UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Cartográficas

LÍGIA MANCCINI DE OLIVEIRA BARROS

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UM ATLAS ESCOLAR INTERATIVO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Presidente Prudente
2007

LÍGIA MANCCINI DE OLIVEIRA BARROS

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UM ATLAS ESCOLAR INTERATIVO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da UNESP, para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Cartografia Digital, SIG e Análise Espacial.

Orientadora: MÔNICA MODESTA SANTOS DECANINI

Co-Orientadora: FÁTIMA AP. DIAS GOMES MARIN

Presidente Prudente
2007

Dedico esta dissertação aos meus pais
Murilo e Marisa, pela preocupação
exagerada e pelo apoio sempre existente.

AGRADECIMENTOS

À Deus, a melhor de minhas escolhas e inspirações.

Aos meus pais Marisa Manccini de Oliveira Barros e Murilo de Oliveira Barros, que me apoiaram a todo tempo e acompanharam meus passos bem de pertinho, com todo cuidado e amor. Ao meu sobrinho Alexandre Kenji Hondo Barros, pela grande alegria que me proporciona. À minha tia Ciomara Manccini, que sempre teve o perfil de uma segunda-mãe. Às minhas avós Maria Julieta Manccini e Edna Barros, simplesmente pelo amor de avó.

Ao meu namorado Edgar Nogueira Demarqui, pelo companheirismo e amizade que renderam em boas conversas, conselhos e incentivos, me ajudando em todos os momentos.

À professora Dra. Mônica Modesta Santos Decanini, pela ótima orientação prestada, pelo companheirismo irreverente, pela preocupação constante, pela dedicação, pela paciência e pelas suas idéias que valorizaram e muito este trabalho.

Aos meus amigos Rebeca e Rute Tedeschi, André Yuzo, Aline Yukari, Fernanda Guarizi, Fernanda Puga e Roberto Galindo que souberam inovar os meus dias e me renderam momentos de muita risada e divertimento. Em especial à Ana Clara Campagnolo, mais do que amiga, uma irmã que esteve presente em todos os momentos da minha vida, e de cujo coração não existe maior.

Aos meus alunos do grupo de dança Primícias (Ricardo Manccini, Bárbara Lima, Ingrid Marinho, Lumma Marinho, Laís Carrion, Isabela Garrido) pelas orações que me fizeram, pelas preocupações que me renderam e pelas conquistas que alcançaram ao meu lado. Ao Émerson Euzébio, grande bailarino e exemplo de perseverança e força, que me instigou à arte da dança e ao pensamento crítico.

À Fátima Marin, pelo auxílio no estudo teórico. Aos professores Dra. Arlete Ap. Correia Meneguette e Dr. Nilton Nobuhiro Imai, pelas idéias e dicas apresentadas, as quais foram de grande valia.

À CAPES pela bolsa fornecida. À Universidade Júlio de Mesquita Filho – Unesp, pelas mais diversas formas de apoio. Ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe.

E por fim à todos aqueles que contribuíram para minha formação educacional e espiritual, e que de uma forma direta ou indireta me ajudaram a alcançar mais esta conquista.

“Dá instrução ao sábio, e ele se fará mais sábio ainda;
ensina ao justo, e ele crescerá em prudência.”
(Provérbios 9.9)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo de Atlas Escolar Interativo voltado à educação cartográfica e ambiental. A metodologia aplicada foi baseada no estudo do desenvolvimento cognitivo infantil da teoria de Piaget, a fim de elaborar estratégias que permitam ao aluno uma melhor compreensão da informação espacial. Foi definido como estudo de caso alunos de 5ª e 6ª séries do ensino fundamental, por pertencerem à faixa-etária correspondente ao período Operatório Formal, no qual a criança desenvolve as operações mentais necessárias para compreensão dos conceitos cartográficos. O projeto do Atlas consistiu de duas grandes etapas, quais sejam: projeto cartográfico (análise da demanda do usuário, projeto de composição geral, modelagem de dados geográficos, projeto gráfico e de interface) e produção do Atlas (aquisição e tratamento da base de dados geográficos, elaboração das tarefas educacionais, e concepção do Atlas Escolar Interativo). A modelagem do banco de dados geográficos foi baseada na abordagem Geo-OMT. O Atlas foi implementado visando a utilização da cartografia Multimídia no aprendizado. Para tanto foram utilizados os *softwares Microsoft Visual Basic* e *ESRI MapObjects*, integrando os recursos de animação criados em *Macromedia Flash*. Estes recursos podem atrair a atenção de alunos e professores, levando-os a explorar as ferramentas e prover estratégias que os direcionem a uma interpretação correta do conteúdo do mapa.

PALAVRAS CHAVES: Atlas Escolar, animação, interatividade, cartografia multimídia, educação cartográfica.

ABSTRACT

This paper aims to present an Interactive School Atlas prototype developing for cartography an environmental education. The methodology was based on the theoretical study about child mental development of Piaget theory, in order to elaborate strategies that allow the student a better comprehension about the spatial information understanding. It was defined as case study the sixth degree students, because they belongs to the Formal Operation stage, in which the children reach the needed mental operations for understanding the cartographic key concepts. This Atlas was developed in two stages: cartographic design (user demand analyses, general composition design, geographic data modeling, graphic and interface design) and Atlas production (geographic database implementation, learning tasks decision and Interactive School Atlas production). The Geographic data base modeling is based on Geo-OMT approach. The Atlas implementation was developed seeking the use of Multimedia Cartography in education, in order to do it was used *Microsoft Visual Basic* and *ESRI MapObjects software*, and animation resource was created with *Macromedia Flash software*. These resources may attract students and teachers, instigating them to explore the tools and to provide strategies to lead users to a correct interpretation of map contents.

KEYWORDS: School atlas, animation, interactivity, multimedia cartography, cartography education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A interação entre os três meios de perceber o mundo. 20
Figura 2: Mecanismos de ação relacionados aos mecanimos de percepção. 21
Figura 3: Diagrama de discriminação. 22
Figura 4: Atributos percebidos associados aos elementos representados no mapa. 22
Figura 5: Utilização de técnicas visuais e mecanismos cognitivos para criação e leitura de mapas. 24
Figura 6: Operações mentais preparatórias na trasição entre o estágio operatório concreto e o operatório formal para a leitura eficiente de mapas. 28
Figura 7: Esquema para alfabetização cartográfica 30
Figura 8: Modelo de comunicação cartográfica 34
Figura 9: Modelo de comunicação cartográfica no meio digital 36
Figura 10: Fluxograma do ciclo de ações 36
Figura 11: Aumento da sofisticação nas tarefas interativas 38
Figura 12: animação a) baseada em quadros e b) baseada em arranjos ou camadas 40
Figura 13: Informação espacial: a) características básicas e b) tipos de animações 41
Figura 14: Frames e estados identificáveis em uma animação 42
Figura 15: Sintaxe das variáveis dinâmicas 44
Figura 16: Esquema estrutural de um Atlas 46
Figura 17: Fluxograma das etapas do projeto cartográfico e produção do Atlas Escolar Interativo 50
Figura 18: Variáveis interdependentes do projeto cartográfico 57
Figura 19: Regiões geográficas definidas para o protótipo do Atlas 58
Figura 20: Distribuição das UGRHI's no Estado de São Paulo 59
Figura 21: Tipo de representação do dado para a classe georreferenciada 63
Figura 22: Diagrama de temas simplificado 64
Figura 23: Mapa com toponímia utilizando a fonte Verdana 69
Figura 24: Layout A (tela de apresentação) 72
Figura 25: *Layout* (B) da tela de texto 73
Figura 26: Layout da tela de mapa 74
Figura 27: Esquema da distribuição dos dados para cada *layout* 75
Figura 28: Hidrografia a) antes e b) depois de aplicar a simplificação. 81

Figura 29: Mapa animado do crescimento populacional do Brasil – barras. _____ 84
Figura 30: Mapa animado do crescimento populacional do Brasil – círculos proporcionais._____ 85
Figura 31: Mapa animado do Brasil – clima. _____ 86
Figura 32: Mapa animado do Brasil – vegetação. _____ 87
Figura 33: Mapas animados do estado de São Paulo – degradação da mata Atlântica X ocupação da cultura cafeeira _____ 88
Figura 34: Detalhe da linha de tempo do *Macromedia flash* _____ 88
Figura 35: Estados identificáveis do símbolo animado_____ 89
Figura 36: Freqüência do símbolo animado de indústria com nível de poluição a) baixo, b) médio e c) alto. _____ 90
Figura 37: *Educatlas* – tela de apresentação: esquema de cores em tons de azul._ 91
Figura 38: *Educatlas* – tela principal. _____ 92
Figura 39: *Educatlas – menu educação cartográfica*. _____ 93
Figura 40: *Educatlas – menu educação ambiental*. _____ 93
Figura 41: Tela de textos _____ 94
Figura 42: *Educatlas* – temas abordados na educação cartográfica._____ 94
Figura 43: Tela de texto sobre cartografia, com figura ativada _____ 95
Figura 44: Símbolos abstratos ou geométricos _____ 96
Figura 45: Símbolos alfanuméricos._____ 96
Figura 46: Símbolo pictórico (imitativo) com a) maior detalhamento em perspectiva e b) mais generalizado _____ 96
Figura 47: Tela inicial da tarefa de simbologia. _____ 97
Figura 48: Opções de escolha para troca de símbolo._____ 97
Figura 49: Opções de escolha para troca de símbolo._____ 98
Figura 50: Aviso inicial no texto sobre projeções _____ 99
Figura 51: Exemplo animado de perspectiva _____ 100
Figura 52: Tarefa de perspectiva _____ 101
Figura 53: Tela inicial sobre projeções a) planas, b) cilíndricas e c) cônicas. ____ 102
Figura 54: Exemplo mostrado no programa da projeção a) plana, b) cilíndrica e c) cônica. _____ 102
Figura 55: “Tabuleiro” animado para estudo de sistemas de coordenadas _____ 103
Figura 56: Mapa para localização com coordenadas geográficas _____ 104
Figura 57: Tabela para a terfa de coordenadas geográficas _____ 104

Figura 58: Tarefa de escala _____ 105
Figura 59: Mapas da tarefa de escala. _____ 106
Figura 60: Exemplo animado do cálculo de distância com escala numérica _____ 107
Figura 61: *Educatlas* – itens para educação ambiental _____ 108
Figura 62: Informações adicionais ativadas para a região sudeste _____ 108
Figura 63: Tela do mapa de climas _____ 109
Figura 64: Tela do mapa de climas _____ 110
Figura 65: Tela do mapa de climas com animação ativada _____ 111
Figura 66: Tela do mapa de climas com subdivisão da vegetação ativada _____ 111
Figura 68: Tela dos mapas temporais da Mata Atlântica e cultura cafeeira no estado de São Paulo _____ 112
Figura 69: Tela dos mapas estáticos da Mata Atlântica e cultura cafeeira no estado de São Paulo _____ 113
Figura 70: Ativação de textos sobre Mata Atlântica e cafeicultura. _____ 114
Figura 71: Tela de escolha da UGRHI _____ 115
Figura 72: Tela de escolha de mapas da UGRHI 20 e 21. _____ 115
Figura 73: Mapa com rios e mata ciliar das UGRHIs 20 e 21 _____ 116
Figura 74: Mapa com bacia hidrográfica do rio Peixe, em destaque. _____ 117
Figura 75: Legenda de mata ciliar ativada e texto informativo. _____ 117
Figura 76: Rio Aguapeí destacado pela cintilação na ação *mouse over*. _____ 118
Figura 77: Tela do mapa de relação entre população com e sem tratamento de esgoto _____ 118
Figura 78: Mapa apenas com os municípios com mais população e detalhe da informação apresentada _____ 119
Figura 79: Tela do mapa de poluição industrial _____ 120
Figura 80: Mapa com os nomes dos municípios onde as indústrias se situam ___ 120
Figura 81: Mapa com os nomes dos produtos produzidos pelas indústrias _____ 121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição dos estágios do desenvolvimento _____ 25
Tabela 2: Características cognitivas dos estágio do crescimento descrito por Piaget, em relação aos conceitos de espacialização e perspectiva a partir do segundo estágio._____ 26
Tabela 3: Seqüência de aprendizagem _____ 31
Tabela 4: Tipos de interatividade _____ 38
Tabela 5: Variáveis de animação _____ 39
Tabela 6: Relação viso-espacial das atividades cartográficas _____ 54
Tabela 7: Proposta metodológica para a alfabetização cartográfica, utilizando o ambiente digital _____ 55
Tabela 8: Sistema de projeção para as regiões geográficas _____ 58
Tabela 9: Escalas cartográficas para as areas geográficas _____ 59
Tabela 10: Classificação da informação georáfica _____ 60
Tabela 11: Requisitos de aplicações geográficas X modelo de dados geográficos _ 62
Tabela 12: Projeto de símbolos cartográficos _____ 67
Tabela 13: Cores da Interface _____ 70
Tabela 14: Formato da fonte para as formas de apresentação do texto._____ 71
Tabela 15: Características originais dos dados cartográficos _____ 77
Tabela 16: Formato do arquivo e tipo de apresentação dos mapas criados._____ 82
Tabela 17: Relação ordenativa do símbolo animado em relação à cor e frequencia 90
Tabela 18: Símbolos geométricos e imitativos utilizados na tarefa de simbolização 98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

1.1 Objetivos 17

1.2 Estrutura do trabalho 18

2 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E CARTOGRAFIA ESCOLAR 19

2.1 Percepção visual e cognitiva 19

2.2 Desenvolvimento cognitivo 24

2.3 Educação Cartográfica 28

2.3.1 Parâmetros para o ensino da Cartografia 28

2.3.2 Estratégias de ensino 32

3 COMUNICAÇÃO CARTOGRAFICA E ATLAS ESCOLAR INTERATIVO 34

3.1 Comunicação cartográfica 34

3.1.1 Comunicação cartográfica no meio digital e interatividade 35

3.2 Interatividade e animação 37

3.2.1 Animação temporal 42

3.2.2 Animação não-temporal 44

3.3 Atlas escolar interativo 45

4 METODOLOGIA E PROJETO DO ATLAS ESCOLAR INTERATIVO 49

4.1 Análise da demanda do usuário 49

4.1.1 Análise documental dos livros didáticos 51

4.1.1.1 Conteúdo do livro didático de geografia 52

4.1.1.2 Conteúdo de educação ambiental 53

4.1.2 Definição das atividades e tarefas 54

4.2 Variáveis interdependentes 56

4.2.1 Caracterização da área de estudo 57

4.2.2 Classificação da informação para o Atlas Eletrônico 59

4.3 Modelagem conceitual dos dados (modelo Geo-OMT) 61

4.3.1 Diagrama de temas 63

4.4 Projeto gráfico e de interface 66

4.4.1 Projeto de símbolos 66

4.4.2 Tipografia 68

4.4.3 Projeto de interface 69

5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DO ATLAS ESCOLAR INTERATIVO 76
5.1 Materiais e software 76
5.2 Implementação da base de dados geográficos 78
5.3 Criação dos mapas animados 83
5.3.1 Mapas do Brasil 84
5.3.2 Mapas do estado de São Paulo 87
5.3.3 Mapas das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos 89
5.4 Implementação da interface visual do protótipo 91
5.4.1 Educação cartográfica 94
5.4.1.1 Cartografia 95
5.4.1.2 Símbolos 95
5.4.1.3 Perspectiva e projeção 99
5.4.1.4 Sistema de coordenadas 103
5.4.1.5 Escala 104
5.4.2 Educação ambiental 107
5.4.2.1 População 108
5.4.2.2 Clima e Vegetação 109
5.4.2.3 Degradação da Mata Atlântica 112
5.4.2.4 Bacias Hidrográfias 114
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 125
APÊNDICES 131
ANEXO 151

1 INTRODUÇÃO

Na evolução histórica do uso de signos, o mapa surgiu como um instrumento para suplantar a necessidade do homem em obter um registro espacial fora de sua memória. Dessa forma tornou-se viável trabalhar com um maior número de informações, o que permitiu inferir sobre a natureza e agir sobre o espaço ausente com um maior conhecimento (ALMEIDA, 2001).

Localização, orientação e representação são conhecimentos (ou habilidades) integrantes do processo de organização da sociedade. (BRASIL, 1998). Portanto, o conhecimento espacial e o desenvolvimento do pensamento crítico sobre o espaço e seus atributos físicos (produção rural, população, circulação etc) são de grande importância para o desenvolvimento da sociedade. Sendo assim, os conceitos de representação e informação espacial foram incluídos no currículo escolar (ALMEIDA, 2001).

A Geografia contemporânea tem dado ênfase à análise de imagens e, para tanto, recorre a diferentes linguagens gráficas (cartas, plantas, croquis, mapas, globos, fotografias, imagens de satélites, gráficos, perfis topográficos, maquetes etc) na busca de informações, conceitos e hipóteses para localização e espacialização na leitura do espaço geográfico e seus movimentos (FRANSCISCHETT, 2004). Entretanto, os mapas são, geralmente, complexos demais para serem utilizados e compreendidos pelas crianças (PETCHENIK, 1987). Além disso, os Atlas escolares, embora reconhecidamente muito importantes para a formação da criança, não têm sido utilizados com freqüência (SANTIL, 2001).

Prover às crianças a oportunidade de ver e utilizar mapas é uma tentativa de garantir que adquiram a idéia de formas e tamanhos relativos, e compreendam a disposição das áreas e feições do planeta Terra (PETCHENIK, 1987). Mas, para garantir que entenda os mapas, é necessário criar a oportunidade para que se utilize mapas em uma base altamente repetitiva e estruturada (PETCHENIK, 1987). Para isso, é primordial que se compreenda a forma como o aluno processa, organiza e interpreta a informação recebida (WINN, 1987).

Sendo assim, pretendeu-se desenvolver um Atlas Escolar que dispusesse de estratégias para orientar o professor no ensino e possibilitar ao aluno certa autonomia na construção de seu conhecimento (educação cartográfica). Para tanto, este trabalho baseou-se na teoria piagetiana do desenvolvimento infantil para adequar o Atlas às habilidades cognitivas adquiridas e em formação. Além disso, a possibilidade de interatividade e animação oferecida pelo meio digital foi explorada nas tarefas educacionais, a fim de facilitar o aprendizado.

Com a finalidade de fazer um Atlas capaz de suprir as necessidades de um usuário específico, tomou-se como estudo de caso, crianças de 5ª e 6ª séries, cujo desenvolvimento cognitivo e habilidades adquiridas (noção espacial bem desenvolvida, compreensão das relações de proporção, medidas e distâncias, e coordenação de diferentes pontos de vista) está no início do estágio Operacional, no qual se inicia o aprendizado de conceitos fundamentais para a leitura e construção de mapas. O Atlas também incorpora conceitos de educação ambiental, item este sugerido pelos integrantes do Comitê de Bacias Hidrográficas do Aguapeí e Peixe (CBH-AP) do estado de São Paulo, uma vez que o Atlas está vinculado ao projeto desenvolvido pelo CBH-AP denominado “Pelos caminhos das águas”.

1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é projetar e produzir um protótipo de Atlas Escolar Interativo para educação cartográfica, no qual se pretende prover estratégias cognitivas para facilitar a leitura, compreensão e construção de mapas por alunos do ensino fundamental.

Os objetivos específicos são:

a) Realizar o estudo teórico-metodológico do desenvolvimento cognitivo e da educação cartográfica e ambiental;

b) Realizar o projeto cartográfico e o projeto de interface visual do Atlas;

c) Produzir os mapas estáticos e animados.

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está constituído de seis capítulos, os quais estão brevemente descritos a seguir:

Capítulo 2 – Trata-se de um estudo teórico-metodológico, com base em pesquisas existentes, sobre a capacidade perceptiva do homem, bem como do desenvolvimento cognitivo infantil, segundo Piaget, e as estratégias de aprendizagem no contexto da cartografia escolar.

Capítulo 3 – Neste capítulo fez-se uma revisão bibliográfica sobre Atlas escolares e Atlas eletrônico interativos, comunicação cartográfica e as possibilidades da cartografia multimídia, na qual se inclui a aplicação das variáveis animadas para fenômenos temporais e não-temporais.

Capítulo 4 – Descreve-se a metodologia utilizada para a construção do Atlas Escolar Interativo, na qual se realiza as seguintes etapas: análise de demanda do usuário, projeto cartográfico, elaboração do modelo de dados e projeto de interface.

Capítulo 5 – Neste capítulo descreve-se a criação de mapas interativos e estáticos, da interface visual do protótipo Atlas Escolar interativo, com suas funcionalidades e tarefas de educação cartográfica e ambiental.

Capítulo 6 – Trata-se da conclusão do trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

2 DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E CARTOGRAFIA ESCOLAR

O ensino da Cartografia requer uma compreensão das estruturas cognitivas que as crianças utilizam para dominar a percepção do espaço. Neste sentido, este capítulo apresenta um estudo preliminar sobre os mecanismos cognitivos utilizados na identificação de elementos espaciais, em seguida é apresentado um estudo, baseado na teoria de Piaget. Além disso, são apontadas as informações relevantes no ensino da Cartografia, as quais se baseiam na capacidade cognitiva do estudante quanto à leitura e compreensão de mapas.

2.1 Percepção visual e cognitiva

A percepção é o processo pelo qual os seres humanos adquirem o conhecimento sobre eles mesmos, sobre o meio ambiente, e sua interação com o meio. A informação adquirida é estruturada conforme nossa habilidade perceptual, referente aos aspectos da percepção individual e global, e aos tipos de informações que especificam os eventos observados (RANDHAWA, 1987).

Segundo Randhawa (1987) as entidades são percebidas por meio de dois mecanismos cognitivos de percepção, os quais são: *relações invariantes* e *seletividade*. As *Relações invariantes* são definidas como relações constantes e de ordem superior, ou seja, são as propriedades gerais relacionadas à eventos, lugares e coisas, adquiridas conforme a experiência do indivíduo. São propriedades não passíveis de variação e descrevem aquilo a que se refere de forma a criar uma imagem mental generalizada. Por exemplo, ao manusearmos um objeto podemos perceber constantes alterações visuais, entretanto as propriedades estruturais do objeto permanecem inalteradas. Os mecanismos estruturais necessários para detectar propriedades *invariantes* de entidades já existem desde que nascemos, pois é desta forma que somos capazes de reconhecer um objeto quando o vemos pela segunda vez, mas esta habilidade pode crescer ou se modificar conforme as experiências vividas pelo indivíduo (RANDHAWA, 1987).

A capacidade exploratória da criança, ou seja, a capacidade de detectar as propriedades variantes de um objeto (*seletividade*) é desenvolvida paralelamente ao incremento do conhecimento estrutural *invariante* deste objeto (*relação invariante*). A *Seletividade*, por descrever a forma como realizamos a busca visual, está mais ligada à idade da pessoa do que às suas experiências. Sabe-se, por exemplo, que crianças de até cinco anos tendem a fixar sua visão no centro de uma figura, enquanto que as crianças mais velhas fixam a atenção na região de borda. Quanto maior a idade, melhor é a técnica e a eficiência da busca visual, e menor é o tempo para se encontrar o que procura. Mas, apesar da componente idade ser bastante relevante, o desenvolvimento da flexibilidade da atenção seletiva depende também do tipo de tarefa requerida, pois quanto mais específica for a tarefa, mais eficiente se torna a busca visual, uma vez que a especificidade do elemento que deve ser visualmente analisado leva o indivíduo a construir uma pré-imagem mental daquilo que deve procurar.

Estes mecanismos cognitivos descritos por Randhawa (1987) fazem parte do processo de representação do mundo real, pois, de acordo com Castner (1987), para representar graficamente uma imagem, figura ou até mesmo uma entidade do mundo real, passa-se por três processos distintos: *observar, imaginar* e *mapear* (Figura 1), nos quais os mecanismos de *relações invariantes* e *seletividades* estão intrínsecos.

Figura 1: A interação entre os três meios de perceber o mundo.
(Fonte: adaptado de MCKIM, 1972 apud CASTNER, 1987)

Desta forma, se a *relação invariante* é um mecanismo mental de associação do objeto ao nome ou forma, e a *Seletividade* é um mecanismo visual de dissociação de um objeto em particular dentro de um conjunto, devido à suas particularidades, pode-se concluir que o fato de observar uma cena no mundo real

nos leva a fazer uma busca visual seletiva tentando incorporar mentalmente todos os elementos que a compõem (Figura 2)

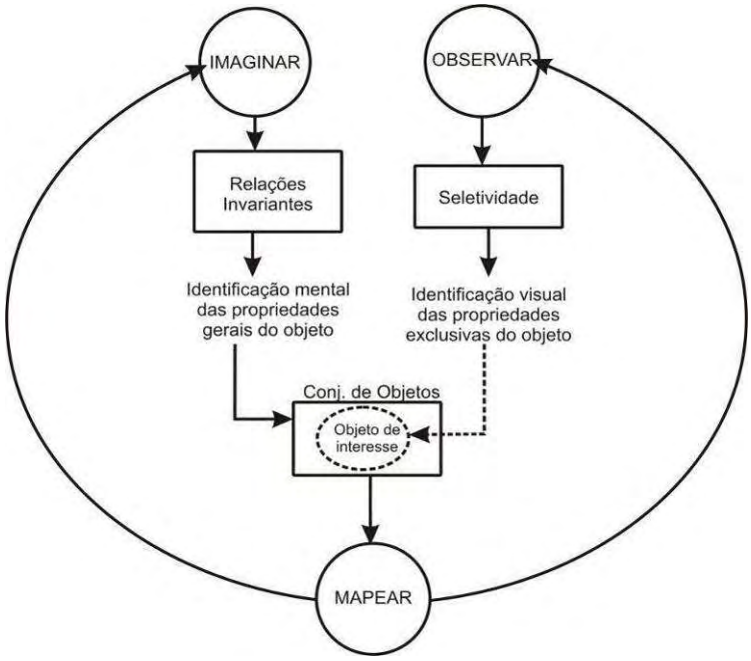


Figura 2: Mecanismos de ação relacionados aos mecanismos de percepção.
(Fonte: adaptado de CASTNER, 1987 e RANDHAWA, 1987)

É de se esperar que ao imaginar esta mesma cena nem todos os elementos vistos sejam recuperados pela memória, sendo enfatizados aqueles cujos atributos *invariantes* já estão incorporados no conhecimento do observador. A ação de mapear implica em transportar aquilo que vemos e o que imaginamos para um plano gráfico bidimensional. Sendo assim, as ações de observar, imaginar e mapear são dependentes entre si, são processos repetitivos e que se interceptam de forma a garantir um bom resultado (RANDHAWA, 1987; CASTNER, 1987). É relevante afirmar que o resultado pretendido pode ser a assimilação de um novo conhecimento pelo o que é observado, o que é imaginado, ou o que está mapeado.

Dentro de uma busca visual, seja num mapa ou no mundo real, alguns atributos percebidos pelo olho são intrinsecamente reconhecidos e imediatamente identificados sem que precise de uma análise minuciosa do objeto. Castner (1987) identificou cinco atributos principais, quais sejam: cor, textura, forma (texto ou símbolo), contexto (orientação ou posição) e *estruturas invariantes* (topológicas ou numéricas) conforme apresentado na Figura 3

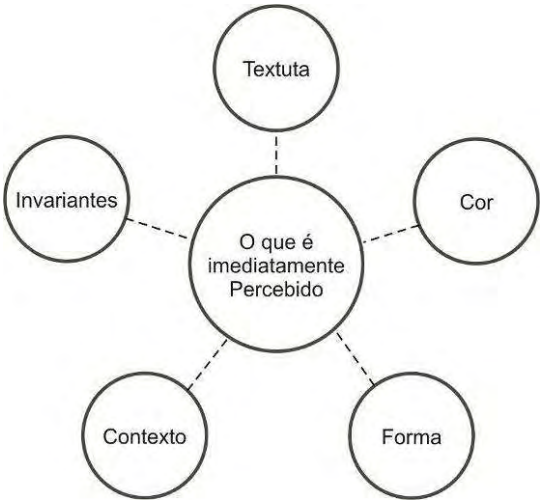


Figura 3: Diagrama de discriminação.
(Fonte: adaptado de CASTNER, 1987)

Estes atributos discriminados pelo olho humano, quando associados a uma carga de conhecimento da representatividade do espaço geográfico, levam a uma identificação cognitiva de um elemento específico. Segundo Castner (1987), essa inferência é a essência do ensino da Cartografia na Geografia. Sendo assim, este autor associou os atributos percebidos e os elementos representados, resultando em uma relação apresentada na Figura 4.

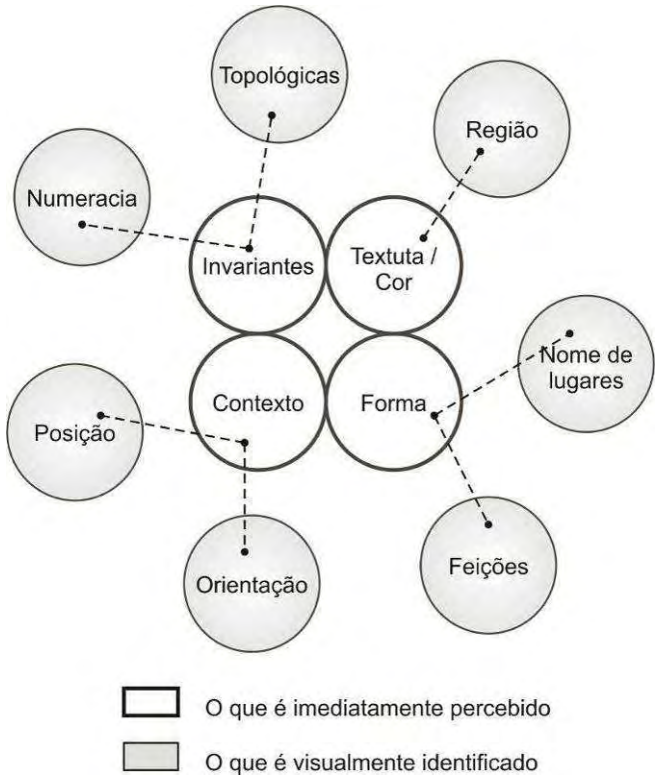


Figura 4: Atributos percebidos associados aos elementos representados no mapa.
(Fonte: adaptado de CASTNER, 1987)

Baseando-se em Castner (1987), a análise do esquema da Figura 4 leva a definir as seguintes associações na leitura de um mapa:

- A homogeneidade e os limites de *regiões* são definidos pela identificação visual de padrões, ou seja, diferentes regiões são rapidamente identificadas pela variação de *cor* ou *textura* de preenchimento;

- A *forma* do elemento o identifica de imediato como sendo um símbolo ou apenas a tipologia existente no mapa. Quando as formas utilizadas na representação do mapa são identificadas visualmente como *símbolos*, imediatamente o indivíduo percebe que se trata de feições. Da mesma forma, quando a representação é identificada como um *texto* inserido no mapa, a percepção cognitiva leva o indivíduo a identificar denominação do fenômeno ou lugar;

- O *contexto* incluído no mapa, detectado visualmente, pode ser identificado como *orientação* quando incluir aspectos de escala, direção e elevação (orientação geométrica). Mas se o contexto mostrar aspectos de projeção e sistemas de coordenadas, indicará que se refere à *posição* (localização). Pode haver casos em que se encontram os dois elementos (*orientação* e *posição*) juntos;

- A *invariante numerica* é um termo usado para designar a comunicação da informação que pode ser adequadamente transmitida por meios numéricos, já a *invariante topológica* refere-se à comunicação da informação adquirida pela capacidade viso-espacial, como, por exemplo, a planta de uma cidade (BALCHIN, 1978). As *invariantes* no geral correspondem a fenômenos contínuos e quando *topológicas* (estruturando relacionamentos espaciais) são representadas graficamente podendo ser visualmente analisadas. As *Invariantes numéricas* (ou estatísticas) são representações de elementos

essencialmente mensuráveis, tal como temperatura e altitude, podendo apresentar-se também de forma topológica.

A Figura 5 resume a forma como os elementos observados e imaginados são reorganizados pelos mecanismos de ação e percepção, de forma a serem mapeados e se transformar no produto (mapa), por meio do qual o leitor obtém informações utilizando as técnicas cognitivas e visuais.

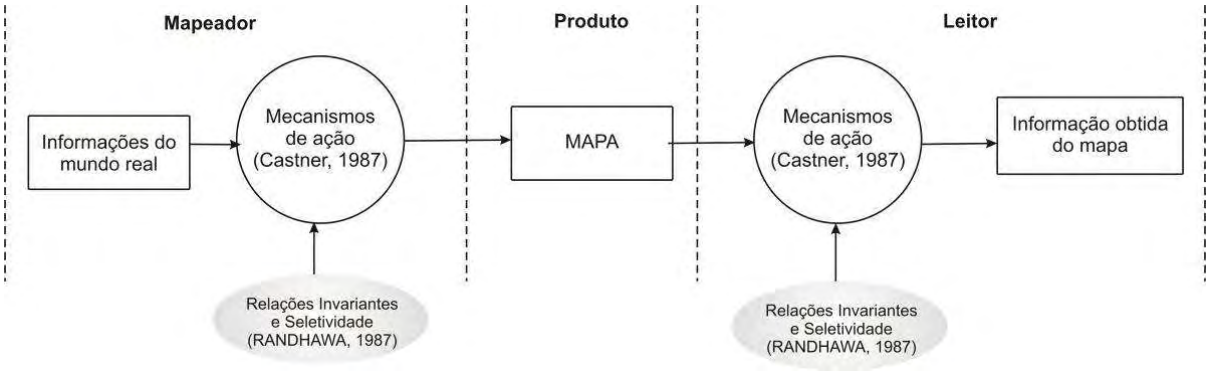


Figura 5: Utilização de técnicas visuais e mecanismos cognitivos para criação e leitura de mapas. (Fonte: Organizado a partir de CASTNER, 1987 e RANDHAWA, 1987)

A compreensão do reconhecimento visual e organização da informação são de grande relevância na comunicação cartográfica para leitura eficiente de mapas. Entretanto, deve-se considerar a capacidade cognitiva do leitor como parte integrante deste processo, a fim de oferecer um produto compatível com as habilidades cognitivas do usuário.

2.2 Desenvolvimento cognitivo

Para definir os parâmetros necessários à educação cartográfica, deve-se primeiramente definir o tipo de usuário do Atlas, pois os parâmetros de ensino devem satisfazer as operações mentais referentes ao estágio de desenvolvimento em que se encontram os alunos, de forma que estes possam

compreender os elementos cartográficos e, a partir disso, realizar análises e inferências sobre as informações dos mapas.

Apesar de se considerar que o desenvolvimento da compreensão de informações espaciais se dá de forma exclusiva para cada um, devido à influência que os fatores biológicos (PIAGET, [1967]) e os fatores sociais (VYGOTSKY, 1987) exercem no desenvolvimento da percepção espacial, Piaget [1967] delimita a capacidade de aprendizagem de novos conceitos em quatro estágios, com os quais descreve a possibilidade de aquisição e aperfeiçoamento das funções psíquicas pela criança a nível cognitivo. Os estágios se dão de forma linear, ou seja, a criança não chega ao próximo nível sem que tenha adquirido todos os conceitos do nível anterior.

Esta subdivisão temporal, proposta para o desenvolvimento cognitivo, torna possível determinar quais os parâmetros para alfabetização cartográfica que atendem a demanda de um determinado conjunto de usuários. A Tabela 1 resume as características mais marcantes em cada um dos estágios.

Tabela 1: Descrição dos estágios do desenvolvimento

Estágio		**Faixa etária**	**Características**
Sensório-motor		0 – 2 anos	Evolução da percepção e motricidade
Pré-operatório	Simbólico	2 – 4 anos	Interiorização dos esquemas de ação; surgimento da linguagem, do simbolismo e da imitação deferida
	Intuitivo	4 – 7 anos	Surgimento da noção de organizações representativas e raciocínio semi-reversível
Operatório Concreto		7 – 11 anos	Construção e descentração cognitiva; compreensão da reversibilidade sem coordenação da mesma; classificação, seriação e compensação simples
Operatório Formal		Acima de 11 anos	Desenvolvimento das operações lógico-matemáticas e infralógicas, da compensação complexa (razão) e da probabilidade (indução de leis)

Fonte: adaptado de PIAGET [1967].

O primeiro período, denominado Sensório-motor, é caracterizado pelas ações reflexas da criança, não havendo manipulação mental das ações, o que só começa a aparecer na passagem deste para o próximo período. Só a partir do período Pré-operatório surge, juntamente com a solução de problemas através

de representações internas, o início da associação entre significante e significado. Nessa fase a criança começa a utilizar símbolos para representar objetos, logo, os desenhos criados não são “cópias dos objetos”, mas uma “interpretação do real” por meio de uma linguagem gráfica que depende dos sistemas de representação da criança, de sua percepção do objeto e de suas habilidades gráficas. No período Operatório Concreto, a lógica da criança não está mais subordinada à percepção, facilitando a solução de problemas concretos de conservação, classificação e seriação. O período Operatório Formal caracteriza-se pela capacidade da criança em aplicar o pensamento lógico em qualquer tipo de problema, seja de natureza concreta, verbal, hipotética ou temporal.

O aspecto fundamental para o ensino de mapas é a construção da perspectiva, da distância e da proporção. Estes conceitos são de grande importância no que tange à dissociação entre os conceitos de mapas e gravuras. A Tabela 2 sumariza as características do desenvolvimento cognitivo infantil relacionado à aprendizagem de conceitos espaciais, baseando-se em pesquisas realizadas por Almeida (2001), Passini (1995) e Antunes, Menandro e Paganelli (1993).

Tabela 2: Características cognitivas dos estágios do crescimento descrito por Piaget, em relação aos conceitos de espacialização e perspectiva a partir do segundo estágio.

Estágio / **Conceito**	**Pré-Operatório**	**Operatório Concreto**	**Operatório Formal**
Espacialização bidimensional / construção de mapas	São incapazes de representar relação entre objetos, justapondo-os.	Existe uma noção da relação espacial, porém ainda pouco desenvolvida. A relação espacial entre dois objetos é representada por uma linha reta.	Noção espacial bem desenvolvida, cuja representação inclui, inclusive, um esboço da malha viária.
Espacialização tridimensional / proximidade	Diferenciação da distância entre um objeto e outro por meio da variabilidade do tamanho dos objetos.	Inclusão da sobreposição de objetos e da inclinação das linhas de base.	Maior cuidado no que se refere à proporção, medidas e distâncias, apoiando-se nas relações euclidianas e projetivas

Perspectiva/ mudança de ponto de vista	Uso de estratégias devido a falta da capacidade de representar um objeto no plano tridimensional (por exemplo: desenhar a si mesmo voando de forma que a intenção de representar o objeto visto de cima esteja explícita).	Desdobramento dos planos superiores e laterais do objeto, mas sem abrir mão do equivalente estabelecido (a linha horizontal com o chão)	Capacidade de definir a posição real da figura, descentrando-se de seu próprio ponto de vista

Fonte: adaptado de Almeida (2001); Passini (1995); Antunes, Menandro, Paganelli (1993).

Sendo assim, as atividades a serem desenvolvidas no Atlas Escolar Interativo proposto neste trabalho referem-se, principalmente, a tarefas que reforcem as habilidades cognitivas adquiridas no período Operatório Formal, pois nesse período as capacidades cognitivas necessárias para leitura efetiva de um mapa já existem ou estão sendo desenvolvidas. Dessa forma definiu-se como usuário principal do Atlas Eletrônico as crianças de 5ª e 6ª série, as quais estão incluídas no grupo pertencente ao estágio Operatório Formal (faixa etária entre 11 anos e 12 anos).

Entretanto, como a idade não implica na determinação precisa do estágio em que se encontram, e por se tratar de uma idade que caracteriza o início provável do Operatório Formal, levou-se em consideração as operações mentais na transição do estágio operatório Concreto para o Formal. Desta forma é possível estabelecer um ponto inicial a partir do qual o atlas, bem como seus recursos, atividades e estratégias, devem ser tratados a fim de oferecer as relações espaciais necessárias para a leitura de mapas.

De acordo com Passini (1995), as crianças que se encontram nesse período de transição são capazes de compreender as relações topológicas, projetivas e euclidianas, podendo então iniciar o aprendizado de elementos de orientação e projeção cartográfica, coordenadas geográficas e escala. A Figura 6 descreve as operações mentais relacionadas às relações espaciais na fase de transição do estágio Operatório Concreto para o Formal.

Sendo assim, podemos delimitar a abrangência do estudo cartográfico para crianças no estágio Operatório Formal de acordo com sua capacidade de compreensão das relações espaciais. De acordo com o exposto na Figura 6, os seguintes conceitos cartográficos são passiveis de assimilação pelas crianças de 5ª e 6ª séries: simbolização e localização (devido ao conceito previamente estabelecido), projeção cartográfica, coordenada geográfica e escala.

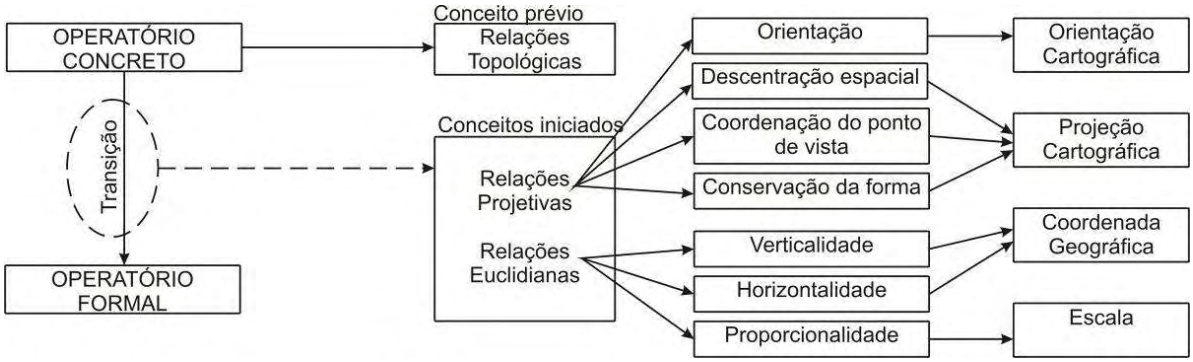


Figura 6: Operações mentais preparatórias na trasição entre o estágio operatório concreto e o operatório formal para a leitura eficiente de mapas.
(Fonte: adaptado de PASSINI,1995, p.39).

2.3 Educação Cartográfica

A educação cartográfica implica em uma série de aprendizagens que proporcionam aos alunos uma formação continuada dos elementos da representação gráfica, que contribuem na formação dos alunos quanto aos elementos da representação cartográfica (BRASIL, 1998).

2.3.1 Parâmetros para o ensino da Cartografia

No processo de educação cartográfica, deve-se levar em consideração o interesse das crianças por imagens. Torna-se então válido a exploração de fotos, desenhos, maquetes, imagens de satélite, jogos, animações, dentre outros recursos visuais, os quais devem estimular a busca de informações

e o desenvolvimento da percepção geográfica por parte do aluno. Entretanto, deve-se atentar para que a criança compreenda que o mapa não é apenas uma "figura aérea" ou uma caracterização cartográfica de uma determinada região, mas sim uma representação de alguma entidade real (BRASIL, 1998).

Segundo Simielli (1994 apud BRASIL, 1998) pode-se trabalhar com alguns conceitos iniciais de perspectiva (visão oblíqua e vertical), profundidade (imagem 3D e 2D) e topologia (ponto, linha e área), considerando o grau de desenvolvimento cognitivo da criança, que a levará a compreender conceitos tais como simbologia, referência, lateralidade, orientação, e escala (proporção). A compreensão destes elementos implica no entendimento da Cartografia como um meio de comunicação, apresentando este processo de aquisição das noções básicas para alfabetização cartográfica.

O usuário do mapa deve ser não só um leitor, mas também um mapeador, a fim de que consiga compreender e extrair as informações representadas. Simielli (1994 apud BRASIL, 1998) recomenda que para o desenvolvimento da leitura crítica o aluno deve ser capaz de sintetizar as informações do mapa, partindo da representação para a sua realidade. Assim como para o desenvolvimento de mapeamento consciente o aluno deve partir de sua realidade e chegar à representação desta, participando, portanto, do processo de criação do mapa. A Figura 7 mostra o esquema de alfabetização cartográfica proposto por Simielli (1994 apud BRASIL, 1998).

Baseando-se no esquema proposto pela autora (Figura 7), este trabalho pretende oferecer subsídios que permita ao aluno desenvolver a leitura crítica de mapas. Para tanto ele deve ser capaz de interpretar o que está representado e transmitir a informação para sua realidade.

Sendo assim, a criança deve compreender alguns aspectos envolvidos em um mapa, dentre os quais, como enfatiza Randhawa (1987), consciência de que um mapa é a representação real de alguma entidade e que suas várias feições são atribuídas por meio de linhas, sombreamento, contornos, círculos, números, nomes etc.,

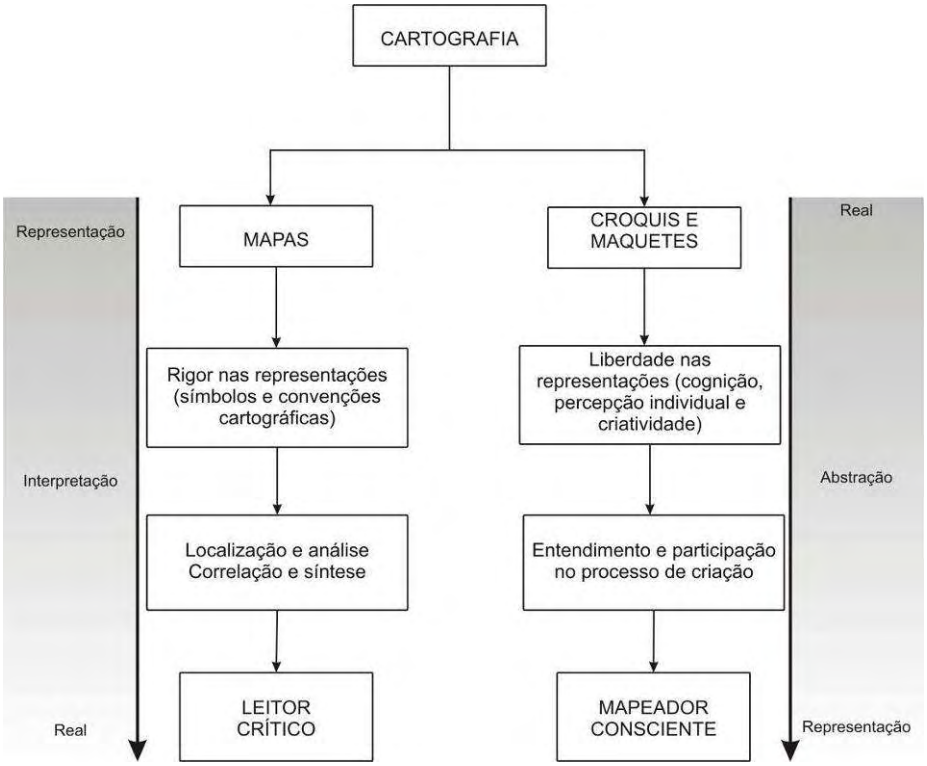


Figura 7: Esquema para alfabetização cartográfica
(Fonte: adaptado de SIMIELLI, 1994 apud BRASIL, 1998)

Além da utilização de escalas e legendas. Hatcher (1983)[1] apud Randhawa (1987) propõe quatro conceitos-chave que sumarizam uma representação cartográfica: *representação*, *simbolização*, *perspectiva* e *escala*.

- *Representação:* refere-se à habilidade de "transportar" a realidade (espaço tridimensional) para o espaço bidimensional, por meio de uma linguagem específica. A representação cartográfica, segundo IBGE (1998) consiste em projetarmos a superfície topográfica, com os detalhes nela existentes, sobre um plano horizontal.

- *Simbolização:* é a linguagem cartográfica, um meio de comunicação entre o codificador e o leitor. A simbologia, quando devidamente empregada, permite a leitura e interpretação dos mapas. Para uma maior compreensão do uso de signos, é interessante que o aluno faça o papel de codificador antes de realizar a atividade de decodificador. "Sendo uma carta ou mapa a representação da

[1] HATCHER, B. **Putting young cartographers on the map**. Childhood Education 59, 311-315, 1983.

superfície terrestre, em dimensões reduzidas, é preciso associar os elementos representáveis à símbolos e convenções." (IBGE, 1998).

- *Perspectiva*: implica na percepção de um objeto a partir de diferentes pontos de vista. A perspectiva vertical, muito explorada nos mapas, necessita da compreensão de como a área e os objetos são representados quando o observador se encontra "sobrevoando" a região mapeada.

- *Escala*: é a relação de proporção entre a representação e a realidade. No caso da cartografia, a escala indica o quanto a realidade foi reduzida, de forma que fosse reproduzida no papel sem grandes deturpações.

> Compreender a escala torna-se fundamental para relacionar o mapa com o espaço representado. Isto possibilita que o leitor faça uma interpretação mais precisa, pois permitirá que este sujeito conheça quantas vezes o espaço contido no mapa foi reduzido para poder ser representado, o que tem uma ligação direta com o nível de generalização realizada na produção deste mapa. (RICHTER, 2004, p. 34)

Como a simbolização depende apenas das habilidades desenvolvidas ainda no estágio Operatório Concreto enquanto que os demais conceitos (*representação*, *perspectiva* e *escala*) descritos por Hacther (1983, apud RANDHAWA, 1987) dependem da capacidade que está sendo desenvolvida no Operatório Formal, determina-se que se deve trabalhar primeiramente com a simbologia do mapa para então partir para os conceitos seguintes. Sabe-se, porém, que o entendimento da projeção (representação) e da perspectiva se dá com a compreensão das relações projetivas, enquanto o conceito de escala só pode ser estudado a partir do entendimento bem definido das relações euclidianas. Dessa forma definiu-se a seqüência de aprendizagem esquematizada na Tabela 3.

Tabela 3: Seqüência de aprendizagem

Conceito	**Relação Espacial**
1 - Simbolização	Topológica
2 - Perspectiva e Projeção	Projetiva
3 - Coordenadas	Euclidiana
4 - Escala	Euclidiana

Os conceitos de *projeção* e *perspectiva* podem ser trabalhados juntos por dependerem das mesmas habilidades cognitivas. O conceito de *coordenadas* foi incluído por ser necessário para a localização geográfica, entretanto exige a noção de sistema de coordenadas que só pode ser estudado com o desenvolvimento das relações euclidianas. O último conceito a ser estudado é o de *escala* por exigir um maior entendimento das relações euclidianas.

2.3.2 Estratégias de ensino

Para que os conceitos definidos na Tabela 3 possam ser difundidos com maior facilidade pode-se desenvolver estratégias (soluções) que complementem a própria representação cartográfica, como por exemplo textos e gráficos. Rigney (1978[2] apud WINN, 1987) identifica dois tipos de estratégias:

a) Estratégias internas: indicação apresentada na própria representação cartográfica, com a finalidade de chamar a atenção do aluno sobre algum aspecto do mapa, conduzindo-o a aplicar alguma ação naquela região ou a direcionar a atenção para o fenômeno geográfico. Por exemplo: em um mapa eletrônico uma região destacada por uma mudança intermitente de brilho (cintilação).

b) Estratégias externas: instruções que não se encontram na representação cartográfica, mas que a complementam podendo ser diretas (como no caso de um roteiro de estudo) ou indiretas (como um exemplo ilustrativo, uma figura ou imagem vinculada à representação ou um texto explicativo a respeito do assunto apresentado no mapa).

Além dessas, Winn (1987) acrescenta uma terceira estratégia, a qual não pode ser oferecida ao aluno uma vez que é considerada intrínseca à ele. São

[2] RIGNEY, J. W. Learning Strategies: a theorical perspective. In: O'NEIL, H. F. **Learning Strategies**. New York: Academic Press, 1978.

as denominadas estratégias metacognitivas, as quais provêm da habilidade do aluno em monitorar seu próprio desempenho cognitivo, adaptando-se às estratégias mais eficazes, ou até mesmo criando novas estratégias. Por exemplo, alunos com alto grau de habilidade metacognitiva compensam a falta de estratégias (embutidas ou externas) dos Atlas, criando suas próprias estratégias.

É evidente que a forma como a informação será interpretada depende de qual estratégia o aluno utiliza. Entretanto, para determinar quais estratégias deverão ser incorporadas ao Atlas, deve-se levar em consideração alguns aspectos do desenvolvimento cognitivo das crianças em cada faixa-etária. Além disso, o pressuposto de que conceitos espaciais possam ser transmitidos às crianças por meio de mapas e demais estratégias associadas a estes, nos conduz a definirmos a cartografia como um “processo de comunicação da informação geográfica” (DENT, 1990, p.12).

A forma como as informações são transmitidas pelo cartógrafo e posteriormente recuperadas pelo usuário é o fator que define a eficiência do produto cartográfico. Sendo assim, o estudo da comunicação cartográfica torna-se primordial.

3 COMUNICAÇÃO CARTOGRAFICA E ATLAS ESCOLAR INTERATIVO

Para que se obtenha o resultado requerido, os diversos tipos de Atlas existentes devem se adequar convenientemente aos usuários para os quais se destinam (propósito). Sendo assim, este capítulo descreve o processo de comunicação cartográfica e as novas perspectivas proporcionadas pelos recursos de interatividade e animação, decorrentes do advento da tecnologia da informação e da cartografia multimídia. Além disso, é apresentado nesse capítulo as características dos Atlas Escolares e dos Atlas Eletrônicos.

3.1 Comunicação cartográfica

De acordo com Dent (1999) mapas fornecem uma fonte de informações a qual pode provocar o discernimento intuitivo do leitor, por meio de um diálogo cognitivo deste com o mapa. A Cartografia, portanto, pode ser entendida como uma ciência da informação, a qual utiliza mapas para que indivíduos se comuniquem. Sendo assim, a comunicação cartográfica (Figura 8) é um processo de seleção e representação da informação pelo cartógrafo, seguido de percepção, reconhecimento e interpretação desta pelo usuário (DENT,1999).

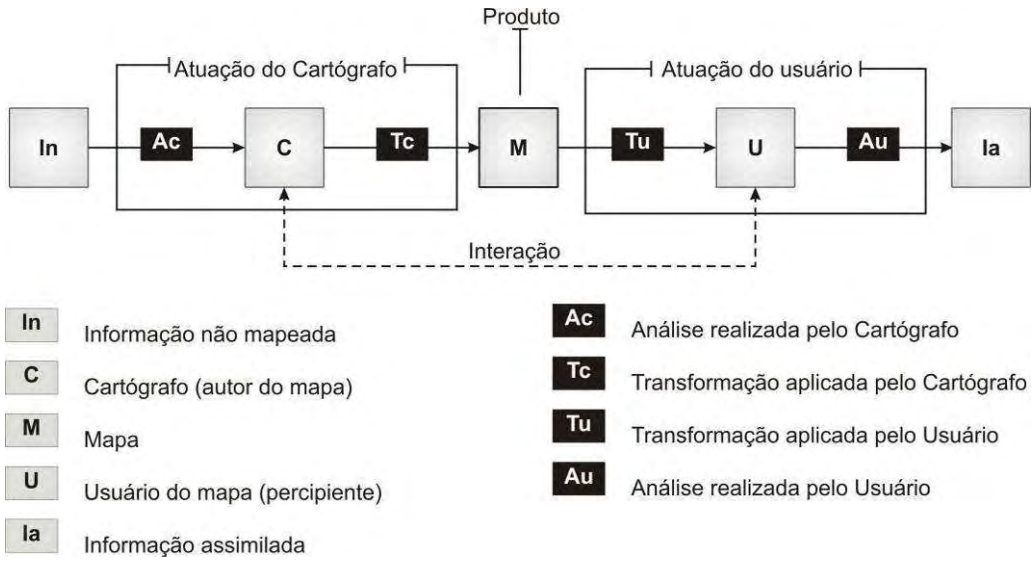


Figura 8: Modelo de comunicação cartográfica
(Fonte: adaptado de PETCHENIK, 1976; KOLACNY, 1977; DENT, 1990 e ROBINSON, 1976)

Neste modelo podem ser definidas três componentes principais: a atuação do cartógrafo (autor), o mapa (meio de comunicação) e a atuação do usuário (receptor). O cartógrafo (C), ou autor do mapa, é aquele que deseja comunicar as informações não mapeadas (In) da realidade, as quais podem ser definidas como fenômenos naturais ou artificiais, numéricos ou não-numéricos que compõem o espaço geográfico. Tais informações são identificadas e selecionadas pelo cartógrafo, por meio de análises (Ac) do mundo real, tendo por base a necessidade do usuário. Em seguida, são realizadas transformações (Tc) que permitam representar elementos multidimensionais em um mapa (M), ou seja, as informações são convertidas em símbolos gráficos (DENT, 1996, 1999; PETCHENIK, 1987 e ROBINSON,1976).

Por outro lado, o usuário (U) deve fazer o procedimento oposto do realizado pelo cartógrafo, ou seja, a partir do reconhecimento do símbolo deve deduzir a informação espacial por ele representada (Tu). Utilizando as informações deduzidas, o leitor do mapa realiza análises (Au) de reconhecimento de padrões, o que lhe dará subsídios para interpretar o mapa, levando-o a obter um conhecimento novo (Ia). A explicação, geralmente não apresentada no mapa, do fenômeno mapeado é investigada pelo usuário, baseando-se em sua instrução a cerca de uma determinada área do conhecimento. (DENT, 1990, 1996; PETCHENIK, 1987 e ROBINSON,1976).

A interação entre o autor do mapa e o leitor de mapas é o aspecto mais importante na comunicação cartográfica, pois se deve levar em consideração as necessidades do usuário, de forma que apenas as informações potencialmente relevantes para o propósito do mapa sejam incluídas. Caso contrário o mapa pode vir a falhar naquilo pelo qual foi requerido (DENT, 1996).

3.1.1 Comunicação cartográfica no meio digital e interatividade

A comunicação cartográfica no meio digital, com o advento da cartografia multimidia, se difere do modelo anterior devido à possibilidade de retro-alimentação entre usuário e produto, conforme ilustrado na Figura 9.

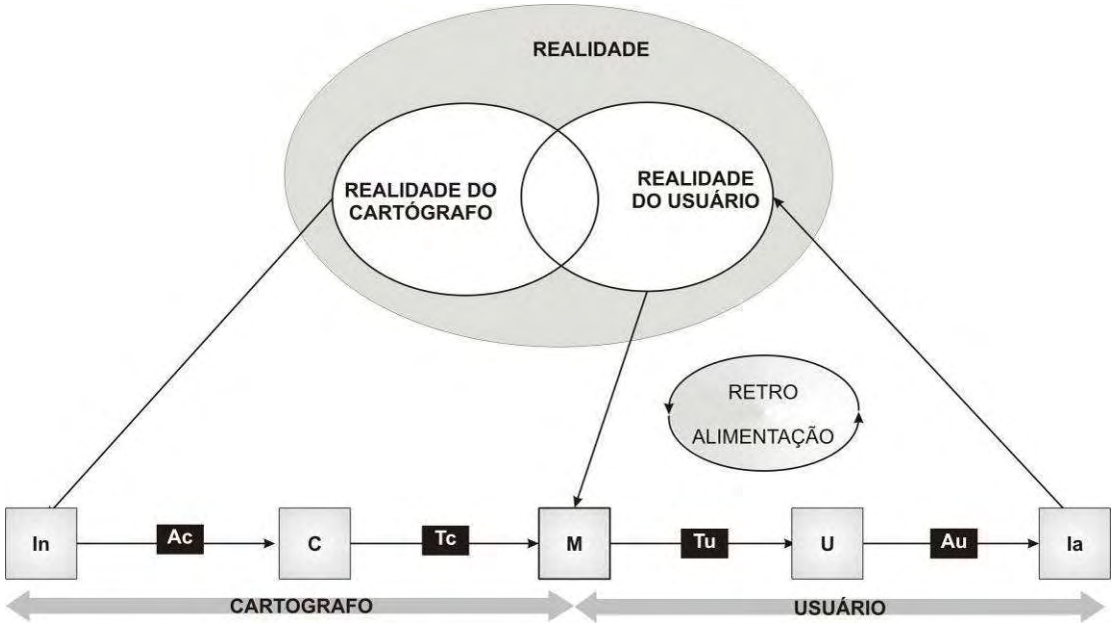


Figura 9: Modelo de comunicação cartográfica no meio digital
(Fonte: adaptado de ROBINSON e PETCHENIK, 1976; KOLACNY, 1977; DENT, 1990; PETERSON, 1995)

A interatividade oferece ao usuário a possibilidade de uma retro-alimentação, ou seja, um mecanismo de resposta descrito por Valente (1999) como um ciclo de ações que implica em descrever, executar, refletir sobre os resultados obtidos e, se necessário, depurar os erros e descrever novamente (Figura 10).

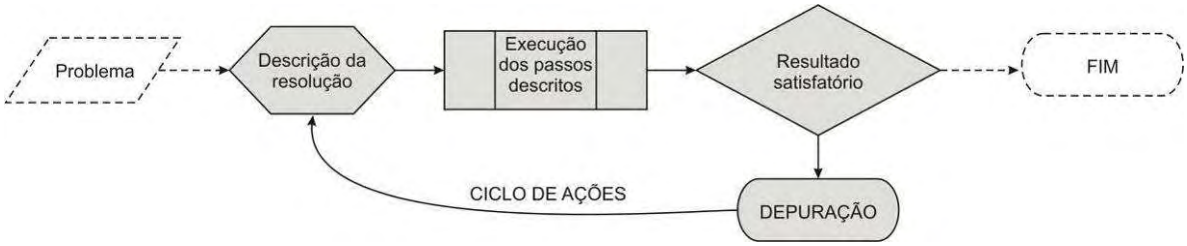


Figura 10: Fluxograma do ciclo de ações
(Fonte: adaptado de VALENTE, 1999)

O aprimoramento conceitual gerado neste ciclo envolve os elementos interativos da interface e o nível de abstração adquirido, provocando uma alteração na estrutura mental do usuário, o que facilita o reconhecimento das informações (VALENTE, 1999; 1993).

A *interface* descreve a interação entre o computador e o usuário, incluindo todos os fatores que influenciam a aceitação e a utilização de determinado *software*. Consiste em um conjunto de menus, janelas, diálogos, ícones e demais elementos gráficos que formam a base da interatividade computacional (PETERSON, 1995) tais como 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 (LINDHOLM e SARJAKOSKI, 1994[3] apud ROBBI, 2000).

Uma vez que o usuário deverá utilizar o sistema por um período longo, a *interface* deve permitir que este interaja intuitivamente com o mapa, possibilitando um manuseio confortável e fácil (FEKETE et al., 1995[4] apud ROBBI, 2000). Além disso, a interface deve se adequar às denominações e procedimentos habituais do usuário.

3.2 Interatividade e animação

Um mapa interativo pode possuir diversas formas de interatividade em níveis de complexidade diferentes. Utiliza-se, portanto, o grau de sofisticação envolvido nas tarefas de animação (Figura 11) para classificar ordinalmente os mapas. Tais tarefas implicam em: a) examinar a partir da interação com os próprios dados; b) comparar simultaneamente duas ou mais representações; c) ordenar os dados a partir de um tratamento específico e distribuí-los para visualização; d) extrair (destacar) a informação desejada ou suprimi-la (filtrar); e) análise da intensidade e da natureza dos dados e como estes dados se relacionam entre si, definindo uma relação de causa e efeito (CRAMPTON, 2002).

[3] LINDHOLM, M.; SARJAKOSKI, T. Designing a visualization user interface. In MACEACHREN, A. M.; TAYLOR, D. R. F. **Visualization in modern cartography**. Grã-Bretanha: Pergamon, 1994.
[4] FEKETE, J.D. et al. Tictactoon: A paperless systems professional 2D animation. In: Coputer graphics annual conference series, Los Angeles, 1995. Visual: **Proceedings.** Nova York: Acm Siggraph, 1995. p. 79 – 90.

Figura 11: Aumento da sofisticação nas tarefas interativas
(FONTE: adaptado de CRAMPTON, 2002)

A partir destas tarefas, Crampton (2002) distingue quatro tipos de interatividade, descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Tipos de interatividade

Tipo de interatividade	**Grau de interatividade**	**Recurso e animação**
Interação com a representação dos dados	Baixa	Iluminação (sombreamento)
		Ponto de vista (do usuário)
		Orientação dos dados (mudança de perspectiva)
		Zoom in / out
		Redimensionamento (escala)
		Mudança de símbolos cartográficos
Interação com a dimensão temporal	Média	Navegação (tomadas de escolha no ambiente físico)
		Simulação de vôos (*fly-by* ou *fly through*)
		Toggling (ativar/desativar informações na visualização)
		Classificação (re-ordenamento dos dados / revelação de tendências)
Interação com os dados em si	Alta	Consulta à base de dados ou busca de dados (*Data Mining)*
		Brushing (exploração de correlações entre padrões estatísticos, geográficos e temporais)
		Filtragem (exclusão)
		Ênfase (*higligthing*)
Contexto da interação	Alta	Vistas múltiplas (simultaneamente ou seqüencialmente)
		Combinação de níveis de informação
		Justaposição de janelas
		Ligações (*linking*) (indexação de um conjunto de dados a outro)

Fonte: adaptado de Crampton (2002).

Estes quatro níveis de interatividade podem ser auxiliados utilizando recursos de animação, conforme pode ser visto na terceira coluna da Tabela 5. A animação facilita a comunicação da informação espacial, por propiciar uma

representação computacional mais próxima da realidade do usuário. Dessa forma é relevante definir qual o tipo de animação será utilizada no Atlas.

Na construção de uma animação utiliza-se uma ou mais variáveis de animação, classificadas por Peterson (1995) conforme mostrado na Tabela 5. Estas variáveis podem ser utilizadas tanto para animações baseadas em quadros (*frames*) como em animações por arranjos (PETERSON,1995) conforme ilustrado na Figura 12.

Tabela 5: Variáveis de animação

Variável	**Descrição**
Tamanho	Mudança do tamanho das áreas representadas em razão do valor mapeado. Por exemplo: atribuir aos países um tamanho proporcional à quantidade de reservas de óleo ou carvão existentes, realizando uma animação que mostre as diferenças quantitativas.
Forma	A variação da forma pode ser utilizada para mostrar expansão ou redução irregular de uma área, por meio de uma animação temporal (por exemplo, expansão urbana) ou não temporal (por exemplo, animação de uma mesma área representada por diferentes sistemas de projeção).
Posição	A movimentação de elementos pelo mapa é utilizada para mostrar mudança de localização. Por exemplo, um mapa animado que mostra o deslocamento de uma tribo nômade em um intervalo de tempo.
Velocidade	A velocidade do movimento pode ser variada para acentuar a escala temporal do fenômeno.
Ponto de vista	A mudança de ponto de vista é uma mudança no ângulo de visualização (rotação de um modelo tridimensional), utilizada para destacar uma parte do mapa em particular.
Distância	Mudança na distância entre o observador e a cena, no caso da cartografia, pode ser entendida como uma mudança na escala de visualização, não necessariamente da escala da informação.
Transição de cena	Utilização de recursos de transição entre diferentes quadros, tais como esmaecimento, mixagem de imagens, desvanecimento etc. Esse tipo de recurso pode ser facilmente aplicado em *softwares* como o *Macromedia Flash*.
Textura, padrão, sombreamento e cor	Variáveis gráficas que podem ser utilizadas para destacar feições em animações interativas ou para representar mudanças de perspectiva em objetos tridimensionais

Fonte: adaptado de Peterson (1995).

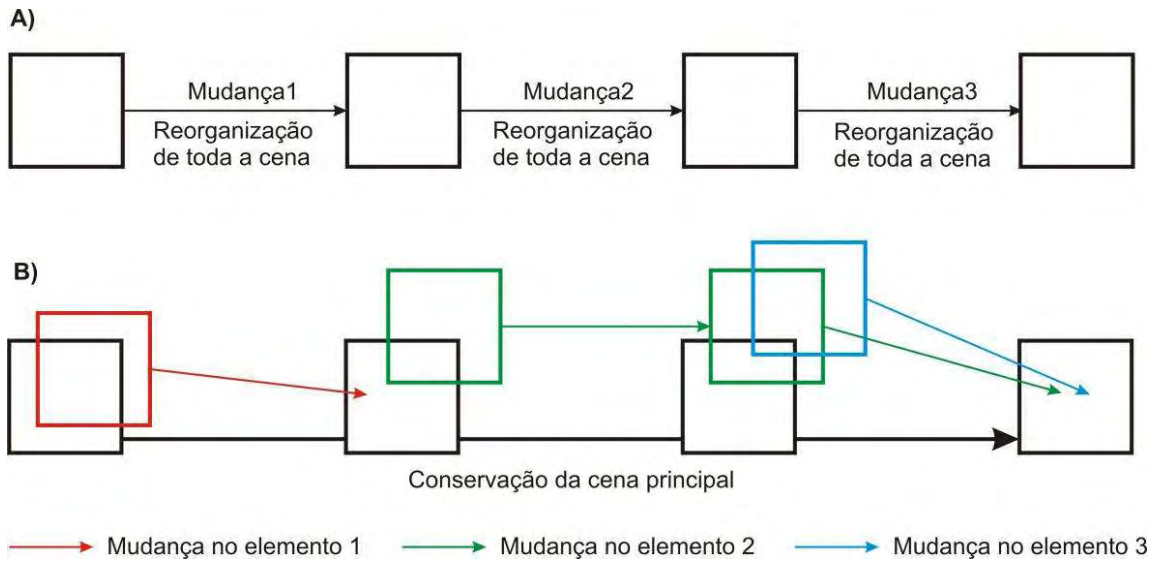


Figura 12: animação a) baseada em quadros e b) baseada em arranjos ou camadas

- *Animação baseada em quadros:* é a forma mais simples de animação, na qual a ilusão de movimento ou mudança acontece ao ver uma sequência de quadros em alta velocidade, como no cinema;

- *Animação baseada em arranjos:* apoia-se no conceito de célula, que implica em uma camada (*layer*) pertencente a um quadro (*frame*) de uma animação, sendo que um mesmo quadro pode ser composto de diversas camadas. Geralmente, um quadro de animação é constituído de uma célula como camada de fundo e diversas outras células sobrepostas contendo objetos que se movimentam em relação ao fundo. Essa forma de animação é relacionada a um filme animado convencional. O *Macromedia Flash* é um exemplo de aplicativo que trabalha com criação de animações baseada em arranjos.

A animação é considerada um processo dinâmico que consiste em movimento ou mudança da visualização para descrever algo que não é evidente quando visto de forma estática (PETERSON, 1995). A informação espacial pode ser definida por três características básicas: localização, atributo e tempo (Figura 13a), as quais podem ser representadas de forma dinâmica pelas animações cartográficas (RAMOS, 2005).

Embora a animação de mapas tenha sido associada, na maior parte das vezes, com a mudança ao longo do tempo, pode não estar vinculada à

evolução cronológica, sendo utilizada para outros propósitos, tais como descrição da deformação causada pela representação bidimensional, visualização de superfícies (representação tridimensionais) etc. Assim, a animação se classifica em temporal e não temporal, sendo que a animação não temporal pode ser subdividida, segundo Kraak (1999), em animação causada por composição sucessiva e animação a partir de mudanças externas (Figura 13b).

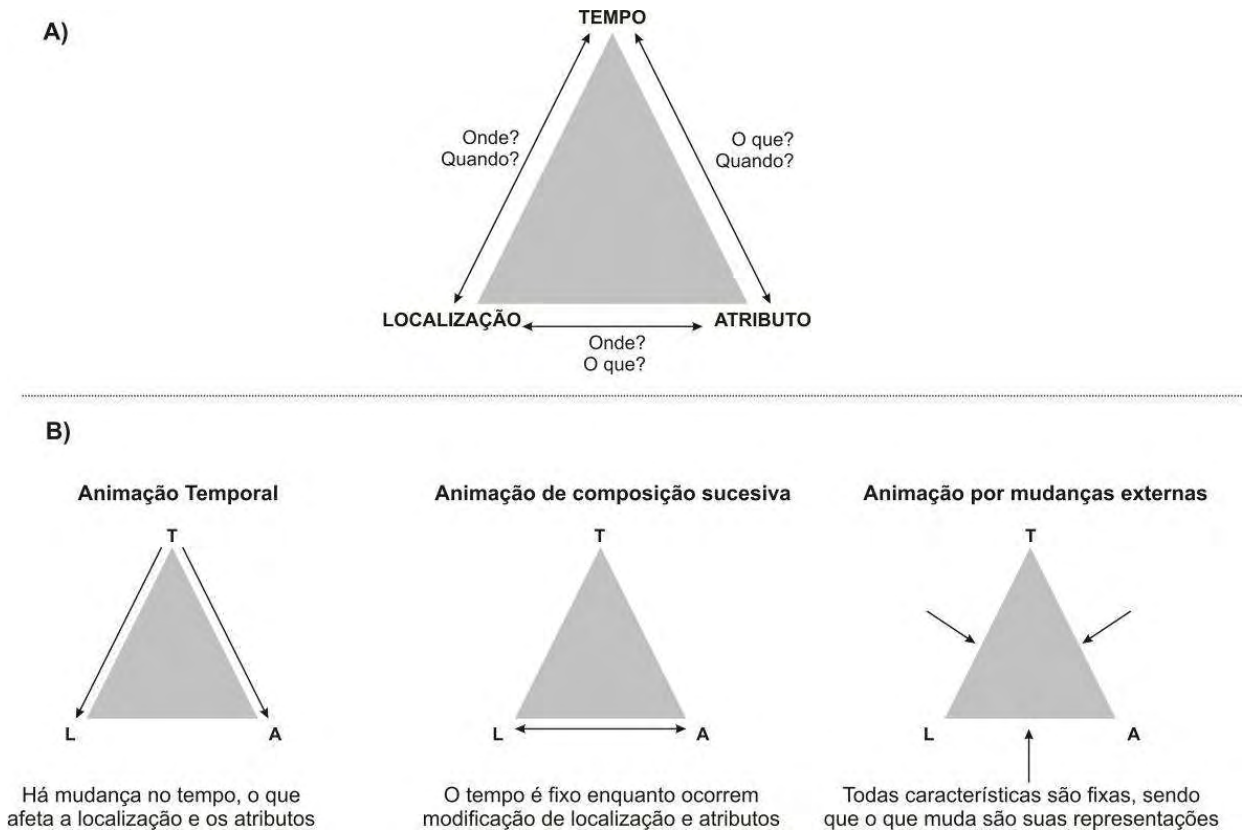


Figura 13: Informação espacial: a) características básicas e b) tipos de animações
(FONTE: adaptado de KRAAK, 1999)

Além disso, deve-se garantir que a animação criada irá transmitir a informação desejada ao usuário, de forma que este compreenda de fato o desenvolvimento ou tendência do fenômeno representado. Torna-se necessário, portanto, considerar as reações instintivas ao nível da percepção da retina provocadas pelas variáveis visuais dinâmicas, uma vez que se trata de mapas animados (com movimento).

3.2.1 Animação temporal

A animação temporal consiste na mudança de atributos ou de localização das feições no mapa no decorrer do tempo. A animação temporal tem como foco principal a dinâmica temporal de uma região, sendo que se deve preservar ao máximo a escala temporal de ocorrência do fenômeno (RAMOS, 2005). São considerados três tipos de tempo correlacionados: o tempo mundial, que determina a época de ocorrência do fenômeno; o tempo da base de dados, que indica a época da aquisição das informações contidas no mapa; e por fim o tempo do display, que é o momento em que o mapa é visualizado (KRAAK e OMERLING, 2003).

Para representação animada dos fenômenos geográficos no domínio temporal, algumas variáveis podem ser definidas (DIBIASI et al, 1992; BLOK, 1999 e MACEACHREN, 1995):

- *Duração*: refere-se ao intervalo de tempo entre dois estados identificáveis, no qual a animação se dá basicamente pela apresentação de quadros (*frames*) subsequentes como mostra a Figura 14. A manipulação da animação pode ser feita por quadro (cada quadro representa uma mudança), por cena (cada cena consiste numa sequência de quadros que permanecem sem mudança, varias camadas podem possuir diferentes números de cenas), por episódio (sequência de cenas) ou por período (quando os episódios são fases de um ciclo repetitivo);

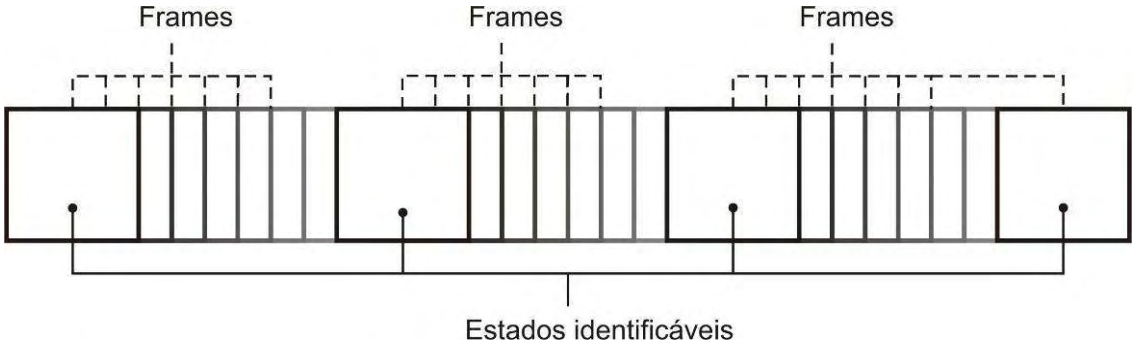


Figura 14: Frames e estados identificáveis em uma animação

- *Intervalo de Mudança (ou taxa de variação):* é visto como a razão entre intensidade de mudança (*m*) e a unidade de tempo (*d*), para cada seqüência de *frames* ou cenas. A taxa de variação (*m*/*d*) pode ser constante para toda a animação ou variada. Nesse último caso os valores de *m* ou *d* são modificados causando uma alteração (acréscimo ou decréscimo) do intervalo de mudança.

- *Ordem*: é a seqüência de quadros ou cenas. A ordem pode ser não-temporal, ou seja, a apresentação dos dados não está vinculada à evolução cronológica, embora a temporalidade seja inerentemente ordenada;

- *Momento no Tempo:* é o instante de tempo no qual alguma mudança de exibição é iniciada (início do fenômeno) e pode estar ligada diretamente a uma localização cronológica. Está relacionado à amplitude temporal que pode ser tanto linear ou cíclica, cujas unidades geralmente são apresentadas por números inteiros e relacionadas aos quadros.

- *Freqüência:* número de estados identificáveis por unidade de tempo. Da mesma forma como a granulação (ou textura) espacial é definida pela razão entre os tamanhos de dois elementos, a frequência, também denominada de granulação temporal, se dá pela razão entre duas durações de tempo de cenas, episódios ou fases.

- *Sincronização (fase de correspondência):* é a harmonia temporal de duas ou mais séries de tempo. Este tipo de informação pode ser apresentada de duas formas (BLOCK et al, 1999): *justaposta*, na qual duas ou mais animações são colocadas lado a lado e sincronizadas de forma a serem animadas simultaneamente, e *sobreposta*, na qual as animações são apresentadas uma sobre a outra (como em layers), embora estejam fisicamente separadas e possam ser controladas de forma individual. Neste caso utiliza-se o recurso de transparência para a informação mostrada na camada superior.

A figura 15 mostra uma sumariação da sintaxe das variáveis dinâmicas, segundo MacEachren (1995), na qual relaciona-se o nível de medida com os tipos de variáveis.

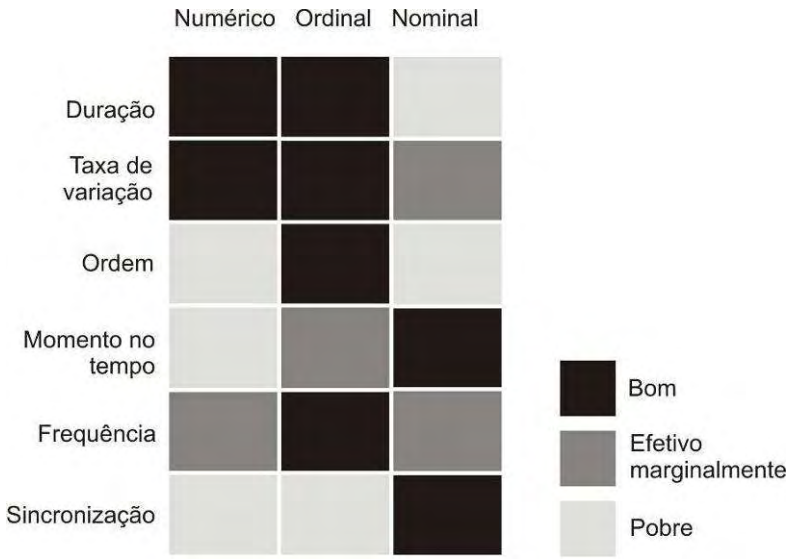


Figura 15: Sintaxe das variáveis dinâmicas
(Fonte: adaptado de MACEACHREN, 1995).

3.2.2 Animação não-temporal

A animação não-temporal expressa o comportamento de uma série de dados independentemente do tempo, ou seja, os tempos do display e da base de dados não estão vinculados ao tempo mundial. Os atributos e a localização podem sofrer mudanças ou não, neste último caso a mudança ocorre na classificação dos dados representados ou seu tratamento gráfico (PETERSON, 1995). A finalidade desse tipo de animação é mostrar relacionamentos espaciais ou esclarecer atributos geométricos do fenômeno mapeado. As animações podem ocorrer para diferentes dados em um único mapa, ou o mesmo dado em diferentes representações ou classificações. São exemplos de animações não temporais (KRAAK e ORMELING, 2003):

- *Mapa cloroplético* com uma animação alternando em diferentes métodos de classificação;

- *Conjunto de dados* representados em diversas formas (mapa de pontos, figuras proporcionais, superfície estatística, mapa de isolinhas etc);

- Mapas com *símbolos animados* para atrair atenção do usuário (ênfase);

- *Simulações de vôo*.

Da mesma forma as seguintes variáveis podem ser definidas para representação animada dos fenômenos geográficos para o domínio não temporal (DIBIASI et al, 1992; BLOCK, 1999 e MACEACHREN, 1995):

- *Aparecimento / desaparecimento:* consiste no surgimento de um novo fenômeno ou desaparecimento de um existente;

- *Mutação:* implica na alteração dos atributos de um fenômeno sem que suas características geométricas sejam alteradas. A mutação pode se dar no nível nominal (alteração da tipografia) ou no nível ordinal, intervalar ou proporcional (alteração do tamanho – crescimento ou decrescimento – sem modificar sua forma);

- *Movimento:* essa alteração pode ocorrer tanto na posição espacial do fenômeno, o que implica na mudança contínua de posição ao longo de uma trajetória, quanto em sua geometria, caracterizando-se pelo deslocamento de apenas uma parte de sua fronteira (a forma do fenômeno sofre alteração).

Uma das áreas que pode se beneficiar desses recursos de interatividade e animação é o ensino da cartografia. Dentre os produtos utilizados no ensino, inclui-se o Atlas escolar.

3.3 Atlas escolar interativo

Denomina-se “Atlas” as coleções de mapas ordenados, reunidas em um único conjunto ou volume, com a finalidade de comunicar aos usuários aspectos temporais e espaciais da realidade que interessam a cada cidadão, bem como à sociedade da qual faz parte (MARTINELLI, 1998). O propósito de

combinar mapas disponibilizados em uma seqüência particular é direcionar o leitor a uma conclusão específica. A combinação de mapas e outras fontes de informação, bem como sua forma estrutural, é considerada intencional e está vinculada aos objetivos que se deseja alcançar (KRAAK e ORMELING, 2003). Sendo assim um Atlas é estruturado conforme mostra a Figura 16.

Os Atlas Escolares, por serem voltados ao ensino, necessitam de uma linguagem cartográfica simplificada, que evidencie as feições essenciais da paisagem física e humana. Na criação de um Atlas escolar deve-se levar em consideração a ligação entre a percepção da criança, sua competência cognitiva e de como se relacionam com produtos cartográficos. De acordo com Santil (2001), o Cartógrafo deve adaptar a sua linguagem à realidade da criança, para que esta compreenda as informações contidas no mapa.

Figura 16: Esquema estrutural de um Atlas
(Fonte: adaptado de KRAAK e OMERLING, 2003)

O Atlas Escolar é o melhor exemplo de integração das mais variadas formas de representação (mapas, textos, gráficos, diagramas, desenhos, fotografias etc), utilizadas para apresentar a informação que se deseja. A interpretação correta pelos alunos, de imagens, gráficos e demais representações que auxiliam o entendimento dos mapas são essenciais no ensino e devem subsidiar o entendimento da mensagem (WINN,1987). Este objetivo pode ser mais

facilmente alcançado ao utilizar os recursos multimídia, uma vez que a interatividade é considerada um dos elementos mais importantes para o auxílio na visualização e comunicação cartográfica (PETERSON, 1995).

Atualmente, devido às evoluções tecnológicas desde o aparecimento do termo, o nome Atlas também é utilizado para uma coleção de mapas armazenada em meio digital e recebe assim, a denominação de Atlas Eletrônico.

A classificação dos Atlas segundo seus objetivos, conforme exposto, também pode ser atribuída aos Atlas Eletrônicos, embora estes sejam primeiramente agrupados de acordo com sua complexidade operacional e o nível de interatividade que oferecem. Levando em consideração estes aspectos, KraaK e Ormeling (2003) distinguem três tipos de Atlas Eletrônicos:

- *Atlas Eletrônicos "só para ver" (view-only):* considerados como versões eletrônicas dos Atlas em papel, sem que haja funcionalidade extra, entretanto, possibilita o acesso aos mapas de forma aleatória. A vantagem com relação aos Atlas em papel é a diminuição considerável dos custos de produção e distribuição;

- *Atlas Eletrônicos interativos:* permitem a manipulação de conjuntos de dados. Pode-se, por exemplo, mudar o projeto de cores, ajustar o método de classificação ou modificar o número de classes;

- *Atlas Eletrônicos analíticos:* exploram, de maneira otimizada, o meio digital. Conjuntos de dados podem ser combinados de maneira que fiquem restritos a temas pré-definido. Cálculos e manipulações sobre áreas, sobre temas, além de funcionalidades específicas de um SIG também podem ser efetuados.

Os Atlas eletrônicos possuem inúmeras vantagens em relação aos Atlas impressos devido à possibilidade de disponibilizar informações em um ambiente gráfico interativo, o que propicia: mudança de escala utilizando o recurso de *zoom*; animação para descrever fenômenos espaço-temporais; recursos de multimídia; ferramentas de criação e manipulação de mapas (simulação de relacionamentos, manipulação de banco de dados, mudança da simbologia etc);

além da facilidade de atualização dos dados sempre que necessário. (SLOCUM, 1995; WATERS e De LEEUW, 1987).

Na educação, a Cartografia multimídia torna-se uma poderosa ferramenta no ensino da Geografia, pois a interatividade fornecida pelo meio digital é um atrativo tanto para alunos como para professores e estimula ambos a explorarem seus recursos, através da utilização do Atlas Eletrônico como instrumento essencial de investigação (WATERS e De LEEUW, 1987).

4 METODOLOGIA E PROJETO DO ATLAS ESCOLAR INTERATIVO

A metodologia para o desenvolvimento do protótipo de Atlas Eletrônico Escolar Interativo consiste de duas grandes etapas (Figura 17): projeto cartográfico e produção do Atlas. A primeira etapa tem por objetivo elaborar o projeto, desde a análise de demanda do usuário, organização da informação e formato de apresentação das informações à interface visual, levando em consideração o perfil e necessidades do usuário e a característica da mídia utilizada. Já a etapa seguinte (etapa de produção) consiste na implementação do aplicativo, na qual se inclui a aquisição da base de dados geográficos, bem como o desenvolvimento da interface, composta de tarefas para educação cartográfica e ambiental.

O projeto cartográfico, o qual enfoca principalmente a interatividade proporcionada pela relação aluno X ambiente digital, constitui-se de quatro etapas principais: Análise da demanda do usuário, projeto de composição geral (variáveis interdependentes), elaboração do modelo de dados geográficos (abordagem GEO-OMT) e projeto gráfico e de interface.

4.1 Análise da demanda do usuário

A análise de demanda do usuário consiste em um levantamento de informações e dados que auxiliarão o projetista a direcionar sua aplicação, de forma que esta atenda às necessidades do público alvo. Torna-se necessário, portanto, atentar para todos os fatores que fazem parte do processo de criação do produto, por exemplo: necessidades, nível de entendimento e percepção do usuário, meio de representação, circunstâncias de uso, complexidade da informação, possibilidades técnicas, custos etc. Sendo assim o produto poderá atender às expectativas do usuário (KOLACNY, 1977).

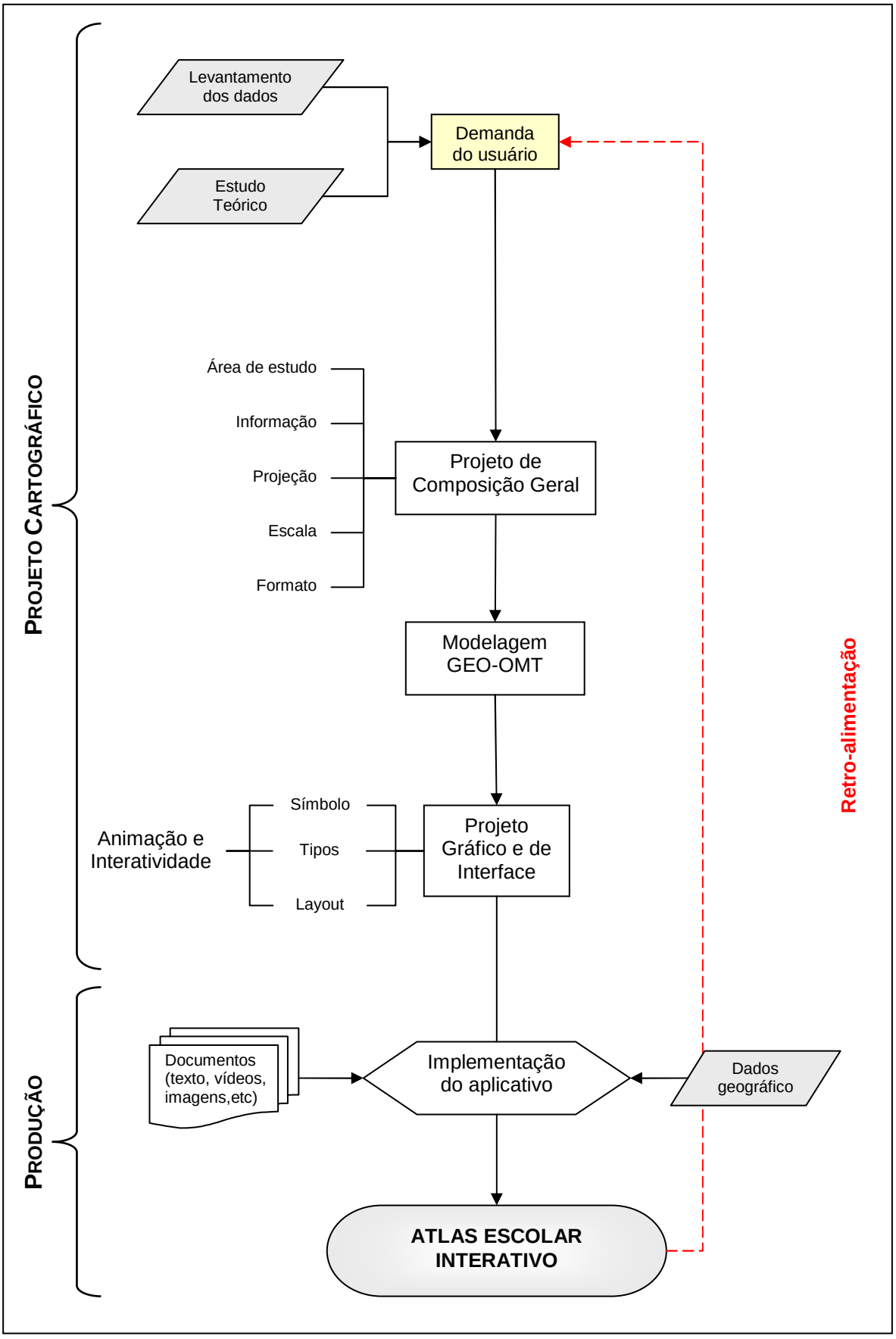


Figura 17: Fluxograma das etapas do projeto cartográfico e produção do Atlas Escolar Interativo

O levantamento das informações pode ser feito de diversas maneiras. Alguns dos métodos de coleta de informações mais utilizados, de acordo com Moser e Kalton (1972), são: questionários, entrevistas, levantamento e análise documental e observação.

No presente projeto, a coleta de dados para a obtenção das informações pertinentes à demanda do usuário foi realizada principalmente por meio de análise documental. Inicialmente, foi feito um estudo teórico-metodológico do desenvolvimento cognitivo infantil baseado na teoria de Piaget, da comunicação cartográfica aplicada à fase operatória formal (crianças a partir de 11 anos), e dos tipos de estratégias que podem ser utilizados em concomitância com o ambiente digital. Estudo este já discutido na seção 2 deste trabalho. Além disso, foi feita uma análise documental de dois livros didáticos de geografia (GIARDINO, [200-?]a, [200-?]b), adotados na escola PLURI de Presidente Prudente.

A fim de complementar estas informações, foi realizada uma reunião com os representantes do CBH-AP, na qual ficou definida a inserção do Atlas Escolar Interativo no projeto “Pelo Caminho das Águas”, desenvolvido em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/unesp). Portanto, o Atlas deve enfatizar a questão das águas e da conservação ambiental, utilizando inclusive mapas na escala regional no nível das bacias hidrográficas do rio Aguapeí e do rio Peixe. Outro livro utilizado, portanto, foi o manual de educação ambiental, fornecido pelo Comitê de bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (2003).

O Atlas proposto deverá fornecer ferramentas para auxiliar na formação dos alunos quanto às habilidades cognitivas, bem como introduzir conceitos e valores de educação ambiental e conscientização ecológica.

4.1.1 Análise documental dos livros didáticos

Os diferentes tipos de documentos podem complementar as informações obtidas por outros métodos de coleta de informações sobre a população. Este tipo de informação pode ser resgatado de documentos históricos, relatórios estatísticos, registros institucionais e outras fontes. É necessário,

entretanto, que se considere se as fontes pesquisadas são adequadas para o propósito: abrange a mesma população que a sua pesquisa? Estão envolvidas as mesmas definições? Quão acurada é a informação extraída? É necessário atualizar? (MOSER e KALTON, 1972)

Com base no estudo teórico-metodológico (discutido na seção 2) a população definida consiste em crianças de 5ª e 6ª série do ensino fundamental. Nos livros didáticos de geografia foram identificados os seguintes conteúdos: direções cardeais, coordenadas geográficas, elementos básicos de um mapa, projeções cartográficas, formas de representação da Terra, e utilização de mapas. Os demais assuntos abordados no livro estão relacionados com educação ambiental: importância das águas para o planeta, conservação do meio-ambiente, saneamento básico, meios de transporte. Estes são assuntos que podem ser trabalhados utilizando mapas como ferramentas de pesquisa para analisar informação. Por exemplo: relação entre água doce e água salgada, mananciais e Rios do Estado de São Paulo e do município, qualidade da água do Estado de São Paulo, meios de transporte etc.

4.1.1.1 Conteúdo do livro didático de geografia

Giardino ([200-?]a) inicia o estudo dos conceitos cartográficos com a definição de pontos de referência e de direções cardeais e colaterais, importantes para localização. Para o estudo dos elementos de um mapa (escala, legenda, título e subtítulo) são apresentadas as seguintes atividades: criação de croquis, identificação de informações pela legenda (simbologia) e toponímia, direção e referenciais, análise de diferentes mapas temáticos de uma mesma região e interpretação das informações, e trabalho inicial de escala. São apresentados em seguida os conceitos de projeções e representação da Terra (mapa-múndi), para posterior análise de identificação de oceanos, continentes e seus limites.

O estudo das coordenadas geográficas está relacionado com a definição de paralelos e meridianos, latitude e longitude. No ensino de coordenadas e localização, destaca-se a estratégia recomendada pelo autor em adotar o jogo Batalha Naval para exemplificar como os pontos podem ser

localizados por meio de um sistema de coordenadas. De acordo com Giardino ([200-?]a), este tipo de ferramenta é importante, pois o jogo é de fácil entendimento e permite um trabalho mais concreto, facilitando o aluno a entender as coordenadas geográficas como forma de localização.

Todas essas atividades descritas podem ser introduzidas em atlas eletrônicos, utilizando recursos de animação e interatividade que auxiliarão na compreensão do aluno quanto aos elementos constituintes do mapa. Estes recursos possibilitam a apresentação imediata do resultado como resposta às modificações no mapa feitas pelo próprio aluno, como por exemplo, alterações na legenda e seu efeito no mapa. Por exemplo, para iniciar o trabalho de representação da Terra, Giardino ([200-?]a; [200-?]b) sugere que se trabalhe com um globo terrestre para que a criança veja a forma da Terra. Este recurso pode ser suprido por meio de animações 3D, o que permite também uma melhor interpretação quanto ao conceito de projeções. Além disso, pode-se utilizar animações criadas para demonstração das teorias de formação dos continentes, incorporando assim um caráter mais realístico à explicação.

4.1.1.2 Conteúdo de educação ambiental

De acordo com a Lei nº 9.795/99 a Educação Ambiental envolve os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sustentabilidade. Entende-se ainda por Educação Ambiental escolar, a desenvolvida no âmbito dos currículos de instituições de ensino públicas e privadas, englobando a educação básica (infantil, fundamental e médio), superior, especial, profissional e educação de jovens e adultos.

Comitê de bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (2003) acrescenta ainda que “a Educação Ambiental é um processo contínuo de aprendizagem pelo qual buscamos produzir interações culturais, morais e espirituais com o nosso próximo, assim como uma integração com os demais seres da natureza”. De acordo com essas definições, compreende-se que a idéia

básica consiste na idéia de promover a conscientização ecológica e de cidadania responsável. Dentre os princípios básicos da Educação Ambiental incluem-se: a concepção do meio ambiente em sua totalidade considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade; a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais; a permanente avaliação crítica do processo educativo; e a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;

4.1.2 Definição das atividades e tarefas

Antunes et al (1993), sugere diversos exercícios para desenvolver habilidades necessárias à leitura de mapas. Utilizando estas sugestões, definiu-se algumas atividades cartográficas principais, as quais deverão ser explorados na modelagem do Atlas proposto. Tais atividades podem ser agrupadas quanto às relações viso-espaciais que as caracterizam, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Relação viso-espacial das atividades cartográficas

Atividade cartográfica	**Relação viso-espacial**
Seleção e criação de símbolos	Relação simbólica
Localizar ponto, linha e área, usando relações espaciais	Relação topológica
Identificar direções cardeais	Relação projetiva
Compreender a mudança de referenciais e perspectiva	
Interpretar escalas e relacioná-la com o nível de generalização	Relação Euclidiana
Calcular distâncias utilizando escala gráfica e numérica	
Analisar a distribuição de dados	Relação social
Espacializar relações sociais	

Estas relações possuem uma dependência linear. As relações topológicas, por exemplo, não podem ser trabalhadas sem que a criança já tenha compreendido as relações simbólicas; da mesma forma as relações projetivas só podem ser estabelecidas depois que a criança tiver o domínio sobre as duas relações anteriores. Sendo assim, para trabalhar a última relação (denominada “relação social”) que implica na análise e síntese das informações contidas no

mapa, o aluno precisa entender a relação entre significado e significante (simbolização) e precisa estar familiarizado com o conceito de coordenadas, direções, sistema de projeção e escala.

Para o desenvolvimento desse protótipo, propôs-se um conjunto de procedimentos para a realização das atividades necessárias à alfabetização cartográfica, bem como o tipo de relação cognitiva destas atividades conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Proposta metodológica para a alfabetização cartográfica, utilizando o ambiente digital

Atividade	Objetivo	Estratégia	Tarefa	Recurso
I Identificar a posição de uma feição	▪ Interpretar símbolos o símbolos pictóricos o símbolos geométricos o símbolos alfanuméricos	**1.** Troca de símbolos numéricos por símbolos pictóricos pré-definidos e vice-versa	Recursos e ferramentas computacionais que proporcionam a escolha de símbolos e a troca automática destes	lista de opções
II Identificar direções cardeais	▪ Determinar as direções cardeais ▪ Compreender a mudança de referencial / perspectiva	**2.** Conceituação das direções Norte, Sul, Leste, Oeste; paralelos e meridianos; longitude e latitude	a) Simulação do relógio de sol	animação
		3. Modificar a perspectiva de um objeto conforme a direção escolhida	a) Escolher a direção, clicando no desenho (boneco) ou digitando b) Permitir a visualização 2D do objeto associada à 3D	animação imagem mapa
III Interpretar a escala de um mapa	▪ Compreender a Mudança de escala	**4.** Mostrar visualização de uma mesma área (abrangência da visualização e quantidade de informação conforme a escala)	a) Manipulação de zoom b) Comparar mapa com e sem generalização	Zoom

IV Utilizar a escala	▪ Calcular distância	**5.** Conceituação de escala	a) Exemplo: determinar a escala de uma foto de um objeto que pode ser medido pelo aluno. b) Simulação de como calcular	texto vídeo animação
		6. Cálculos envolvendo distância euclidiana	Qual a menor/maior distância	som animação
V Sintetizar informações extraídas do mapa	▪ Analisar a distribuição dos dados ▪ Comparar diferentes mapas ▪ Espacializar as relações sociais	**7.** Análise de fenômenos em um mapa temático	a) Identificar o fenômeno que está sendo representado b) Redigir a análise da distribuição espacial deste fenômeno (relatório)	animação texto
		8. Análise de fenômenos em dois ou mais mapas temáticos	a) Comparar temas diferentes entre dois ou mais mapas de uma mesma região, e relacioná-los. b) Analisar a ocorrência de um mesmo fenômeno em épocas diferentes	Layers animação

4.2 Variáveis interdependentes

A composição do mapa envolve algumas variáveis básicas, as quais devem ser definidas com base em um propósito: área geográfica, nível de informação, escala e formato (Figura 18), além da projeção.

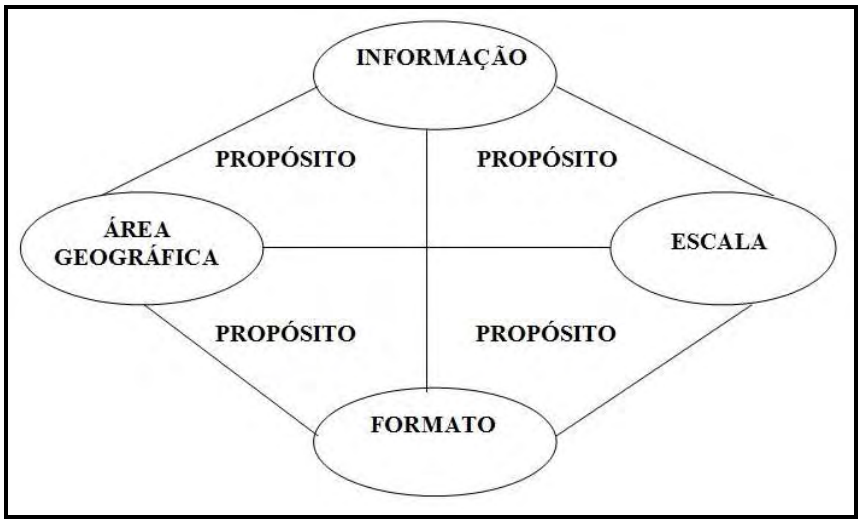


Figura 18: Variáveis interdependentes do projeto cartográfico
(Fonte: Adaptado de KEATES, 1989 apud DECANINI e IMAI, 2000)

A primeira decisão a ser tomada é em relação à área geográfica, uma vez que não se pode considerar qualquer mapa até que esta seja conhecida. (KEATES, 1989). A escolha da escala controlará a quantidade de detalhes que podem ser mostrados e o formato será em função do tamanho necessário do mapa para cobrir a área naquela escala (KEATES, 1989).

A especificação dessas variáveis para o projeto do Atlas será descrita nos itens que se seguem.

4.2.1 Caracterização da área de estudo

Neste projeto, as regiões geográficas definidas foram (Figura 19): mundo, continente, país, estado, Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) e cidade. Para definição dos sistemas de projeção das áreas geográficas, adotou-se o mesmo dos dados originais, exceto pela projeção atribuída ao mundo, conforme apresentado na Tabela 8.

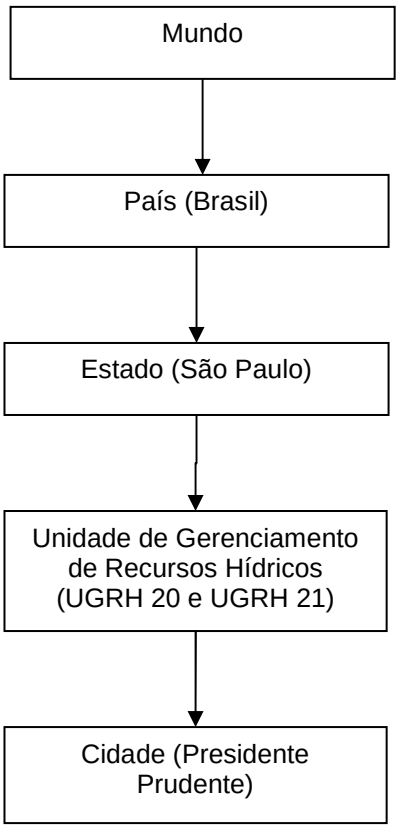


Figura 19: Regiões geográficas definidas para o protótipo do Atlas

Tabela 8: Sistema de projeção para as regiões geográficas

Região geográfica	**Projeção**
Mundo	Cilíndrica de Miller
Brasil	Policônica
Estado de São Paulo	Cônica Conforme de Lambert
UGRHI's 20 e 21	Cilíndrica Transversa de Mercator
Presidente Prudente	Cilíndrica Transversa de Mercator

As Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí (UGRHI 20) e Peixe (UGRHI 21) estão localizadas na região oeste do Estado de São Paulo e correspondem às Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 20 e 21, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 20.

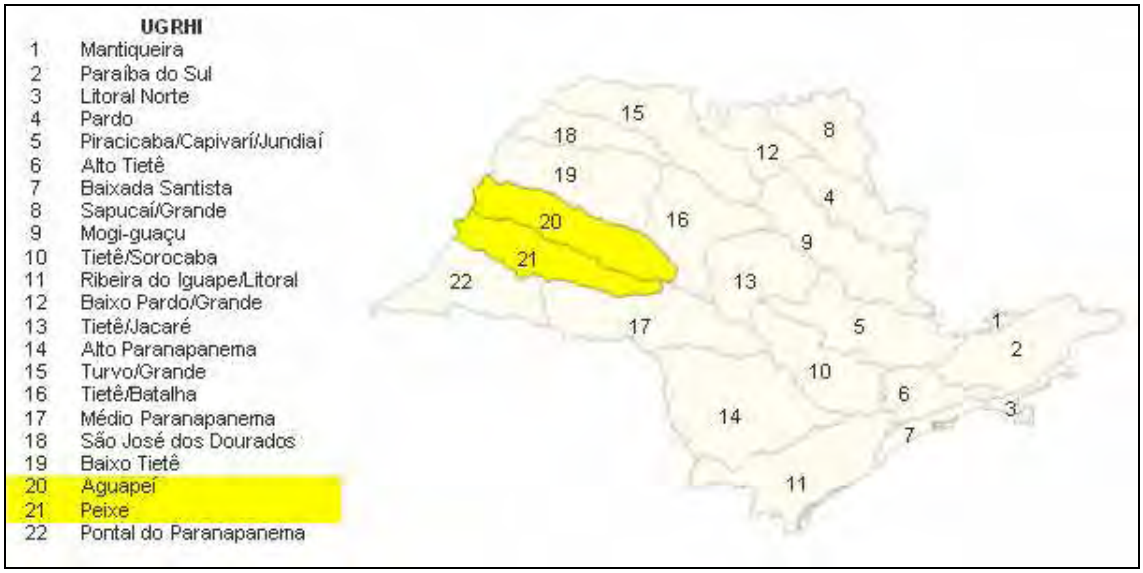


Figura 20: Distribuição das UGRHI's no Estado de São Paulo

A escolha da escala controla o nível de informação apresentada, e deve estar compatível com o formato da mídia. Portanto, na determinação da escala cartográfica (Tabela 9), utilizada para cada área geográfica definida, considerou-se a configuração mínima de mídia (monitor de 15' com resolução de 800 X 600 pixels) e a área disponibilizada para o display do mapa.

A área do display varia conforme a necessidade de espaço marginal para posicionamento de tarefas, estratégias e botões. Desta forma, cada tipo de tarefa permitiu uma área de *display* compatível com o uso de espaço.

Tabela 9: Escalas cartográficas para as areas geográficas

Área geográfica	Região	Escala cartográfica
Mundo	-	1:250.000.000
País	Brasil	1:35.000.000
Estado	São Paulo	De 1:7.500.000 a 1:9.000.000
Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	UGRHI's 20 e 21	1:1.700.000
Cidade	Presidente Prudente	De 1:1.000 a 1:200.000

4.2.2 Classificação da informação para o Atlas Eletrônico

A informação geográfica a ser representada no mapa foi organizada de acordo com as seguintes características (Tabela 10): nível de representação

(área geográfica), as classes geográficas para cada nível, o domínio representativo das classes, as dimensões espaciais (pontual, linear e zonal) do domínio e seus níveis de medida que podem ser qualitativo (≠), ordenativo (O) ou quantitativo (Q).

Tabela 10: Classificação da informação geoárafica

Nível de represen-tação	**Classe geográfica**	**Domínio**		**Dim. espacial**	**Nível medida**
Mundo	Continente	<Sub-Classe> América do Norte; América do Sul; América Central; Europa; Ásia; África; Oceania; Antártida	*[Nome]*	Área	≠
País (Brasil)	Estado	*[Nome]*		Área	-
	Divisão Regional	<Sub-Classe> Norte; Nordeste; Sudeste; Centro-Oeste; Sul.	*[Nome]*	Área	≠
	População	<Sub-Classe> População por estado brasileiro: - até 5 milhões de habitantes - de 5 a 12 milhões de habitantes - de 12 a 25 milhões de habitantes. - mais de 25 milhões de habitantes		Ponto	O
	Cobertura vegetal	<Sub-Classe> Formações Florestais; Formações Arbustivas e Herbáceas; Formações Complexas.		Área	≠
	Clima	<Sub-Classe> Superúmido, Úmido; Semi-úmido; Semi-árido.		Área	O
Estado (São Paulo)	Cidade	<Sub-Classe> Sede administrativa; Capital estadual	*[Nome]*	Ponto	O
	Cobertura vegetal	<Sub-Classe única > vegetação nativa:		Área	≠

		Presença; Ausência;			
	Agricultura	<Sub-Classe única > área de expansão da cultura cafeeira: Presença da cultura Ausência da cultura		Área	≠
	UGRHI	*[Nome]*		Área	-
Bacia Hidrográfica (UGRH 20 e 21)	Município	<Sub-Classe> Sede administrativa.	*[Nome]*	Área	-
	Hidrografia	Curso d'agua *[Nome]*		Linha	≠
		Nascente		Ponto	-
	Cobertura vegetal	<Sub-Classe> Mata ciliar		Área	≠/Q
Município	Poluição	<Sub-Classe> Industrias poluidoras: Muita poluição; Média poluição; Pouca poluição.	*[Nome]*	Ponto	O
	Saneamento básico (sedes municipais)	<Sub-Classe> População com tratamento de esgoto; População sem tratamento de esgoto		Linha	≠
Cidade (Presidente Prudente)	Área verde	Parque		Área	-
	Hidrografia	Curso d'agua *[Nome]*		Linha	-
		Lago / represa *[Nome]*		Área	
	Rede Viária	Avenida		Área	≠
		Quadra		Área	-
	Cobertura vegetal	<Sub-Classe> *mesma atribuída para o nível do Estado*		Área	Q
	Pontos de referência	<Sub-Classe> Delegacia; Hospital; Igreja Matriz; Biblioteca; Bombeiro; Prefeitura.	*[Nome]*	Ponto	≠

4.3 Modelagem conceitual dos dados (modelo Geo-OMT)

Um modelo de dados busca representar, em um sistema informatizado, as várias relações que envolvem objetos e fenômenos no mundo real (BORGES e DAVIS, 2003). Devido à complexidade que envolve esta representação e às limitações dos Sistemas de Gerenciamento de Banco de

Dados (SGDB), deve-se recorrer à uma representação simplificada, porém adequada às finalidades da aplicação. Este processo de modelagem dos dados é de grande importância para o desenvolvimento de um aplicativo.

O modelo Geo-OMT se destaca por atender a quase a totalidade dos requisitos de aplicações geográficas, como mostra a Tabela 11. Borges e Davis (2003) destacam que o modelo Geo-OMT é o único que diferencia explicitamente as relações espaciais das simples, além de possibilitar o estabelecimento de regras de integridade espacial associadas às primitivas de representação, o que também não é considerado nos outros modelos.

Tabela 11: Requisitos de aplicações geográficas X modelo de dados geográficos

Características gerais	**GEO-OMT**	**EXT. IFO**	**MGEO+**	**OMT EXT.**	**GISER**	**GEO-OOA**	**GMOD**	**MODUL OR**
Representa os conceitos de campos	✓		✓		✓		✓	
Representa os conceitos de objetos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Diferencia as relações espaciais das associações simples	✓							
Suporta relações de agregação	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Possui primitivas para agregação espacial	✓			✓		✓		
Representa relação topológica de conectividade	✓				✓	✓		
Representa classes convencionais e georreferenciadas.	✓					✓		✓
Representa múltiplas *views* de uma mesma entidade	✓		✓		✓		✓	✓
Possui primitivas para representações de múltiplas *views*	✓							
Possui regras de integridade espacial	✓							
Modela a temporalidade dos dados geográficos					✓	✓	✓	✓

Fonte: adaptado de Borges e Davis (2003).

O modelo Geo-OMT é baseado em três conceitos principais: classes (convencionais ou georreferenciadas), relacionamentos (simples, espaciais ou em rede) e restrições de integridade espaciais (BORGES e DAVIS, 2003). As classes convencionais descrevem um conjunto de objetos sem propriedade geométrica semelhantes entre si. Já as classes georreferenciadas, implicam em um conjunto de objetos espacialmente representados, associados à regiões da superfície da

Terra (CÂMARA, 1995). No modelo, a classe georreferenciada indica o tipo de representação do dado que se refere, conforme mostrado na figura 21.

Figura 21: Tipo de representação do dado para a classe georreferenciada
(Fonte: adaptado de BORGES e DAVIS, 2003)

As restrições de integridade espaciais são regras atribuídas a classes georreferenciadas. São elas: dependência espacial (derivada das primitivas “união” e “subdivisão”), continência (derivadas da primitiva “contém”), generalização espacial, disjunção, conectividade, associação espacial e regras de geo-campo. Além disso, o modelo Geo-OMT possui outras representações de grande utilidade para o banco de dados geográficos como, por exemplo, a generalização (variação da representação pela escala ou da forma) e a agregação (“subdividido em”, “união de” e “contém”)

Diferentemente de outros modelos, o modelo Geo-OMT adota o conceito de temas (assuntos) e não o de camada ou *layers*. Em aplicações geográficas, geralmente, há uma grande quantidade de temas, por isso constrói-se o diagrama de temas a fim de facilitar a visualização dos diversos níveis de informação envolvidos na aplicação, favorecendo o incremento do nível de abstração. O diagrama de temas é útil em projetos de grande dimensão, pois “fornece uma visão global de todo o ambiente da aplicação auxiliando na compreensão da abrangência do projeto georreferenciado” (BORGES e DAVIS, 2003). O uso de temas auxilia na subdivisão da modelagem em partes.

4.3.1 Diagrama de temas

A modelagem foi feita baseando-se na tabela de classificação das informações (Tabela 8 da seção 4.2.1.), o diagrama de temas (Figura 22) está mais bem detalhado no Apêndice A deste relatório. O objetivo da aplicação é oferecer mapas passíveis de manipulação por alunos de 5ª e 6ª séries, abordando temas de geografia e educação ambiental, com enfoque especial na UGRHI das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (UGRHI 20 e UGRHI 21).

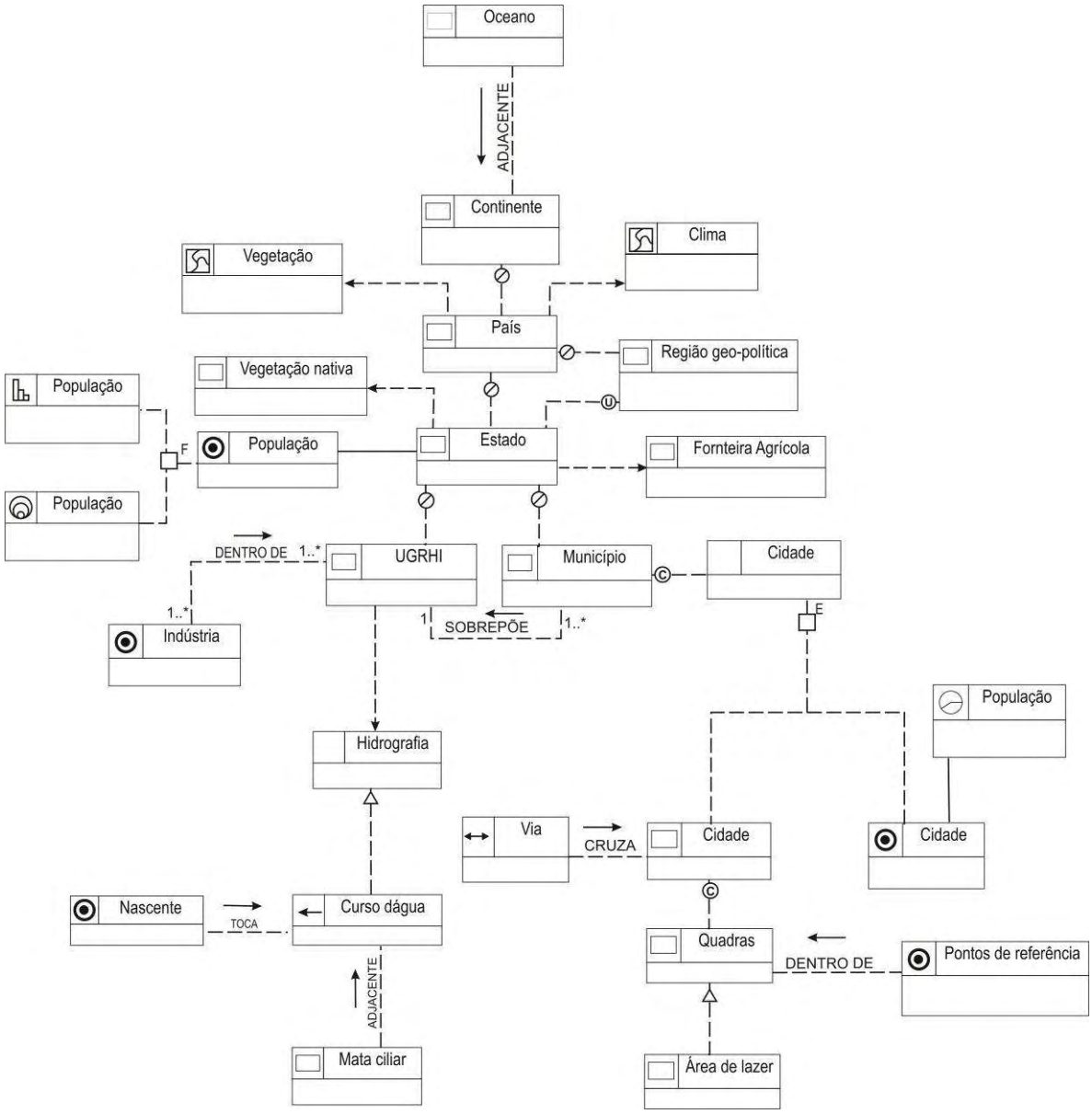


Figura 22: Diagrama de temas simplificado

De acordo com o Diagrama de temas construído, a maior área geográfica corresponde ao nível mundial, representado pelo conjunto de *continentes* e *oceanos* adjacentes. A superclasse *continente* é instanciada em

cinco classes, quais sejam: América, Ásia, África, Europa e Oceania. Além disso, o continente é subdivido em países, sendo que um desses países é o *Brasil*, o qual corresponde à segunda área.

O domínio *Brasil* está dividido territorialmente em regiões geopolíticas (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste) e em *estados*, sendo que as regiões geopolíticas são formadas da união de estados adjacentes. Os temas *clima* e *vegetação nativa* estão associados a este domínio.

Estão vinculadas à superclasse *estado* as informações a respeito da população absoluta, sendo esta representada por círculos proporcionais e barras. Uma instância desta superclasse é o *Estado de São Paulo* (3ª área), o qual inclui os temas relacionados à *cobertura vegetal* remanescente e áreas de ocupação da *cultura cafeeira*. O *Estado de São Paulo* é subdividido em municípios e UGRHI's, com a condição de que um ou mais município está sobreposto a uma ou mais UGRHI. Os municípios são apresentados como polígonos, dentro dos quais estão as cidades.

Cidade é especializada parcialmente em sede municipal e na capital estadual. Em ambos casos a representação pode ser por ponto ou área, variando de acordo com a escala. Às sedes municipais estão vinculadas as informações sobre população absoluta e quantidade de habitantes sem e com saneamento básico. As *vias* (avenidas, ruas e ferrovias) cruzam a *cidade*, a qual possui quadras, que podem ser especializadas em área de lazer e contém pontos de referência (inseridos nas quadras).

A *hidrografia*, que corresponde às nascentes, cursos d'água e lagos, é uma classe de geo-objetos representada sobre outra classe de geo-objetos que, no caso, são as UGRHIs. Portanto só aparecem no nível de visualização das bacias hidrográficas, as quais possuem também a representação de mata ciliar, adjacente aos rios.

4.4 Projeto gráfico e de interface

O projeto gráfico é dividido em subprojetos, que consistem em: projeto de símbolos e projeto de fontes (tipologia). O projeto do *layout* está vinculado ao projeto da interface.

4.4.1 Projeto de símbolos

Segundo Hara (1997), durante a elaboração de um mapa, os símbolos devem ser cuidadosamente organizados de modo a comunicar um padrão ou um relacionamento geográfico, por isso o projeto de símbolos cartográficos é considerado uma das etapas mais importantes no processo de comunicação cartográfica. A simbologia de um mapa temático deve ser estabelecida de forma que as propriedades perceptivas visuais, dos símbolos pontuais, lineares ou de área, representem as características ou níveis de medida do fenômeno geográfico determinados pelo propósito do mapa (ROBBI, 2000). Sendo assim, os símbolos cartográficos não podem ser considerados isoladamente, criando a necessidade de avaliá-los no final do processo do projeto cartográfico (BLOK, 1987).

Em termos de comunicação cartográfica, símbolos cartográficos podem ser comparados com palavras em uma linguagem: palavras têm um significado próprio, sendo que uma coleção de palavras dispostas de acordo com regras gramaticais caracteriza uma determinada informação. Além disso, as cores e contrastes são bastante utilizados na produção de símbolos cartográficos (BOS, 1984). Foi elaborado um projeto de símbolos cartográficos (Tabela 12) baseando-se nas características das informações geográficas a serem representadas, quanto à dimensão espacial e ao nível de medida requerido, dentro do contexto do mapa.

Tabela 12: Projeto de símbolos cartográficos

Nível de Visualização	**Classe Geográfica**	**Sub-Classe**	**Símbolo**
Mundo	Grid	Latitude e Longitude	
	Continente	América do Norte	
		América Central	
		América do Sul	
		Europa	
		Ásia	
		África	
		Oceania	
		Antártida	
País	País	Brasil	
	Divisão	Divisão Regional (Regiões)	
		Divisão Estadual	
	População	Crescimento populacional por estado brasileiro: círculos proporcionais (milhões de habitantes)	
		- Até 5 (pop <=5)	Raio (mm) Min = 5 Max = 50
		- de 5 a 12 (5 < pop <= 12)	
		- de 12 a 25 (12 < pop <= 25)	
		- mais que 25 (pop > 5)	
		Crescimento populacional por estado brasileiro (gráfico de barras)	
		- Até 5 (pop <=5)	Altura (mm) Min = 5 Max = 50
		- de 5 a 12 (5 < pop <= 12)	
		- de 12 a 25 (12 < pop <= 25)	
		- mais que 25 (pop > 5)	
	Vegetação	Formações arbustivas e herbáceas	
		Formações florestais	
		Formações Complexas	
		Formações Litorâneas	
		Subdivisões	
	Clima	Semi-árido	
		Semi-úmido	
		Úmido	
		Super-úmido	
Estado	Estado	São Paulo	
	Cidade	Sede municipal	
		Capital estadual	
	Cobertura vegetal	Presença de vegetação nativa	
		Ausência de vegetação nativa	
	Expansão do café	Área cultivada	
		Área não cultivada	
Unidade de	Cidade	Sede municipal	

Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI)	Hidrografia	Curso d'água	
		Lagoa / Represa	
	Poluição	Industria: poluição alta (mais que 1.000 t_{DBO}[5]/ano)	
		Industria: poluição média (entre 100 e 1.000 t_{DBO}/ano)	
		Industria: poluição baixa (até 100 t_{DBO}/ano)	
	Vegetação	Mata ciliar	
	UGRHI	UGRHI 20	
		UGRHI 21	

Cidade	População	Número de habitantes: círculos proporcionais	
		- mais que 63.070 habitantes	Raio (mm) Min = 16 Max = 36
		- entre 27.971 e 63.069 habitantes	
		- entre 8.635 a 27.970 habitantes	
		- com menos de 8.634 habitantes	
		População com saneamento básico	
		População sem saneamento básico	
	Via	Rodovia principal	
	Quadra		
	Área de lazer	Parque	
	Feições	*Ver seção 5.2.1 deste relatório*	

4.4.2 Tipografia

Ainda na concepção gráfica, têm-se os chamados Tipos (ou Fontes), que se aplicam à toponímia e informação marginal. São fundamentais na identificação do objeto a ser mapeado, exercendo também forte influência sobre a aparência e a legibilidade do mapa. Portanto, no projeto cartográfico é preciso levar em conta a realização de um bom projeto tipográfico, aplicando-se as regras das variáveis visuais e considerando a questão da legibilidade no contexto do mapa (FAIRBAIRN[6], 1993, OXTOBY e VAN DEN WORM[7], 1986 apud DECANINI e IMAI, 2000).

A informação marginal segue o modelo do projeto de interface, utilizando a fonte padrão do aplicativo, conforme definido na Tabela 14 da seção

[5] T_{DBO} = tonelada de demanda bioquímica de oxigênio (DBO).
[6] FAIRBAIRN, D. J. On the nature of cartographic text. **The Cartographic Journal**. v.30, p.104-111, 1993.
[7] OXTOBY, P. & VAN Den Worm, J. **The application of type in cartography**. 1986.

4.4.3. Já a toponímia dos mapas foi criada utilizando a fonte *Verdana* do Windows, uma vez que esta é uma fonte do tipo bastão, o qual é “o mais simples e legível dos símbolos gráficos” (RIBEIRO, 2003). A Figura 23 mostra um mapa do Atlas que utiliza toponímia.

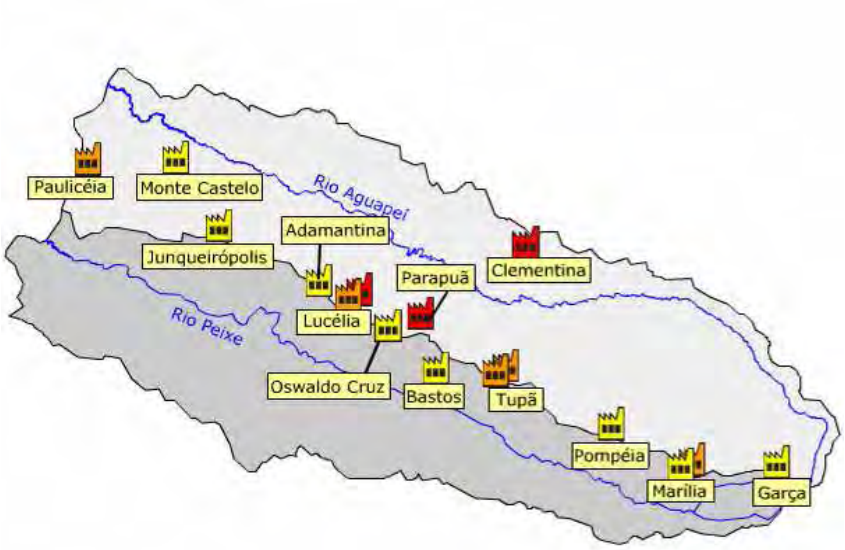


Figura 23: Mapa com toponímia utilizando a fonte Verdana

O nome dos rios e o nome dos municípios utilizam a fonte *Verdana* tamanho 12. Esta fonte é a que apresentou melhor legibilidade devido ao fato de ser sem serifa e de seus caracteres serem bem espaçados uns dos outros e, portanto, foi definida para ser utilizada em todos os mapas do Atlas que necessitem de toponímia.

4.4.3 Projeto de interface

O projeto de *interface* deve ser desenvolvido de forma que sua estética (aparência) seja agradável ao usuário e, para tanto, faz-se necessário o desenvolvimento de um bom *layout*, o qual está relacionado a um balanceamento e bom uso do espaço disponível. Trata-se, na verdade, da relação equilibrada entre os elementos gráficos que compõem o mapa (DECANINI e IMAI, 2000) de tal forma que não haja peso ótico em uma só direção (DENT, 1993).

A interação usuário-software é facilitada quando se pode formular um modelo mental a partir da manipulação intuitiva dos comandos no estado corrente da interface. De forma ideal, todas as interações devem seguir um padrão consistente, a fim de diminuir a necessidade de memorização e a possibilidade de erros. (PAULA FILHO, 2003). Para definir este padrão foram estabelecidos aspectos gráficos da interface referentes ao tipo de fonte utilizado, à cor predominante da interface, aos aspectos dos comandos globais e a simbologia cartográfica e gráfica. Para a cor da interface do Atlas (Tabela 13) foram escolhidos tons suaves de azul, baseando-se em programas de grande utilização pelas crianças que possuem acesso à internet, quais sejam: o programa de bate-papo *MSN Messenger* e a página de relacionamentos www.orkut.com. Pretende-se que a familiaridade das crianças com esses programas, torne-as receptivas com relação ao Atlas Escolar Interativo.

Tabela 13: Cores da Interface

Elemento da interface	**Cor (RGB)**	**Exemplo**	**Graduação da cor**
Plano de fundo	(241, 241, 241)		
	(184, 222, 250)		
Faixa lateral esquerda (local dos botões)	(241, 241, 241)		
	(218, 224, 231)		
Títulos	(77, 101, 125)		-
Face dos botões	(183, 199, 210)		-
Caixa de textos padrão	(255, 255, 255)		-
Caixa de textos em destaque	(255, 255, 255)		
	(255, 255, 153)		

A fonte padrão escolhida tanto para descrição dos botões de ação como para textos explicativos do Atlas foi a fonte *Comic Sans*, por ser uma fonte de fácil leitura, por ser uma letra bastão, porém com um diferencial que a torna mais infantil e mais propícia para o Atlas Escolar.

A fonte é apresentada em *caixa alta* e *negrito* para textos em destaques, ou no formato padrão (maiúsculo e minúsculo) para textos muito extensos ou de menor destaque. Em alguns casos, utilizou-se a cor vermelha para destacar palavras de importância considerável e a cor preta com destaque amarelo de fundo para destacar textos que merecem uma atenção especial (Tabela 14).

Tabela 14: Formato da fonte para as formas de apresentação do texto.

Utilização	**Formato da fonte**
Textos de títulos ou botões	TEXTO
Textos extensos ou de menor destaque	Texto
Textos em destaque	Texto
Textos de grande importância	Texto

Alguns comandos são globais, ou seja, aparecem em vários estados da janela e possuem uma só função definida. Tendem a se repetir para tornar a utilização do Atlas mais intuitiva. Alguns exemplos destes comandos são:

Educação cartográfica: vai para a página que contém os tópicos de educação cartográfica

Educação ambiental: vai para a página que contém os tópicos de educação ambiental

Exercícios: vai para a página de exercícios

Homepage: retorna à página inicial

Sair: sai do programa

Os símbolos utilizados foram definidos de acordo com duas funções: função ilustrativa (gráfica) e função representativa (cartográfica). Os símbolos denominados ilustrativos foram utilizados na interface do programa, como em botões e avisos. São ícones caracterizados pela natureza cômica e que possuem apelo ao imaginário da criança, podendo atrair sua atenção e sua aceitação. Para este conjunto de símbolos foi utilizado as fontes *Tombats*, gratuitas para download pela internet. Já os símbolos representativos ou cartográficos são aqueles utilizados nos mapas (descritos na seção 4.4.1), os quais vêm sempre acompanhados de legendas que especificam o tipo de feição que representam. Podem ser símbolos pictóricos (ou imitativos), os quais são auto-explicativos por produzirem uma imagem verossimilhante do objeto real, símbolos geométricos e símbolos alfanuméricos. Para estes símbolos foram utilizadas as fontes *Wingdings*, *Webdings* do Windows e as fontes da família *ESRI*.

O *Layout* dos mapas e textos é integrado à interface gráfica considerando-se a configuração mínima e mais popular de microcomputadores encontrada em algumas escolas públicas de Presidente Prudente (processador de 1GHz, memória RAM de 128 MB, monitor de 15” ou 17”, placa de vídeo de 8 MB, Windows XP). Portanto, para projetar o *layout*, considerou-se uma área de 800 por 600 pixels em uma tela de 15 polegadas. Este tamanho estipulado é fixo independente da resolução ou do tamanho de tela, portanto não é possível redimensionar ou maximizar a tela do Atlas. Desta forma pode-se garantir que os elementos constituintes da interface não se desloquem de forma inadequada.

Foram projetados três *layouts* base, conforme o seu conteúdo: apresentação, texto ou mapa. As telas de apresentação (*Layout* A) são constituídas de botões globais, botões de temas e título conforme ilustrado na Figura 24.

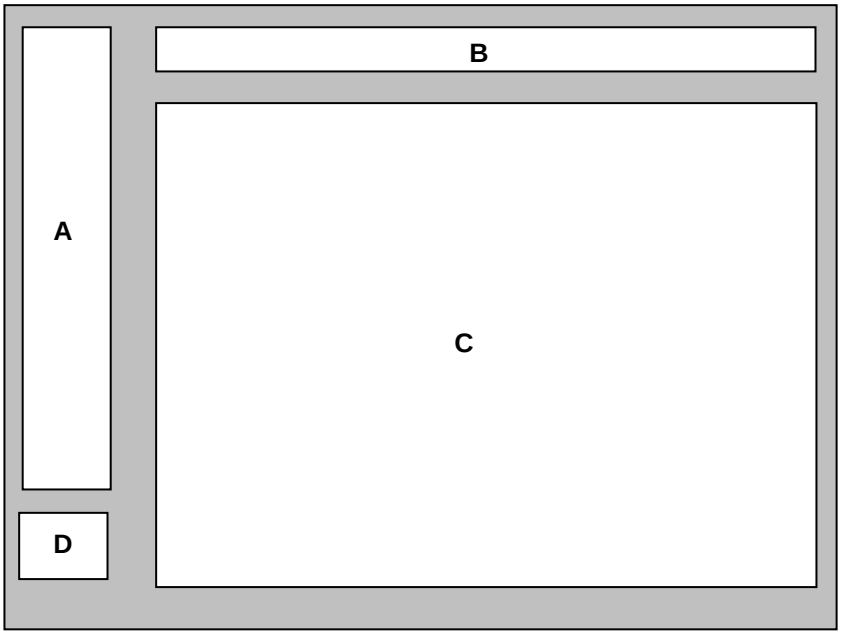
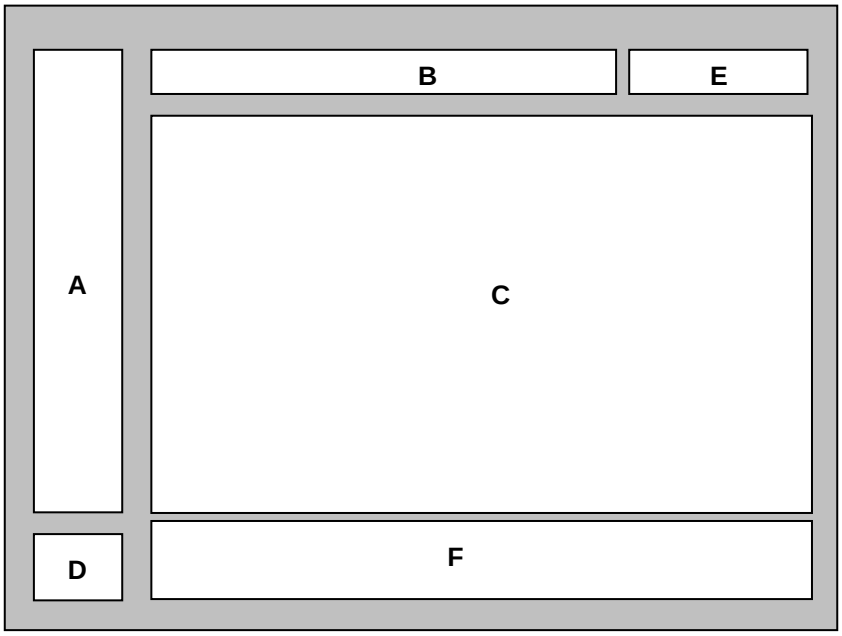


Figura 24: Layout A (tela de apresentação)

As telas de textos (*layout* B) seguem o estilo da tela de apresentação, entretanto, o espaço do lado direito é dividido em área de texto e

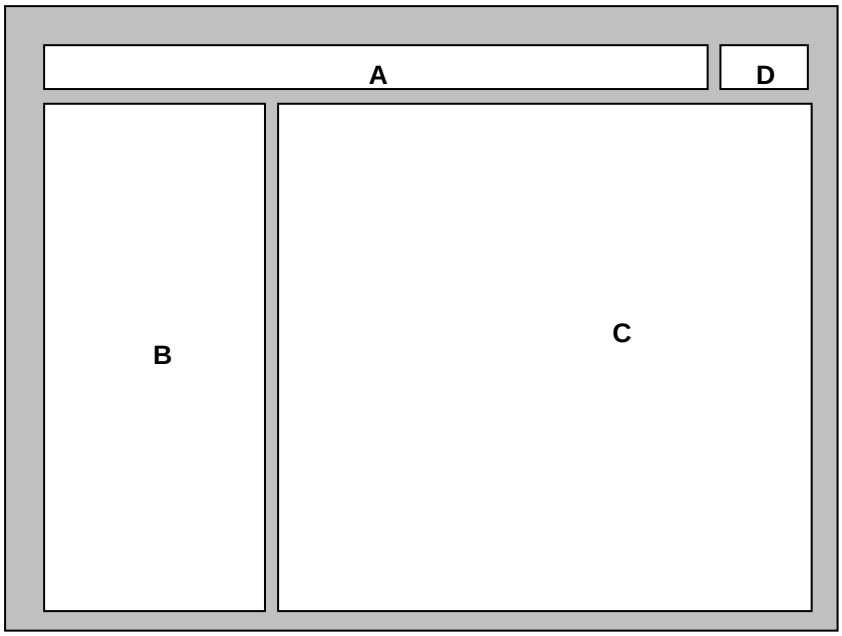
área do glossário, além disso, a paginação se encontra no canto superior direito da tela (Figura 25).



A – Botões globais
B – Título (do texto)
C – Display (texto)
D – Botão sair (volta à tela inicial)
E – Botões de interatividade (paginação)
F – Display (glossário)

Figura 25: *Layout* (B) da tela de texto

Os componentes da tela de mapas (*layout* C) variam de acordo a necessidade da tarefa e as ferramentas disponíveis. Entretanto, projetou-se um layout base (Figura 26) que constitui de uma área para apresentação de mapas do lado direito da tela, e um espaço reservado para a legenda, tarefa e demais botões de interatividade do lado esquerdo da tela. As atividades definidas para o Atlas foram inseridas utilizando este último layout, o qual serviu de base para criação de tarefas com e sem utilização de mapas para educação cartográfica, e também para análise de um ou mais mapas, no caso da educação ambiental.



A – Título (do mapa ou da tarefa)
B – Botões de interatividade (explicação da tarefa, legenda, botões de interatividade e informações marginais)
C – Display (um ou mais mapas, animações explicativas)
D – Botão sair (fecha esta janela e volta à janela abrta anteriormente)

Figura 26: Layout da tela de mapa

Para finalizar o projeto de interface os *menus*, textos, exemplos e atividades foram distribuídos e organizados conforme o esquema da Figura 27.

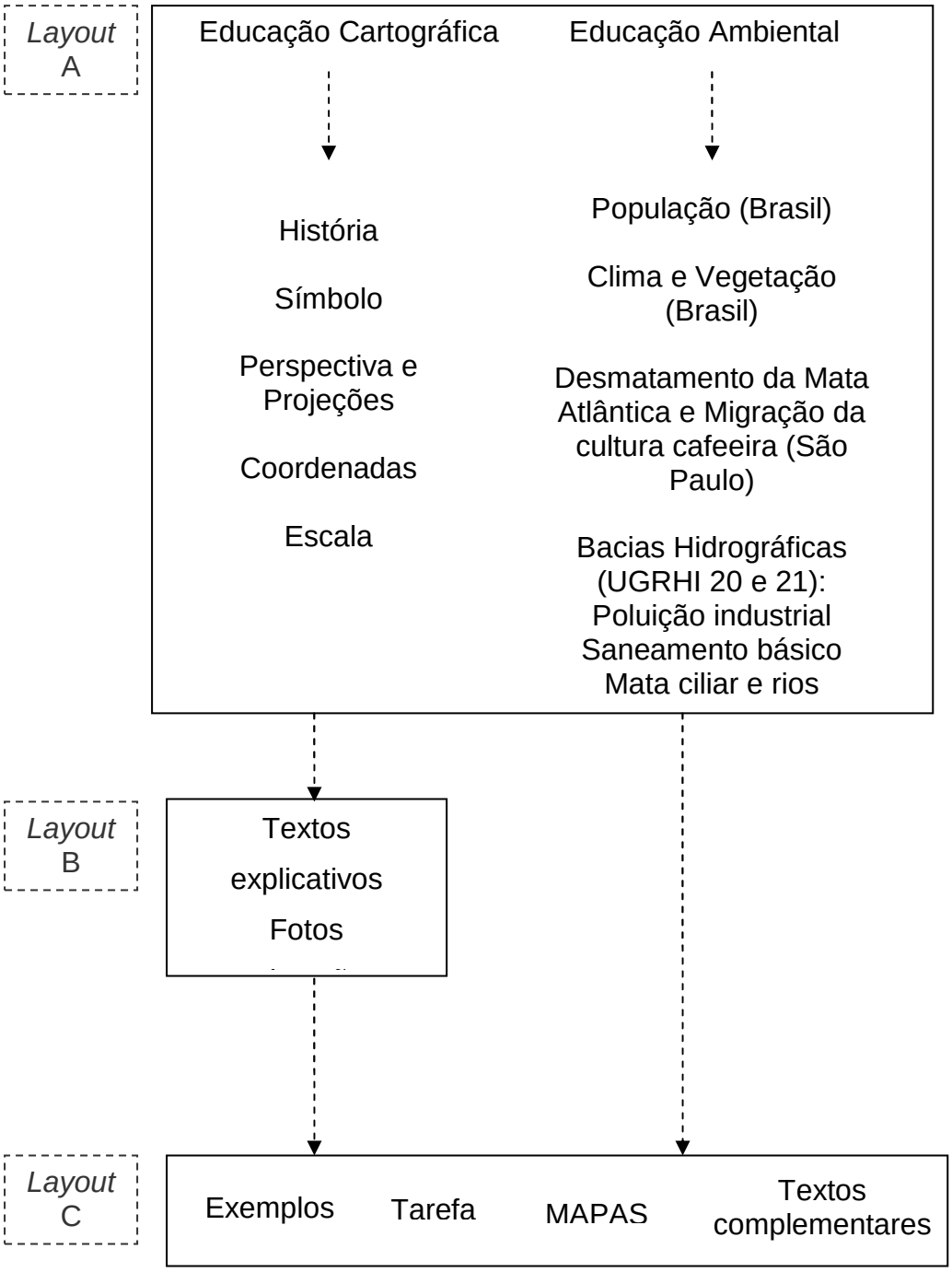


Figura 27: Esquema da distribuição dos dados para cada *layout*

Tendo concluído a etapa do projeto cartográfico, pôde-se então passar para a próxima etapa, a qual consiste na implementação do aplicativo.

5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO DO ATLAS ESCOLAR INTERATIVO

Este capítulo descreve a fase de produção do Atlas Eletrônico Interativo, a qual consiste na implementação da base de dados geográficos, criação dos mapas estáticos e interativos e desenvolvimento do protótipo e de suas funcionalidades para educação cartográfica e ambiental.

5.1 Materiais e software

Na produção do Atlas, a base de dados geográfica foi editada utilizando-se softwares de *CAD* e *SIG*. Na implementação da interface e das funcionalidades do protótipo, utilizou-se softwares de produção gráfica e de linguagens de programação, conforme descrito:

Softwares utilizados na edição e manipulação dos dados:

- *MapInfo*
- *AutoDesk Map 5*
- *ESRI ArcView GIS 3.2*

Softwares utilizados na construção gráfica da interface:

- *Macromedia Flash Mx*
- *Corel Draw 12*

Softwares utilizados na implementação do aplicativo:

- *Microsoft Visual Basic 6.0*
- *Biblioteca de objetos MapObjects 2.1*

Para criar os mapas, utilizaram-se dados de várias fontes, cujas características quanto ao formato original dos dados, projeção e área geográfica estão descritos na Tabela 15.

Tabela 15: Características originais dos dados cartográficos

Área Geográfica	
Projeção	**Conteúdo**
Formato original dos dados	

Mundo	
Robinson	Subdivisão em continentes
Analógico	

Brasil	
Policônica	Subdivisão em estados Limite do país
Analógico	Tipos de vegetação (classificação XXX) Tipos de clima

Estado de São Paulo	
Cônica Conforme de Lambert	Limite o estado Subdivisão em UGRHIs
Shapefile	Ocupação da cultura cafeeira Área com Mata Atlântica preservada

URGHI's dos rios Aguapeí e Peixe	
Cilíndrica Transversa de Mercator	Limite das UGHRIs Vegetação nativa
DWG e *Shapefile*	Vegetação reflorestada Municípios Rios

Cidade de Presidente Prudente	
Cilíndrica Transversa de Mercator	Quadras Malha viária
DWG e *Shapefile*	Pontos de referência

Os dados geográficos do Brasil e do mapa-múndi foram adquiridos a partir da digitalização de mapas dos Atlas geográficos: GeoAtlas (SIMIELLI, 1988) e Atlas do Brasil (THÉRY e MELLO, 2005). Os dados de população dos estados e regiões do Brasil, utilizados para representação da dinâmica populacional, foram adquiridos dos levantamentos censitários de 1970, 1980, 1991 e 2000, disponíveis na internet no site do IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2007).

Para a representação do Estado de São Paulo e de suas bacias hidrográficas, utilizou-se os dados de Alencar et. al (2004), cujos dados originais foram cedidos à Faculdade de Ciências e Tecnologia, em arquivos digitais, pela

Empresa Engemap – Engenharia e Mapeamento Ltda, de Assis SP, no ano de 2004. Os mapas de degradação da mata Atlântica, bem como o da expansão do café foram adquiridos de Santil (2001), cujos dados originais da mata Atlântica foram obtidos de Victor (1975)[8], e da migração cafeeira de Matos (1974)[9]

Os dados geográficos das UGHRI's foram cedidos pelo CBH-AP. Os dados censitários de população, saneamento básico, e impacto ambiental causado pelas indústrias, foram extraídos do Relatório Zero do Comitê de bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (1997).

Para a base de dados geográficos de Presidente Prudente foram utilizados dados de Pugliesi (2007).

Os dados geográficos utilizados mantiveram as características de sistema de coordenadas e de projeção da base original, da qual foram adquiridos.

5.2 Implementação da base de dados geográficos

A partir dos dados originais, foram criados trinta e sete mapas no total, sendo um mapa-múndi, treze do Brasil, sete do estado de São Paulo, nove das UGHRIs 20 e 21 e sete de Presidente Prudente, conforme exposto:

a) Mapa-múndi:
    1. Mapa estático contendo a divisão territorial dos continentes.

b) Mapas do Brasil:
    2. Quatro mapas estáticos do número de habitantes dos estados brasileiros, representados por gráfico de barras, referentes aos anos de 1970, 1980, 1991 e 2000, que foram utilizados para gerar um mapa animado;
    3. Quatro mapas do número de habitantes dos estados brasileiros, representados por círculos proporcionais, referentes aos anos de

[8] VICTOR, M. M. A. **A devastação florestal.** Sociedade Brasileira de Silvicultura, são Paulo, 1975.
[9] MATOS, O. N. **Café e ferrovias**. São Paulo: Alfa-omega, 1974.

1970, 1980, 1991 e 2000, que foram utilizados para gerar um mapa animado;

4. Mapa estático com a divisão das regiões geopolíticas, utilizado para complementar os mapas de clima e vegetação;
5. Mapa estático contendo a localização do Estado de São Paulo, utilizado na atividade de escala;
6. Mapa isarítmico dos climas do Brasil para criar o mapa interativo e animado com classificação climática;
7. Dois mapas qualitativos de vegetação, baseados na classificação da vegetação brasileira de Lindalvo Bezerra dos Santos (SIMIELLI, 1988) sendo que um utiliza a classificação geral para um mapa interativo, e o outro a classificação mais especializada (subclasses) para mapa estático associado ao primeiro.

c) Mapas de São Paulo:

8. Mata contendo a localização da cidade de Presidente Prudente e da capital estadual para a atividade de escala;
9. Três mapas estáticos qualitativos da ocupação cafeeira, referentes aos anos de 1886, 1920, e 1935, utilizados para gerar um mapa animado da expansão dessa cultura de 1886 a 1935;
10. Três mapas estáticos qualitativos das áreas ocupadas pela Mata Atlântica, referentes aos anos de 1886, 1920 e 1952, utilizados para gerar um mapa animado da degradação da Mata atlântica entre os anos de 1886 e 1952;

d) Mapas das UGHRIs 20 e 21

11. Cinco mapas da relação entre população com tratamento de esgoto (em porcentagem) e a população total das sedes municipais, ordenados em quatro classes de acordo com a quantidade de habitantes por município, sendo que um mapa contém todas as classes e os demais apresentam as classes em separado, para assim criar um mapa interativo;
12. Três mapas das indústrias poluidoras, ordenadas em três classes de acordo com a quantidade de poluição produzida, sendo um

mapa contendo símbolos animados, um mapa contendo o nome das cidades as quais pertencem as indústrias e um mapa contendo o nome do tipo de produto produzido nas indústrias.

13. Mapa das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, contendo mata ciliar e a hidrografia.

e) Mapas de Presidente Prudente

14. Um mapa da região central da cidade de Presidente Prudente contendo pontos de referência, utilizado na atividade de simbologia como mapa interativo.
15. Seis mapas estáticos da cidade em escalas variadas, contendo quadras, pontos de referência, avenidas e área de lazer (conforme a escala). Os quais compõem a atividade de escala.

Os mapas do Brasil e o mapa-múndi foram digitalizados, georreferenciados e vetorizados utilizando *MapInfo* e *AutoMap Desk* . A generalização foi manual, realizada durante o processo de vetorização, através de técnicas de omissão, agrupamento e simplificação. Os mapas foram exportados para o fomato *Shapefile* com geometria de linha e de polígonos. Convertido em *Shapefile*, colocou-se o mapa do mundo na projeção cilíndrica de Miller, pois é uma das projeções utilizadas no livro de geografia estudado para ensino de paralelos e meridianos.

O mapa do Brasil com as regiões geopolíticas brasileiras foi criado a partir da edição do arquivo *Shape* contendo os estados do Brasil. A classe de formações vegetais foi criada a partir da edição do arquivo *Shape* da classificação da vegetação.

O arquivo de hidrografia das UGRHI's, bem como o limite das bacias, foi generalizado automaticamente por meio da técnica de simplificação linear (Figura 28). Para que a representação fosse a mais simplificada possível, optou-se por mostrar apenas alguns afluentes, os quais se apresentavam com grandes extensões e próximos às sedes municipais. As sedes municipais apresentadas nos mapas foram definidas de acordo, não somente com sua área, mas também com sua proximidade com os rios e sua contribuição para poluição

dos rios, levando em consideração os despejos industriais, baseando-se nos dados do Comitê de bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (1997).

Os dados pontuais, como os pontos de referência da cidade de Presidente Prudente e os municípios contidos nas UGRHIs 20 e 21, foram exportados para o formato *Shape* utilizando o *AutoDesk Map*. Para tanto, foi necessário criar blocos de referência dos pontos no arquivo *DWG*, aos quais são atribuídas as coordenadas do objeto.

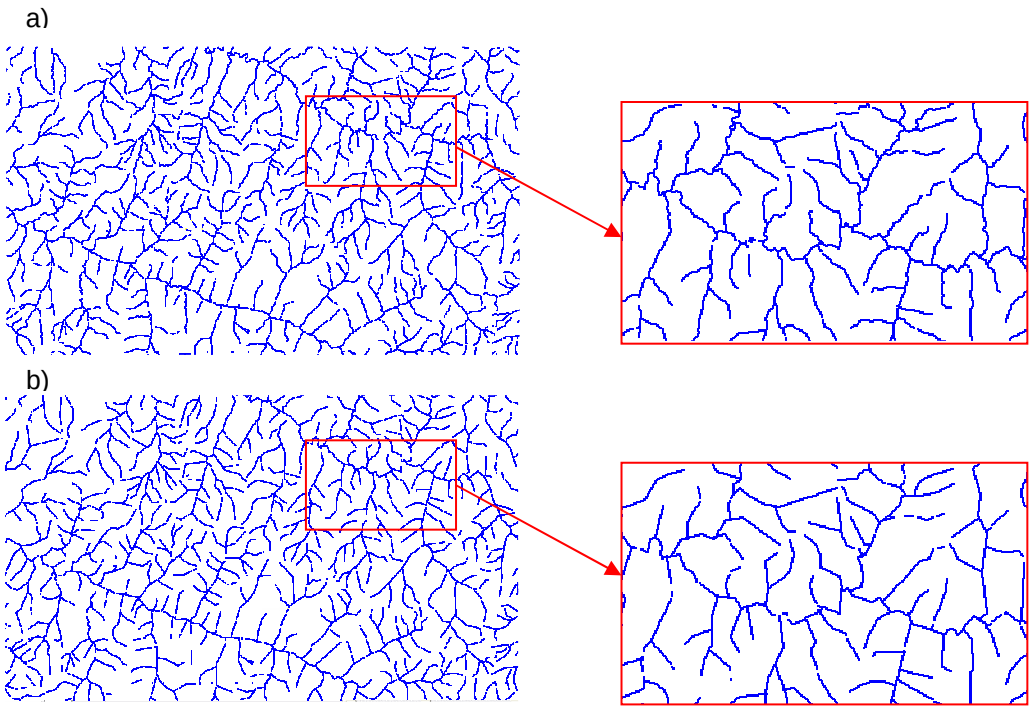


Figura 28: Hidrografia a) antes e b) depois de aplicar a simplificação.

As informações alfanuméricas atribuídas aos dados espaciais (população, número de habitantes com ou sem tratamento de esgoto, nome de municípios, nome de indústrias, grau de poluição das indústrias) foram adicionadas às tabelas dos arquivos *Shape* como atributos das feições.

Tendo todos os arquivos no formato *Shapefile*, os mapas foram criados no *ArcView GIS*, baseando-se no projeto de símbolos cartográficos (seção 4.4.1).

Por fim, alguns dos mapas foram exportados no formato Bitmap, os quais foram utilizados como mapas estáticos, desprovidos de interatividade. Outros foram exportados em formato *Placewable WMF* para, a partir destes, criar mapas animados e interativos em *Macromedia Flash*, que permite um alto nível de

animação. Os demais foram utilizados em formato *Shape* como mapas estáticos, porém interativos. Estes são “construídos” no *Display* do Atlas em tempo real, sendo que as características dimensionais e atributos gráficos (geometria, cor do símbolo, espessura da linha etc.) são definidas na linha de programação, e as funcionalidades geralmente utilizam buscas no banco de dados geográficos.

A tabela 16 descreve o formato do arquivo e o tipo de utilização de cada mapa criado.

Tabela 16: Formato do arquivo e tipo de apresentação dos mapas criados.

Mapa	**Formato**	**Apresentação**
Mundo: continentes	Placewable WMF	Interativo Estático
Brasil: população por estado (1970) (1980) (1990) aproximação (2000)	Placewable WMF	Interativo Animado
Brasil: Localização de São Paulo	Imagem BMP	Estático
Brasil: Tipos de clima	Placewable WMF	Interativo Animado
Brasil: Tipos de clima	Imagem BMP	Estático
Brasil: Formações vegetais	Placewable WMF	Interativo Estático
Brasil: Formações vegetais	Imagem BMP	Estático
Brasil: Classificação da vegetação	Placewable WMF	Animado
São Paulo: localização de Presidente Prudente e capital	Imagem BMP	Estático
São Paulo: ocupação da cultura cafeeira (1886) (1920) (1935)	Placewable WMF	Interativo Animado
São Paulo: ocupação da cultura cafeeira (1886) (1920) (1935)	Imagem BMP	Estático
São Paulo: áreas com mata atlântica remanescente (1886) (1920) (1935)	Placewable WMF	Interativo Animado
São Paulo: áreas com mata atlântica remanescente (1886) (1920) (1935)	Imagem BMP	Estático

UGRHIs 20 e 21: Relação de população com e sem tratamento de esgoto.	Placewable WMF	Interativo Estático
UGRHIs 20 e 21: indústrias poluidoras	Placewable WMF	Interativo Animado e Estático
UGRHIs 20 e 21: hidrografia	Placewable WMF	Interativo Estático
UGRHIs 20 e 21: vegetação	Placewable WMF	Interativo Estático
UGRHIs 20 e 21: unidades de conservação	Placewable WMF	Interativo Estático
Presidente Prudente	Imagem BMP	Estático
Presidente Prudente	Shapefile	Interativo Estático

5.3 Criação dos mapas animados

Para criar os mapas animados, os arquivos devem ser convertidos de *Shapefile* para *Placewable WMF* na escala pretendida, de forma que, ao serem importados para o documento do *Flash*, já estejam do tamanho correto para visualização. Além disso, o arquivo *Placewable WMF* permite acessar e editar todas as "camadas" da figura separadamente, incluindo linhas e preenchimento. Desta forma é possível selecionar apenas uma feição de interesse e convertê-la em um *botão*, por exemplo.

As formas de animação criadas em flash constituem-se de, basicamente, o componente *botão* ou o *clipe de filme*. O *botão* é composto de quatro campos: estado do botão em repouso (*mouse off*), estado do botão quando o mouse está sobre ele (*mouse over*), estado do botão clicado (*mouse down*) e área de ativação do botão. A estes campos são adicionadas as características e animações para a ação deste controle. Já o *clipe de filme* pode ser definido como uma animação dentro da animação. É uma animação em segundo plano, a qual pode permanecer em um *looping*, mesmo que a tela que a contém não esteja sendo animada. O *clipe de filme* pode ser controlado por *botões* com ação de *controle de filme*.

Estes recursos de animação foram utilizados nos mapas do Brasil (população por estado, clima, vegetação), mapas do estado de São Paulo

(ocupação do café, Mata Atlântica) e mapas das UGRHI's (população e tratamento de esgoto, indústrias poluidoras).

5.3.1 Mapas do Brasil

Para a representação do crescimento populacional nos estados brasileiros, foram criados dois mapas utilizando animação de *clipe de filme* sem *looping* e comandados por *controles de filme*. Os mapas foram originalmente projetados em ArcView e exportados para o arquivo *Placewable WMF*.

No mapa de barras (Figura 29), a animação foi atribuída ao tamanho da barra que corresponde a uma determinada quantidade de habitantes, de forma a atribuir uma ordem.

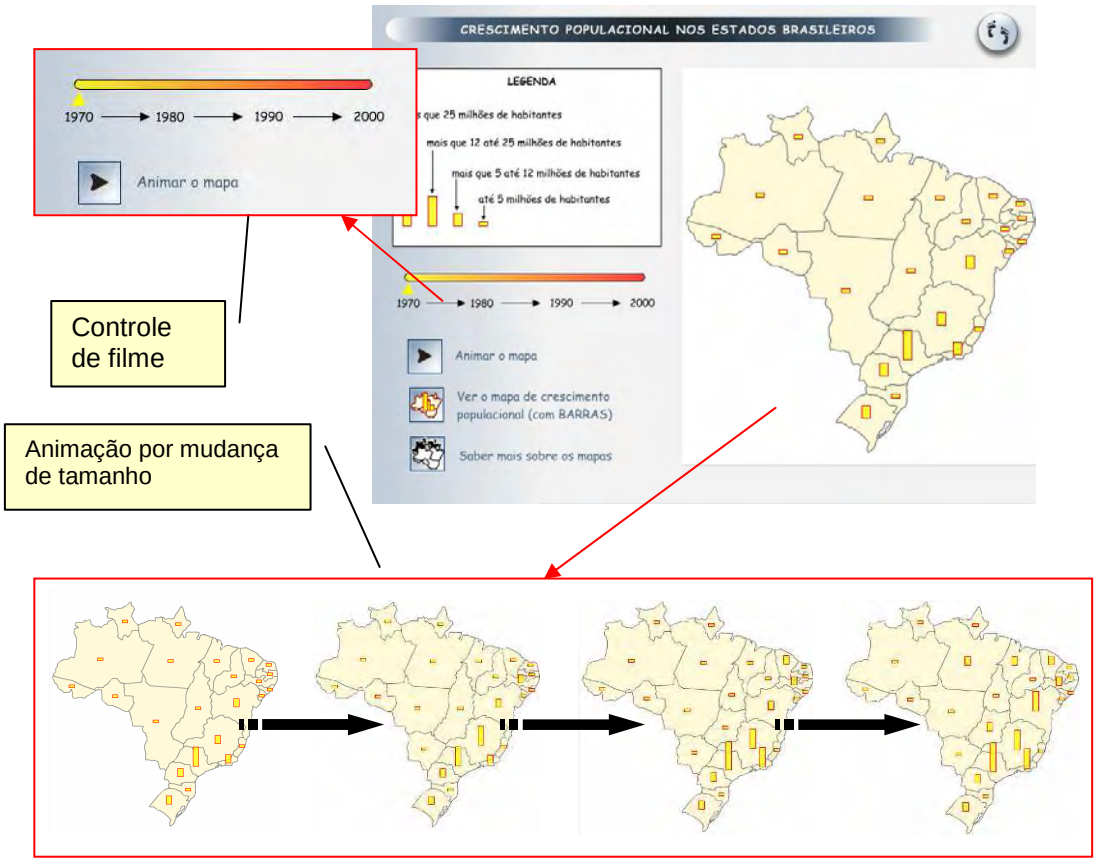


Figura 29: Mapa animado do crescimento populacional do Brasil – barras.

Da mesma forma, no mapa com a população representada por círculos proporcionais (Figura 30), a animação foi atribuída ao tamanho dos círculos, modificando o seu tamanho conforme o número de habitantes.

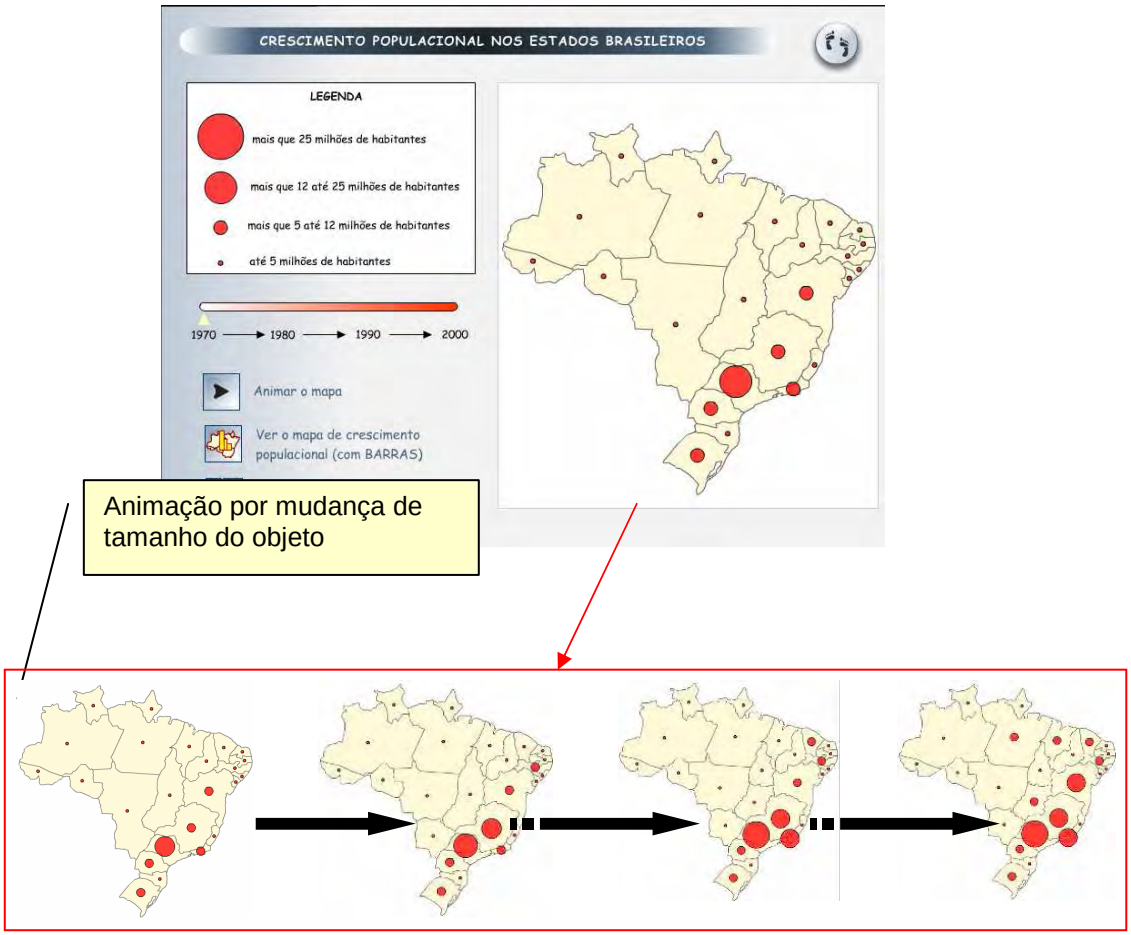


Figura 30: Mapa animado do crescimento populacional do Brasil – círculos proporcionais.

A animação temporal dos mapas foi criada utilizando os dados estatísticos para os anos de 1970, 1980, 1991 e 2000. Para os anos intermediários, os quais não possuem dados censitários, foram criadas animações de movimento por *interpolação*, utilizando o recurso de aumento gradual da variável tamanho para os símbolos pontuais. Esse tipo de animação permitiu que a representação temporal fosse visualizada de forma contínua.

Para o mapa de climas, o arquivo *Placewable WMF* permitiu separar em camadas as regiões referentes a cada tipo, convertendo-as em *botões*, aos quais se vinculam também a legenda referente (Figura 31). No campo *mouse over* do *botão* acrescentou-se *clipes de filme* com animações para explicar as

características do clima superúmido (tropical, subtropical ou equatorial), úmido (equatorial ou tropical), semi-úmido (tropical) e semi-árido.

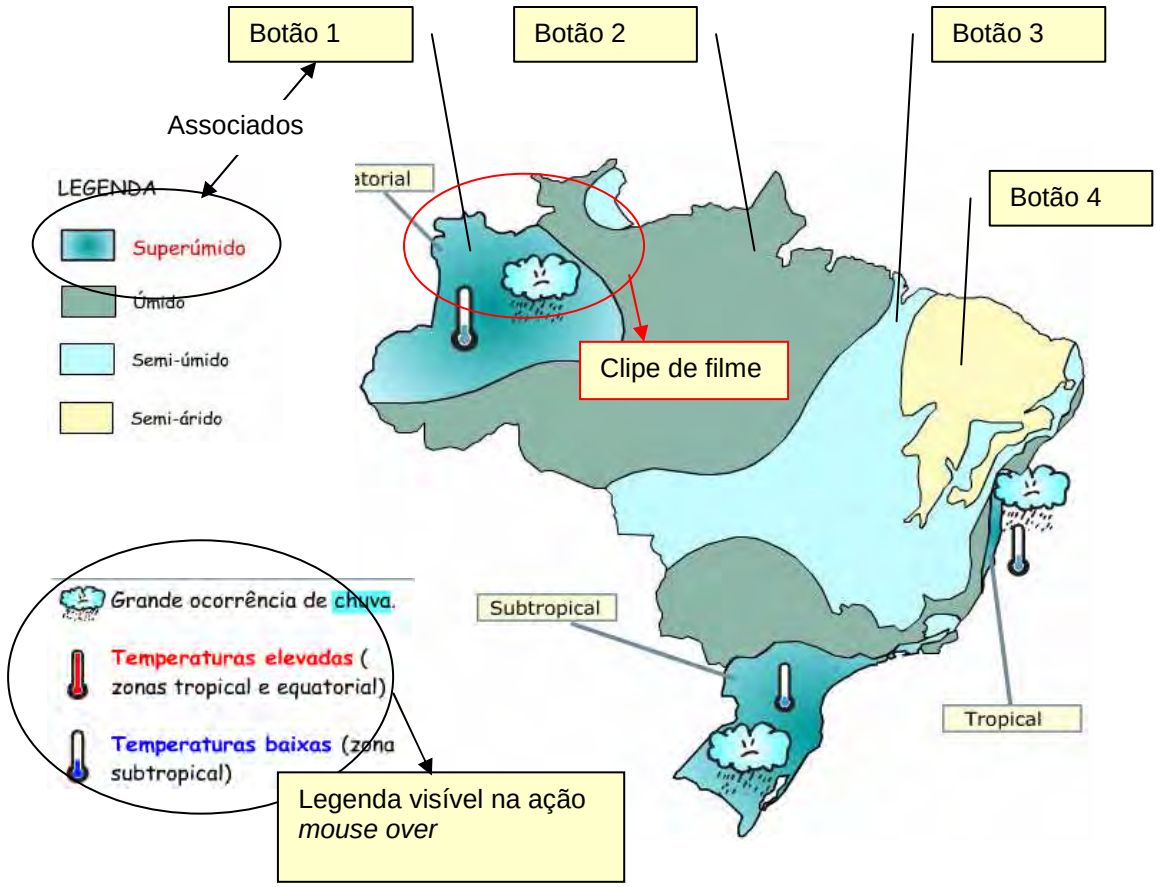


Figura 31: Mapa animado do Brasil – clima.

Para o mapa de vegetação, foi feito o mesmo procedimento, convertendo os polígonos em *botões*. Mas, na ação *mouse over*, colocou-se o mapa do Brasil com a subclassificação da vegetação. Dessa forma, ao passar o mouse sobre a legenda, a classe de vegetação é divida em subclasses na apresentação (Figura 32).

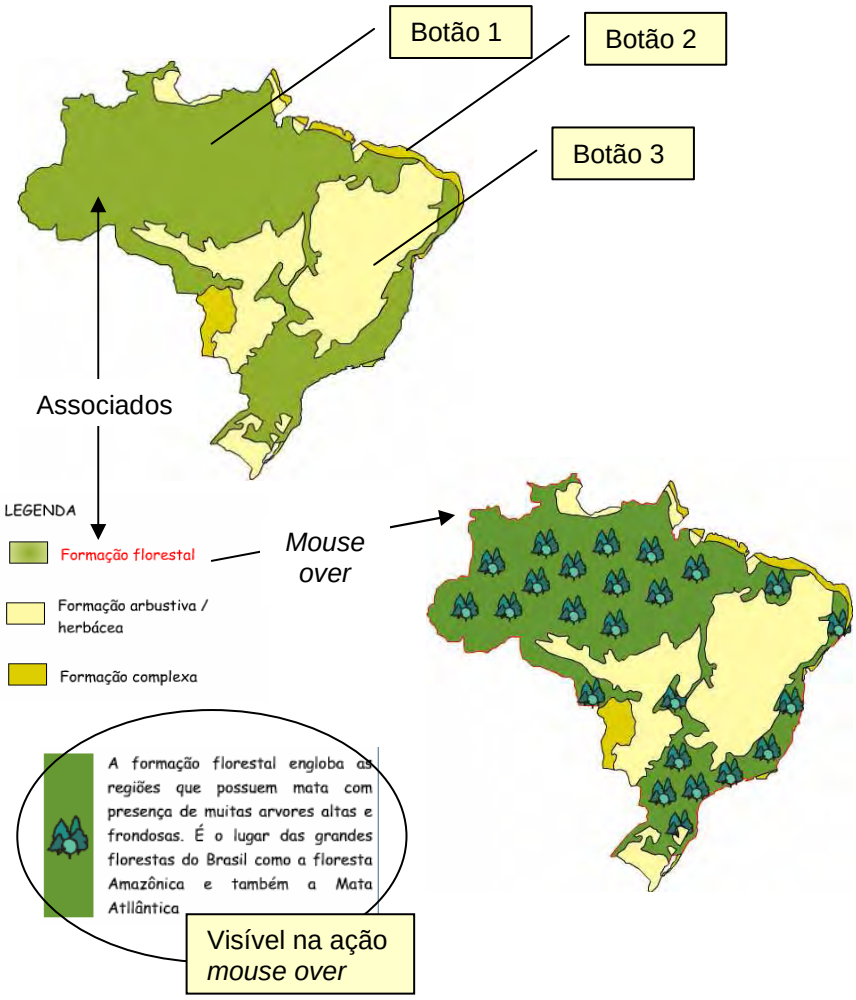


Figura 32: Mapa animado do Brasil – vegetação.

5.3.2 Mapas do estado de São Paulo

O mapa da degradação da Mata Atlântica e da ocupação da cultura cafeeira são mapas temporais, ou seja, estão associados ao tempo real transcorrido. Ambos são animados, estão justapostos no *display* e são comandados por um único *controle de filme* (Figura 33).

O ponteiro da *linha de tempo* corre durante toda a animação indicando qual época está sendo apresentada. Para completar essa informação acrescentou-se o ano indicado pelo ponteiro logo abaixo dele (ano corrente). O texto com o ano é modificado quadro a quadro. Da mesma forma que os mapas de população do Brasil, para os anos intermediários que não se possuem informação disponível, criou-se animação por *interpolação de movimento* para

cada camada ao longo dos *frames*, por meio do recurso de esmaecimento, o qual altera a propriedade *alfa* da cor do objeto (*alfa* igual a 0% indica total transparência do objeto). A Figura 34 mostra a linha de tempo do *Macromedia Flash* com algumas das camadas utilizadas na animação.

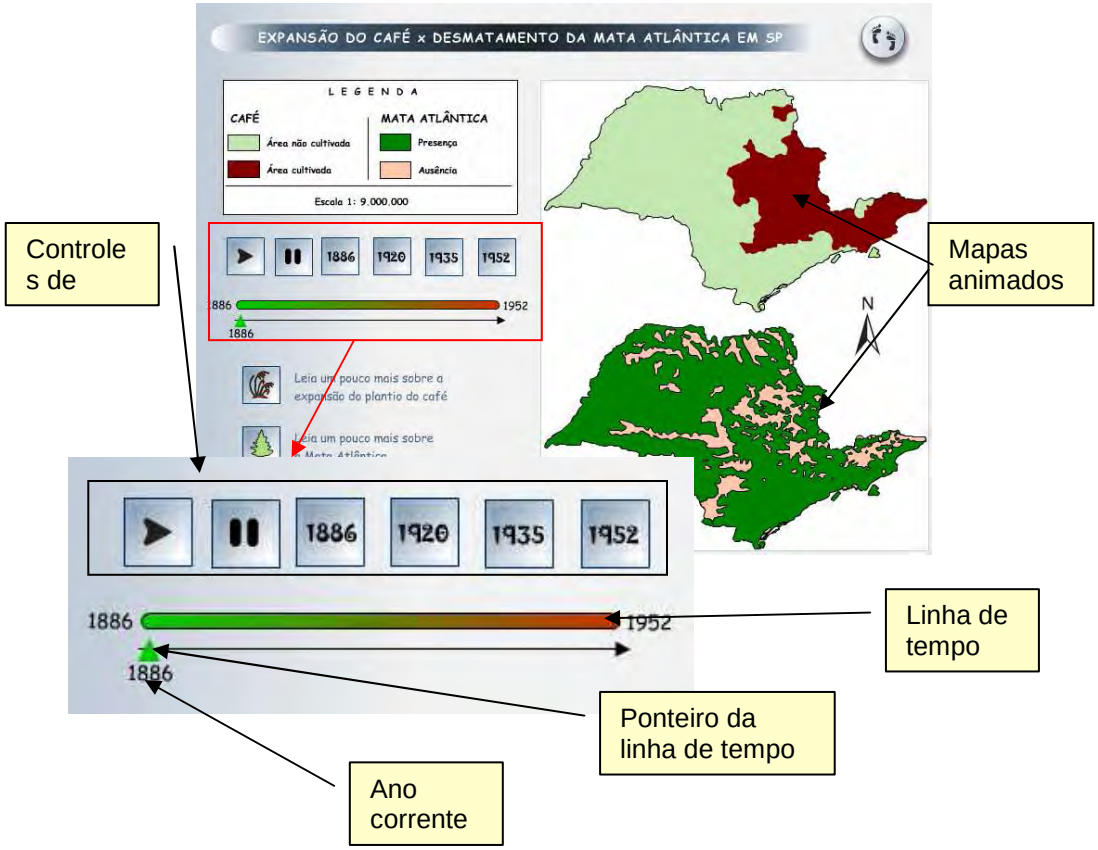


Figura 33: Mapas animados do estado de São Paulo – degradação da mata Atlântica X ocupação da cultura cafeeira

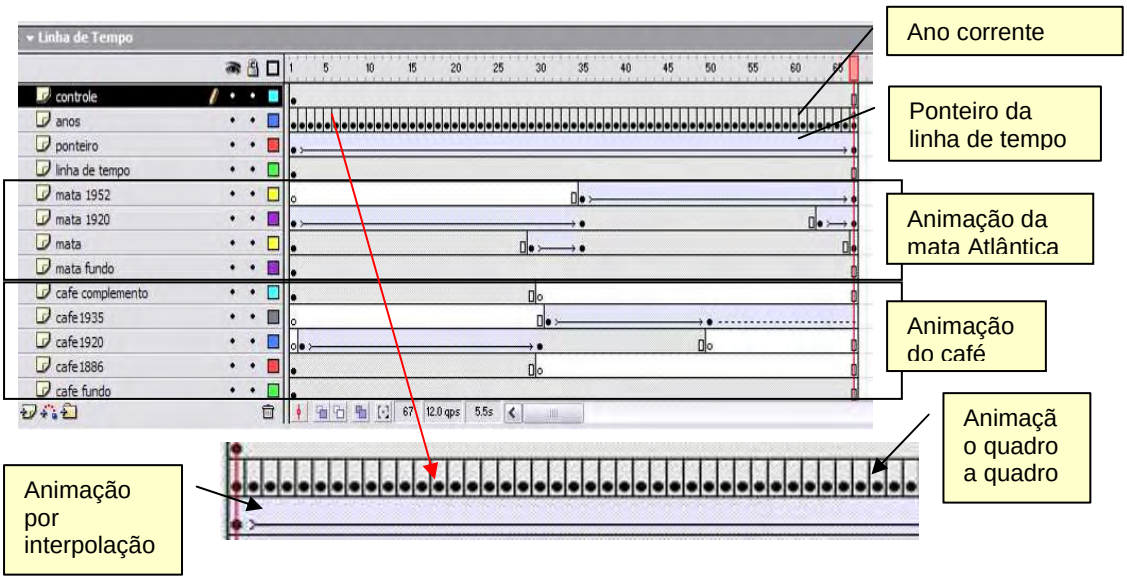


Figura 34: Detalhe da linha de tempo do *Macromedia flash*

5.3.3 Mapas das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A animação criada para o mapa de indústrias poluidoras utilizou um *looping*, com a componente de *clipe de filme*. Os mapas da UGRHI 20, UGRHI 21 e os municípios aos quais pertencem as indústrias foram importados para o documento *flash* em camadas diferentes. Uma quarta camada foi criada para inserir os símbolos animados das indústrias sobre a posição indicada pelo símbolo pontual do município.

Os símbolos animados das indústrias são ordenativos, de acordo com a amostragem de emissão de gases poluidores no ar. O símbolo é composto basicamente de dois estados identificáveis, conforme mostrado na Figura 35.

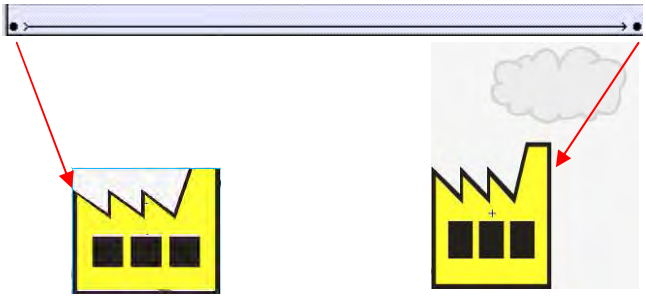


Figura 35: Estados identificáveis do símbolo animado

A classificação de poluição alta, média ou baixa foi definida de acordo com a tonelada de demanda bioquímica de oxigênio por ano (t_{DBO}/ano), utilizado como indicador da carga poluidora industrial, segundo Cetesb (1995) apud Comitê de bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (1997). Tomando como base tabelas das indústrias mais poluidoras (Anexo A) das bacias Aguapeí e Peixe (CBH-AP, 1997), classificou-as da seguinte maneira: poluição alta para indústrias com indicadores maiores que 1.000t_{DBO}/ano, poluição média para industrias com indicadores entre 100 e 1.000t_{DBO}/ano, e poluição baixa para industrias com indicadores abaixo de 100t_{DBO}/ano.

Os três *clipes de filmes* criados para os símbolos utilizam diferentes freqüências de animação (estados identificáveis por medida de tempo). Dessa forma, a freqüência é maior quando a indústria polui mais e menor quando a indústria polui menos, reforçando o caráter ordenativo da simbolização (Tabela 17).

Tabela 17: Relação ordenativa do símbolo animado em relação à cor e frequencia

Ordem	Símbolo	Cor	Freqüência (20 quadros por segundo)
Poluição alta			20 estados identificáveis a cada 5 segundos = 4/seg (Figura 36a)
Poluição média			5 estados identificáveis a cada 5 segundos = 1/seg (Figura 36b)
Poluição baixa			2 estados identificáveis a cada 5 segundos = 0,4/seg (Figura 36c)

Quando se usa *looping* na animação, o último estado identificável da animação é o mesmo que o primeiro, por isso, o estado de partida não entra na contagem da freqüência.

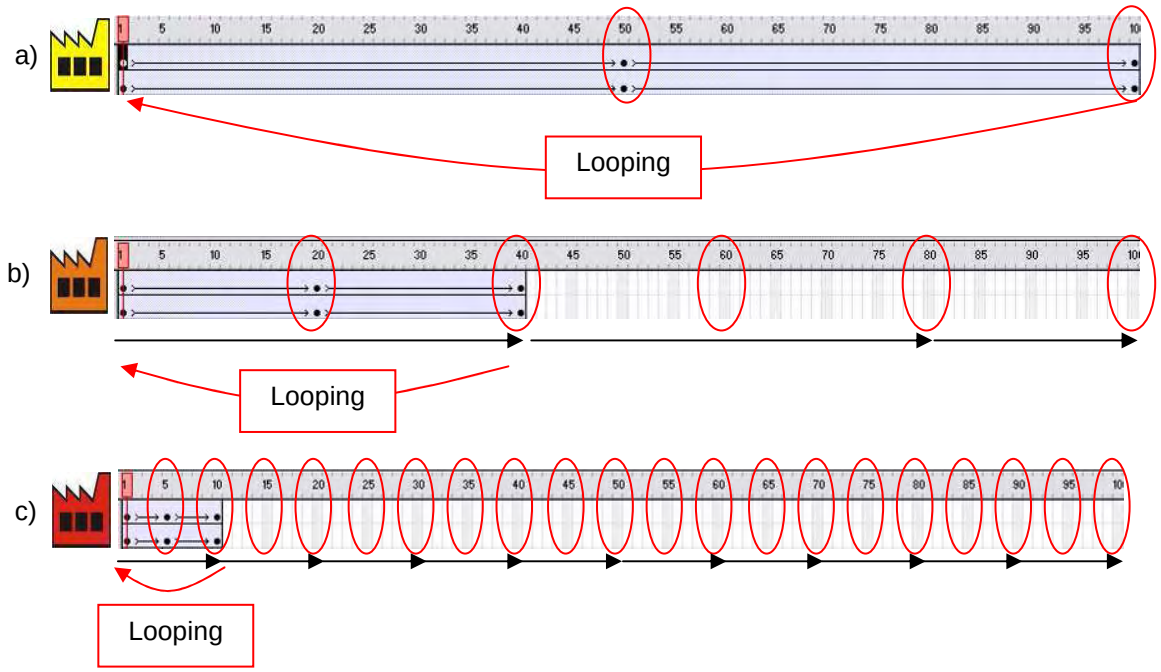


Figura 36: Freqüência do símbolo animado de indústria com nível de poluição a) baixo, b) médio e c) alto.

Tendo realizado a implementação e organização da base de dados, realizou-se a etapa de implementação da interface, na qual os mapas foram incorporados.

5.4 Implementação da interface visual do protótipo

As telas do Atlas Escolar Interativo (*Educatlas*) foram criadas em *Macromedia Flash* (Figura 37), a fim de proporcionar uma interface atrativa para o usuário. A animação busca auxiliar na compreensão do tipo de ação a realizar em um determinado estado da janela. Além disso, por ser um produto escolar voltado ao ensino, o Atlas deve proporcionar um ambiente em que o aluno se sinta motivado a utilizar.

Figura 37: *Educatlas* – tela de apresentação: esquema de cores em tons de azul.

Os arquivos criados em *Macromedia Flash* foram integrados aos formulários (telas) estruturados em *Visual Basic* (*VB*). Esta integração é possível por meio de um componente do *VB* denominado *shockwave flash* que permite não apenas chamar arquivos com extensão *swf*, como também atribuir funcionalidades programadas em *VB* aos componentes deste arquivo. Para a chamada de arquivos do tipo *Shape*, utilizou-se o componente Map do *VB*. Estas funcionalidades estão mais detalhadas no Apêndice B.

A página principal do Atlas (Figura 38) possui apenas dois botões *menus* referentes à *educação cartográfica* e *educação ambiental*.

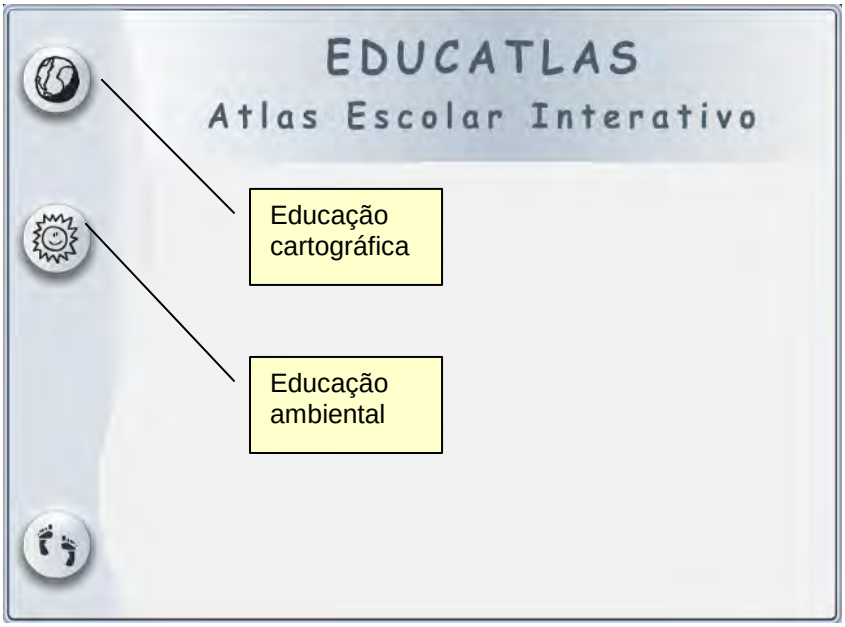


Figura 38: *Educatlas* – tela principal.

Como o *Educatlas* é um protótipo que deve ser utilizado em aula, sob a supervisão de um professor, é de responsabilidade do professor orientar o aluno sobre qual *menu* acessar. Ressalta-se que os itens de *educação ambiental* devem ser utilizados de preferência por alunos de 6ª série, os quais já trabalharam com os conceitos de cartografia no *menu de educação cartográfica*.

Em cada um dos *menus* há botões de acesso a diversos itens sendo que os itens do *menu educação cartográfica* devem ser entendidos como seqüenciais, portanto separados em 5 aulas (Figura 39): conceito básicos de cartografia, simbologia e uso da legenda, projeções, coordenadas (incluindo o conceito de paralelos e meridianos) e escala.

Já no *menu educação ambiental* (Figura 40), os itens não seguem uma ordem, estando dispostos apenas de forma que os primeiros botões refiram-se a mapas do Brasil (vegetação, clima e população), seguidos de mapas do estado de São Paulo (degradação da Mata Atlântica e expansão do café) e finalizando com mapas das Bacias Aguapeí e Peixe (indústrias poluidoras, população com saneamento básico, mata ciliar e hidrografia).

Figura 39: *Educatlas – menu educação cartográfica*.

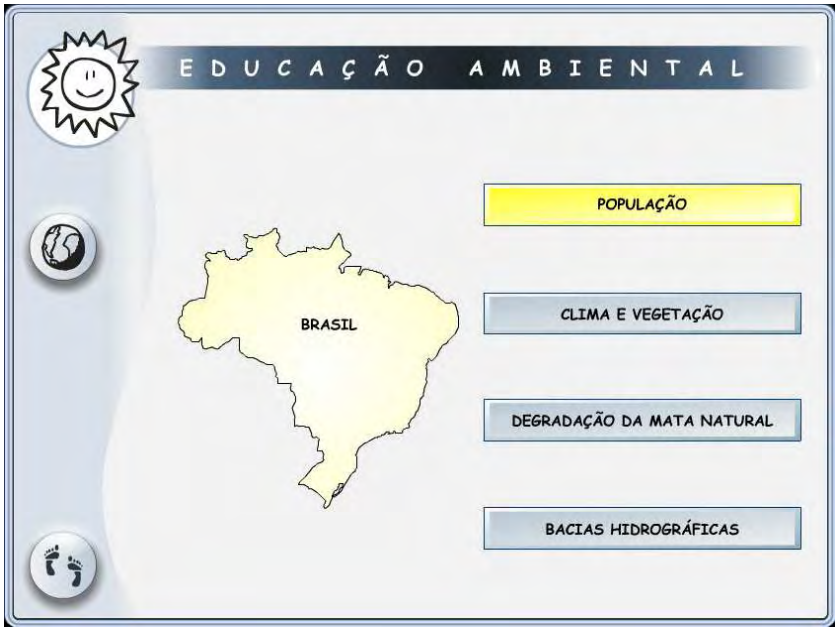


Figura 40: *Educatlas – menu educação ambiental*.

Ao acessar os itens da *educação cartográfica* é disponibilizado um breve texto tratando do assunto em questão, sendo que a janela de texto mostra botões que levam a exemplos ou exercícios práticos (mapas). Na tela de textos (Figura 41), os ícones de câmera indicam a existência de imagens, as quais são mostradas ao passar o mouse sobre o ícone. As palavras em vermelho no texto compõem o glossário, e seu significado pode ser lido na caixa denominada *glossário rápido* quando o mouse estiver sobre a palavra.

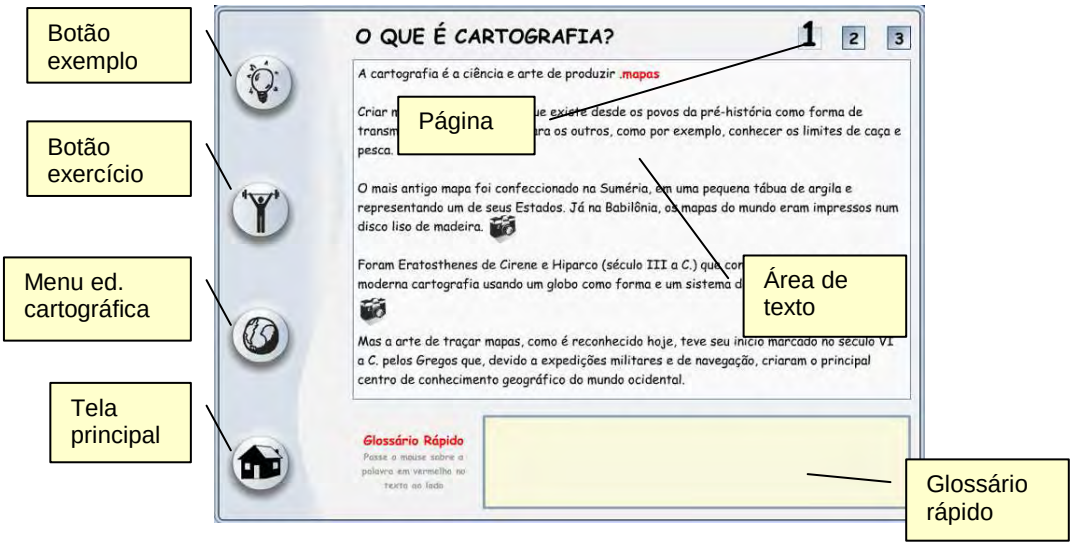


Figura 41: Tela de textos

Os itens dos *menus educação cartográfica* e *educação ambiental* serão descritos nas seções que se seguem.

5.4.1 Educação cartográfica

O *menu educação cartográfica* aborda cinco conceitos básicos para compreensão de mapas, quais sejam simbolização, projeção e perspectiva, coordenadas e escala (Figura 42).

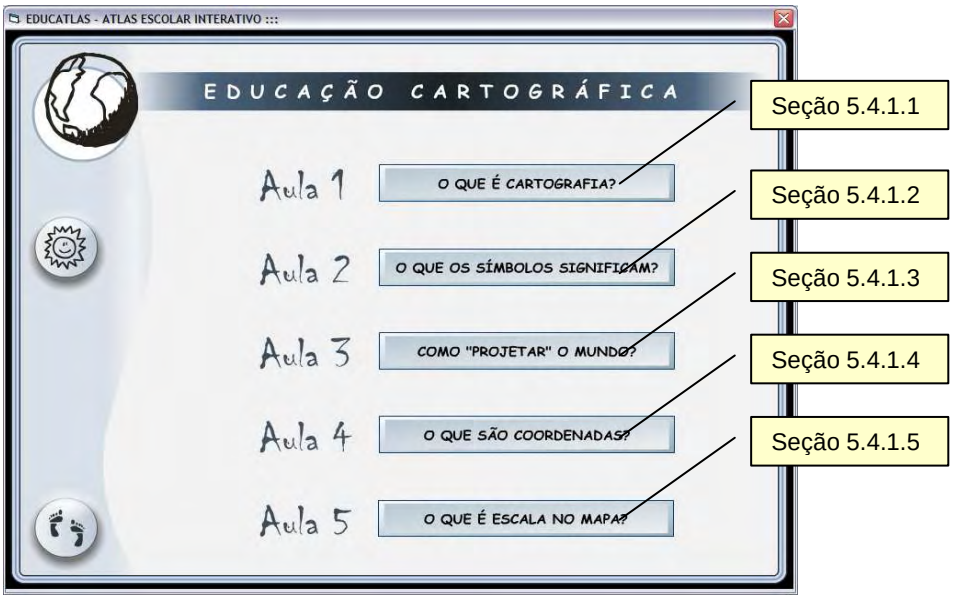


Figura 42: *Educatlas* – temas abordados na educação cartográfica.

Os mapas e tarefas envolvidas em cada um destes conceitos serão discutidos nos itens que se seguem.

5.4.1.1 Cartografia

Neste item são disponibilizados alguns textos contando um pouco da história da cartografia, bem como os elementos básicos de um mapa. Trata-se de um item apenas discursivo, que visa reforçar o que foi supostamente aprendido em sala de aula. A Figura 43 mostra a tela de textos com figura ativada.

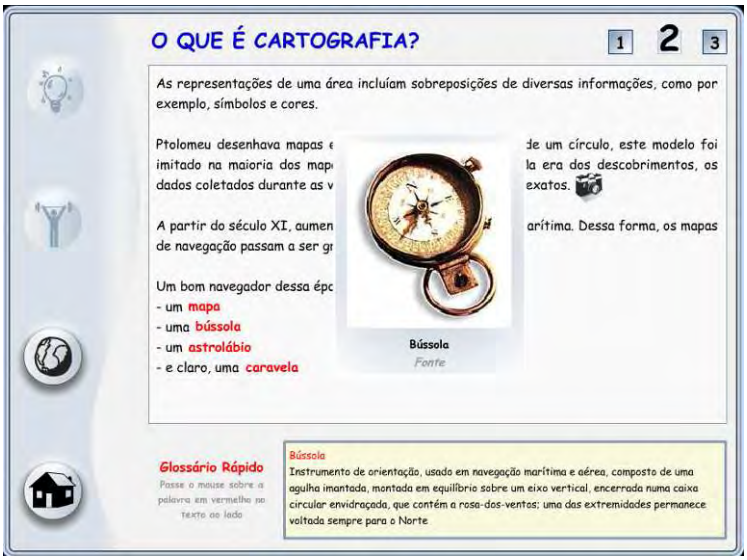


Figura 43: Tela de texto sobre cartografia, com figura ativada

5.4.1.2 Símbolos

Os símbolos pontuais em um mapa diferenciam-se entre si por sua cor, forma e/ou orientação, de forma a permitir que a informação representada por cada um possa ser mais facilmente localizada dentro do espaço mapeado. Os símbolos pontuais podem ser classificados em (KRAAK e OMERLING, 1996; LESSA, 1995):

a) Símbolos abstratos: Este nome designa figuras cujo conceito se refere à forma e não a um objeto externo, ou seja, sua forma não está vinculada ao elemento que

representa. É o caso de figuras com forma abstrata ou geométrica como mostra a Figura 44.

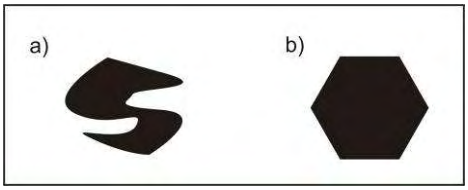


Figura 44: Símbolos abstratos ou geométricos

b) Símbolos alfanuméricos: São aqueles compostos de letras e números. Abreviaturas são usadas para dar a identificação das feições específicas (Figura 45).

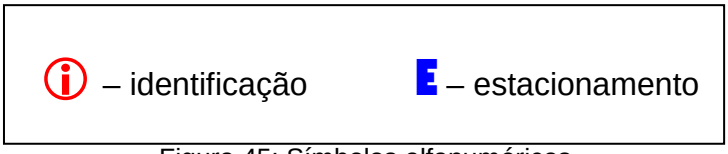


Figura 45: Símbolos alfanuméricos.

c) Símbolos pictóricos ou imitativos: São símbolos cuja força associativa facilita o reconhecimento da informação que representa, ou seja, a figura imitativa reproduz alguns aspectos e/ ou propriedades do objeto referido, se assemelhando visualmente com esse objeto. A Figura 46 mostra exemplos de figuras imitativas para representar o elemento *igreja*.

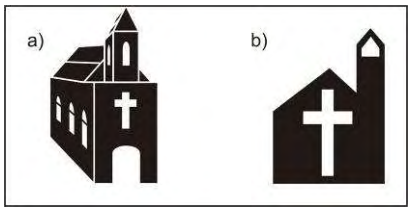


Figura 46: Símbolo pictórico (imitativo) com a) maior detalhamento em perspectiva e b) mais generalizado

Dessa forma, desenvolveu-se uma tarefa para ensinar à criança que há várias formas de se representar um mesmo elemento no mapa e que, para tanto, a simbologia e a legenda são muito importantes. A Figura 47 mostra a tela inicial da tarefa, contendo um mapa de uma parte do centro de Presidente Prudente, com símbolos que indicam a posição das feições descritas na legenda ao lado.

Para realizar a tarefa de simbolização, o mapa é apresentado inicialmente com símbolos numéricos. O professor deve iniciar uma discussão com os alunos sobre a representatividade dos símbolos numéricos e então propor a troca dos símbolos.

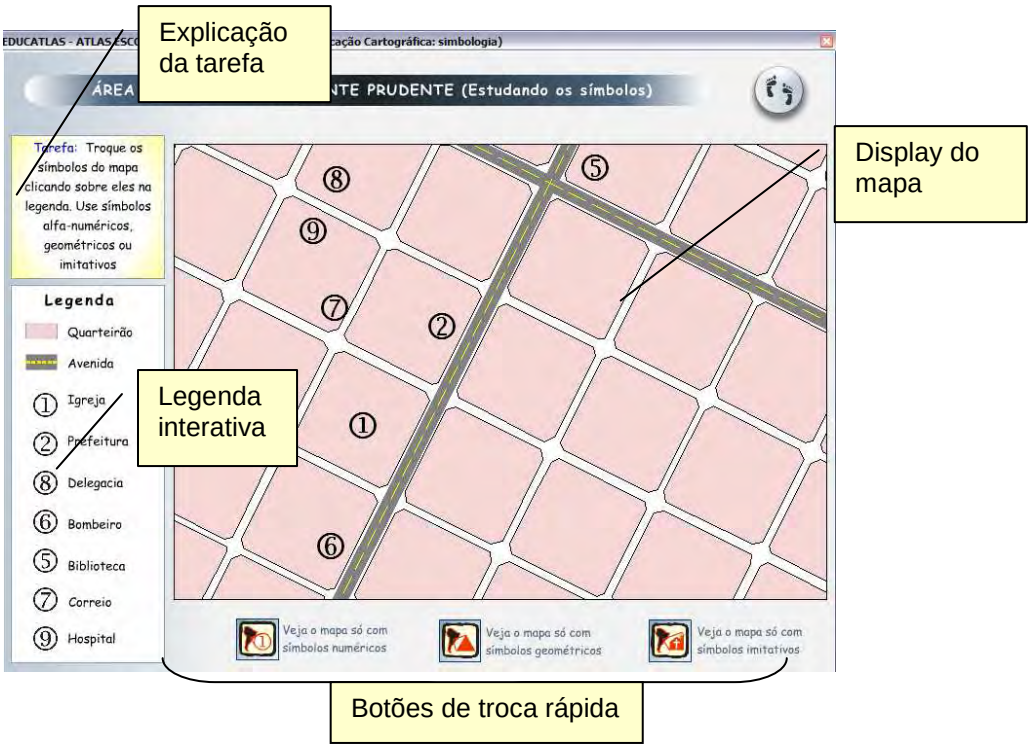


Figura 47: Tela inicial da tarefa de simbologia.

Para trocar os símbolos o aluno deverá clicar no elemento da legenda que pretende trocar, então será aberta uma nova janela com duas possibilidades de símbolos, sendo um geométrico e outro imitativo, para a feição escolhida (Figura 48).

Figura 48: Opções de escolha para troca de símbolo.

Uma vez escolhido o símbolo, este será substituído no mapa, modificando, inclusive, a legenda (Figura 49).

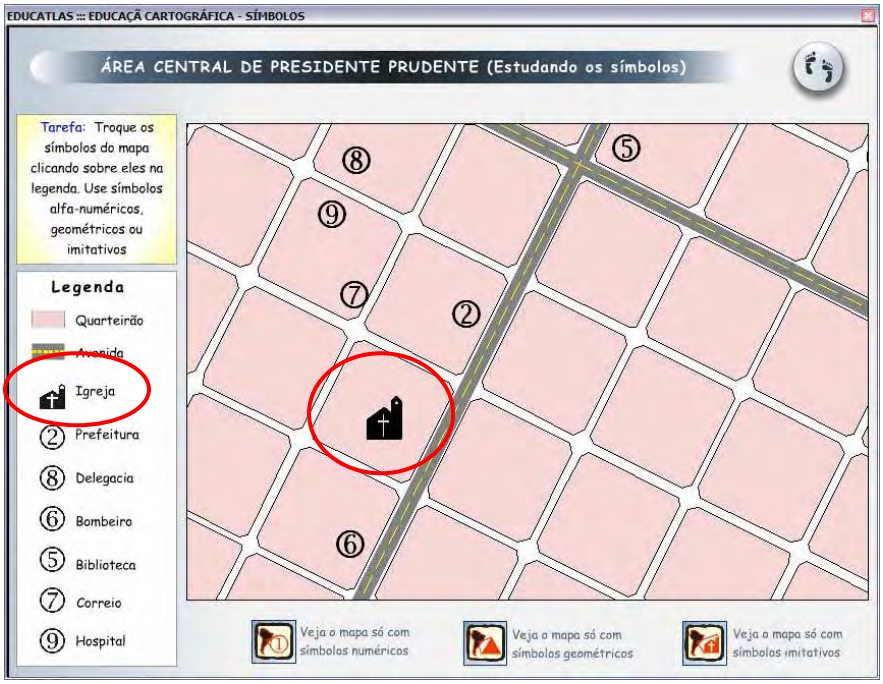


Figura 49: Opções de escolha para troca de símbolo.

A indicação da ação na legenda interativa acontece ao passar o mouse sobre ela, pois os elementos que podem ser trocados ganham destaque. A troca de símbolos é feita por intermédio da linha de comando no *Visual Basic*, utilizando-se a biblioteca *Map Objects*, o qual permite chamar o arquivo do tipo *shapefile* que contém a feição e definir os atributos do símbolo. A Tabela 18 mostra os tipos de símbolos utilizados nesta tarefa, bem como suas respectivas fontes.

Tabela 18: Símbolos geométricos e imitativos utilizados na tarefa de simbolização

Tipo de símbolos	**Figuras Geométricas**	**Figuras Imitativas**
Igreja	ESRI Geometric Symbols (36)	ESRI Cartograhy (238)
Prefeitura	ESRI Geometric Symbols (34)	ESRI Business (57)
Biblioteca	ESRI Geometric Symbols (38)	ESRI Business (63)
Bombeiro		

	Webdings (100)	ESRI Public1 (122)
Correio	■ Wingdings 2 (162)	✉ ESRI ArcPad (71)
Delegacia	✹ Wingdings 2 (171)	POLICE ESRI Crime Analysis (76)
Hospital	★ Wingdings (238)	✚ ESRI Environmental & Icons (215)

5.4.1.3 Perspectiva e projeção

Para iniciar o conceito de projeção, o aluno deve primeiramente realizar tarefas para coordenação de perspectiva. Esta instrução aparece na primeira página da tela de textos (Figura 50)

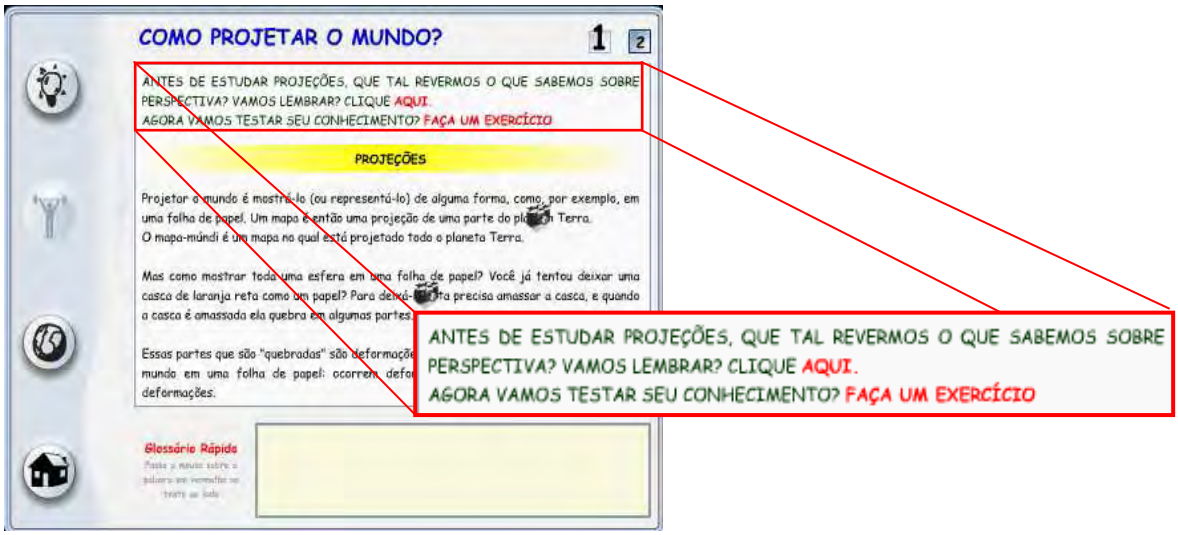


Figura 50: Aviso inicial no texto sobre projeções

Nesta aula, o aluno pode ver um exemplo animado acessado da tela de texto, no qual se tem três tipos de pontos de vista diferentes (vertical, horizontal e inclinado) com relação a um mesmo objeto, no caso, o desenho de uma igreja (Figura 51). Os pontos de vista são habilitados ao se passar com o *mouse* sobre um dos “globinhos” e, ao fazer isso, é disponibilizado um breve texto explicativo acerca da perspectiva escolhida, bem como a visão do objeto dessa perspectiva e uma fotografia do objeto real vista desse ponto. Com este recurso, que associa a

fotografia real e a visão perspectiva de um objeto, pretende-se prover ferramentas para auxiliar o desenvolvimento da descentração da criança.

Figura 51: Exemplo animado de perspectiva

A coordenação de pontos de vista (perspectiva) promove a descentração espacial, a qual possibilita ao aluno reconhecer lugares e feições vistas de ângulos diferentes do seu. Quando vemos um mapa, vemos a área representada com "olhos de pássaro", ou seja, como se estivéssemos sobrevoando o terreno. O intuito desta tarefa é levar o aluno à compreensão da forma como o terreno é representado no mapa. Tendo, portanto, estudado o texto e o exemplo animado, a criança tem a tarefa de perspectiva a cumprir, cuja tela é muito parecida com a do exemplo. Entretanto, são fornecidas informações rápidas sobre um ponto de vista, e, a partir das dicas, a criança deve clicar no "globinho" o qual acha que está posicionado corretamente. Por exemplo, a Figura 52 mostra a tela da tarefa, na qual se encontra a descrição da mesma e as dicas com relação a uma das perspectivas.

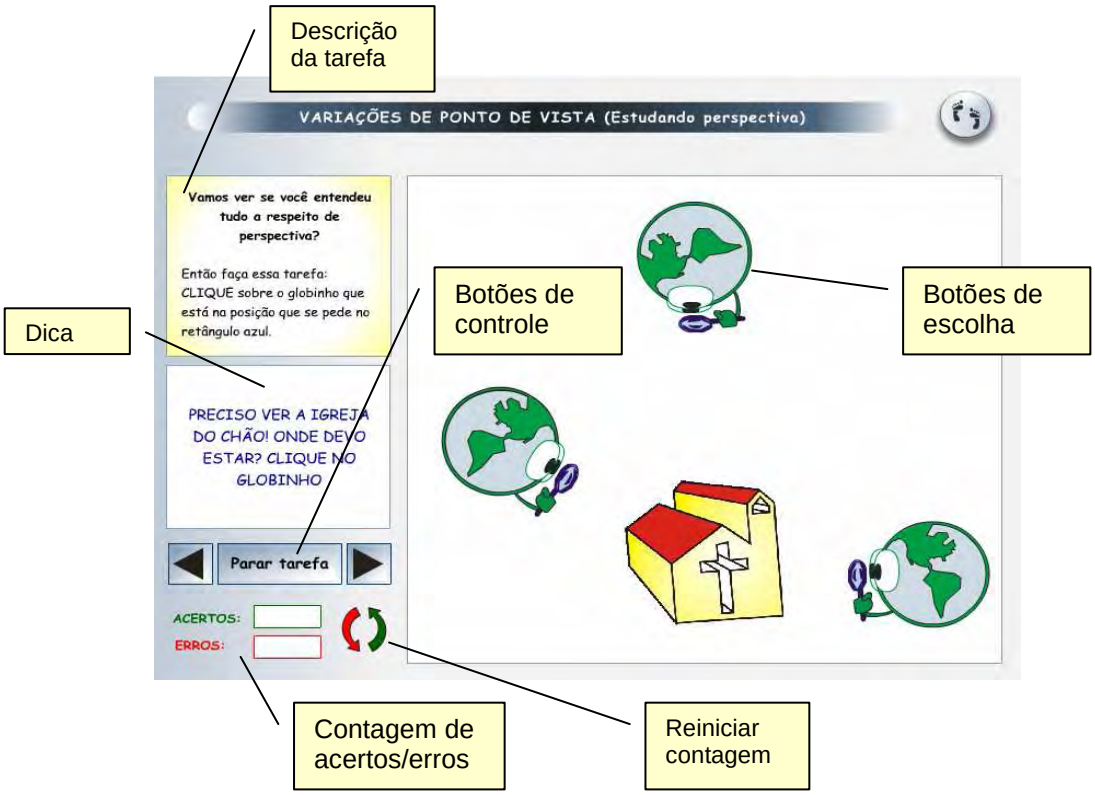


Figura 52: Tarefa de perspectiva

Se a criança escolher o globinho que indica a posição correta compatível com dica, será notificada de seu acerto. Caso erre, um aviso se abrirá, notificando-a de seu erro e explicando qual é a resposta correta.

Projeções

Tendo realizada esta tarefa, passa-se então para o texto e para o exemplo de projeções. Para compreender o que significa projetar o mundo foi implementada uma animação que mostra como uma esfera (3D) pode ser "desenhada" bidimensionalmente.

A animação exemplifica uma projeção plana, cilíndrica e cônica, aproveitando o conceito de figuras geométricas que é introduzido na idade escolar a que se destina o Atlas. As figuras geométricas plano, cilindro e cone são apresentados como *botões* no canto inferior esquerdo da tela. Ao passar o *mouse* sobre esses *botões*, essas figuras podem ser vistas de forma tangente ao globo (Figura 53).

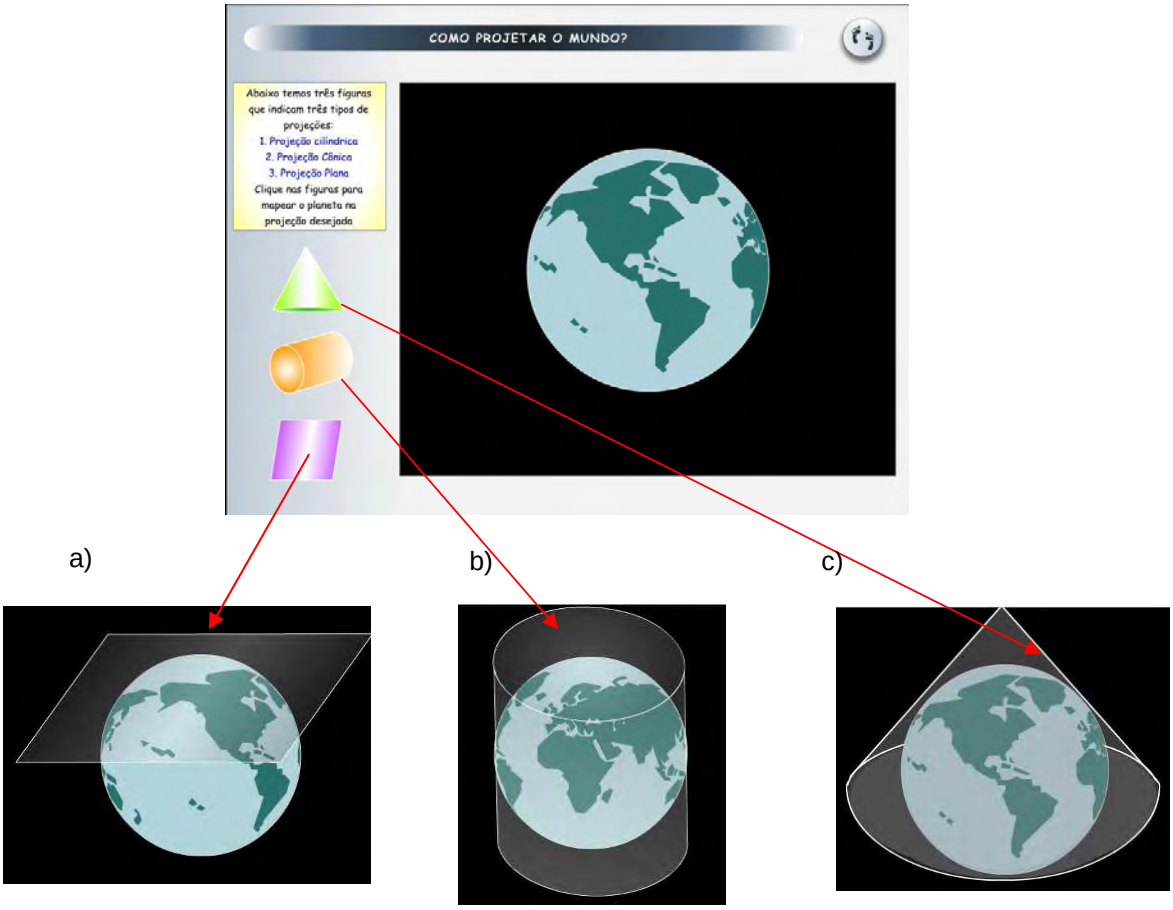


Figura 53: Tela inicial sobre projeções a) planas, b) cilíndricas e c) cônicas.

Ao realizar a ação de clique sobre o botão, é aberta uma nova janela, na qual é apresentado um exemplo da projeção correspondente (Figura 54).

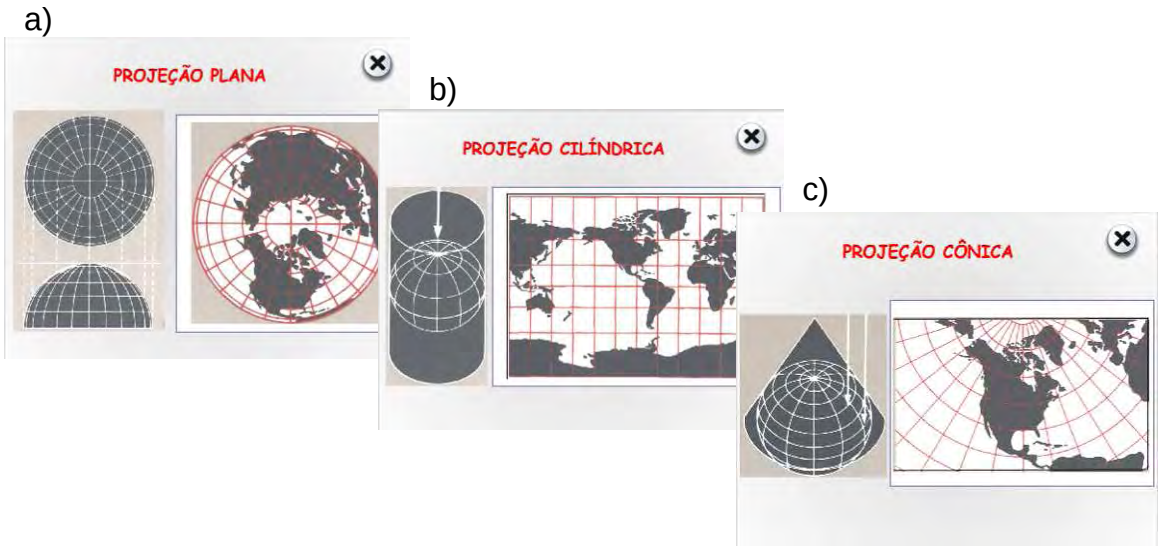


Figura 54: Exemplo mostrado no programa da projeção a) plana, b) cilíndrica e c) cônica.

5.4.1.4 Sistema de coordenadas

Para estudar as coordenadas geográficas o aluno deve primeiramente aprender a se localizar utilizando um sistema de coordenadas cartesianas. Baseando-se no jogo batalha naval, foi implementado um "tabuleiro" animado (Figura 55), cujo objetivo é fazer com que a criança associe a posição de um objeto ou feição à sua coordenada.

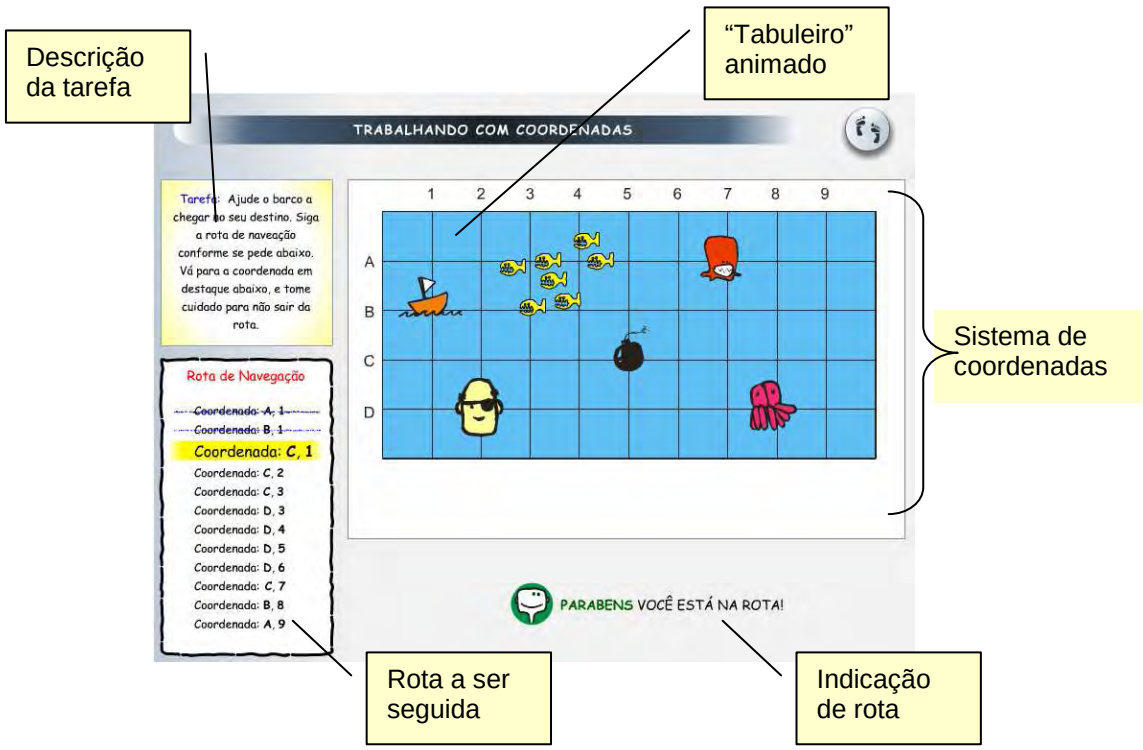


Figura 55: "Tabuleiro" animado para estudo de sistemas de coordenadas

Além deste exemplo, foi criada também uma tarefa para localização de pontos utilizando coordenadas geográficas (Figura 56). Para esta tarefa utilizou-se um mapa-múndi, no qual é pedido que se localize um ponto em cada continente. As coordenadas de cada ponto são dadas numa tabela que se encontra logo abaixo do mapa. Caso o clique seja na coordenada correta, a tabela será completada, inserindo o nome do continente. Só passa para o próximo ponto, quando clica-se no ponto de coordenada que se pede no momento.

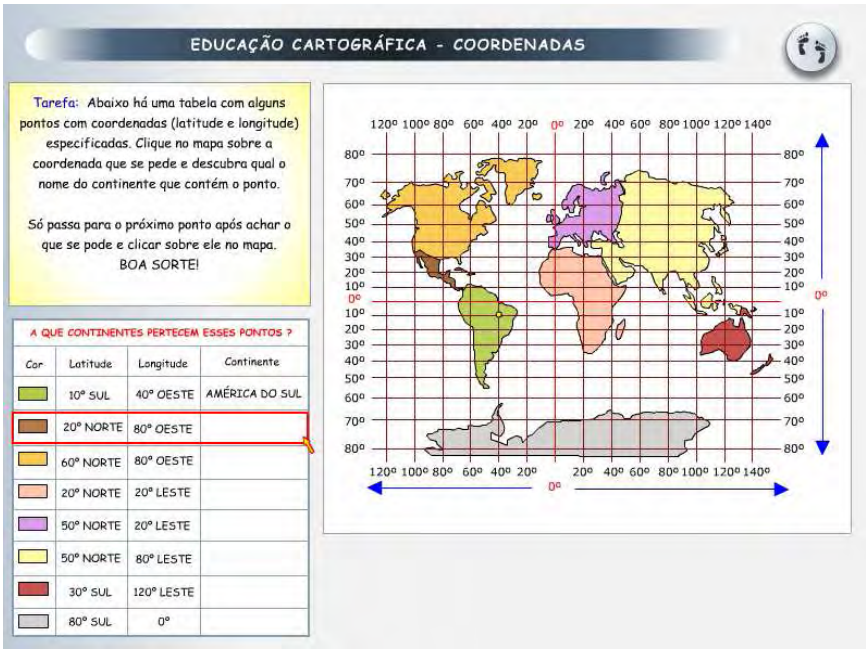


Figura 56: Mapa para localização com coordenadas geográficas

A QUE CONTINENTES PERTECEM ESSES PONTOS ?

Cor	Latitude	Longitude	Continente
	10º SUL	40º OESTE	AMÉRICA DO SUL
	20º NORTE	80º OESTE	AMÉRICA CENTRAL
	60º NORTE	80º OESTE	AMÉRICA DO NORTE
	20º NORTE	20º LESTE	ÁFRICA
	50º NORTE	20º LESTE	EUROPA
	50º NORTE	80º LESTE	ÁSIA
	30º SUL	120º LESTE	OCEANIA
	80º SUL	0º	ANTÁRTIDA

Figura 57: Tabela para a terfa de coordenadas geográficas

5.4.1.5 Escala

A escala é um conhecimento difícil de ser assimilado não só por crianças, mas parece ser também pelos próprios professores. Sendo assim, implementou-se uma tarefa com a finalidade de auxiliar esse entendimento e complementar o texto sobre o assunto (Figura 58).

Neste caso, os mapas visualizados são imagens *GIF*, pois não foi implementado nenhuma interatividade direta com o mapa, e este tipo de visualização demanda um custo computacional menor com relação a chamada de arquivos *Shape* em tempo real. O intuito desta tarefa é que o aluno perceba que quanto maior o denominador da escala, maior a região geográfica representada, pois implica que o observador estará “voando mais alto”. Pretende-se também que o aluno observe a legenda, pois conforme diminui a escala, mais generalizado estará o mapa, portanto a simbologia utilizada se modifica.

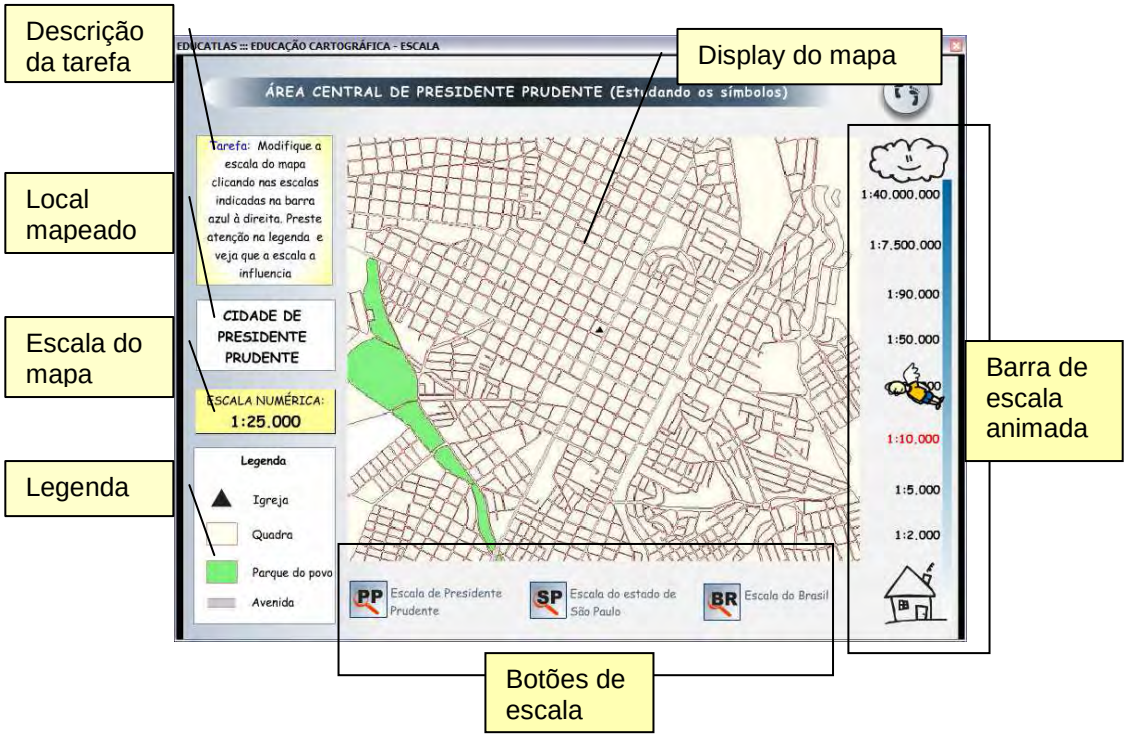
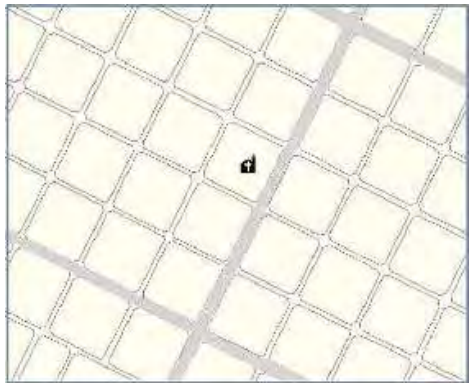


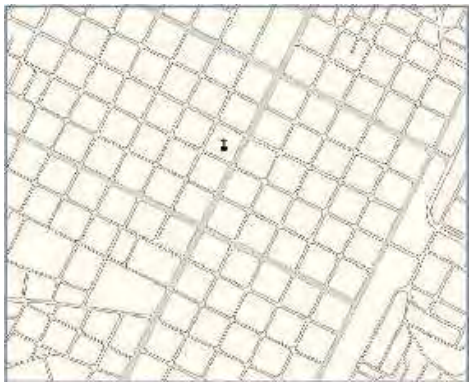
Figura 58: Tarefa de escala

Na tarefa são apresentados seis mapas da cidade de Presidente Prudente em várias escalas, além de um mapa de São Paulo e um mapa do Brasil (Figura 59). Estes mapas estão dispostos de forma decrescente em relação à escala, para que dê a impressão de um movimento vertical de afastamento e aproximação. Este tipo de variável animada é descrita por Peterson (1995) como mudança na distância entre observador e a cena.

1:2.000*



1:5.000*

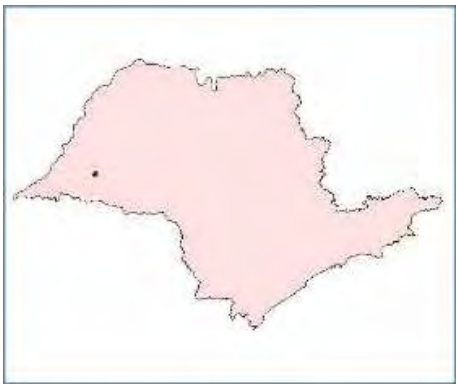


1:10.000*

1:25.000*

1:50.000*

1:90.000*



1:7.500.000*

1:40.000.000*

* Escalas dos mapas quando apresentados na tela do Atlas

Figura 59: Mapas da tarefa de escala.

Uma barra de escala animada foi criada a fim de fazer alusão a este movimento vertical. A proposta de utilizar o zoom fixo evita que o tamanho do mapa seja redefinido sem que se aplique a generalização necessária. Portanto, com esta solução pode-se criar mapas de forma mais controlada.

Além disso, foi incluída na tarefa uma animação que exemplifica passo a passo o cálculo de uma distância de 20 mm medida no mapa para cada uma das escalas. Esta animação (Figura 60) pode ser ativada ao clicar na caixa amarela do lado esquerdo da tela da tarefa, onde aparece a escala numérica do mapa.

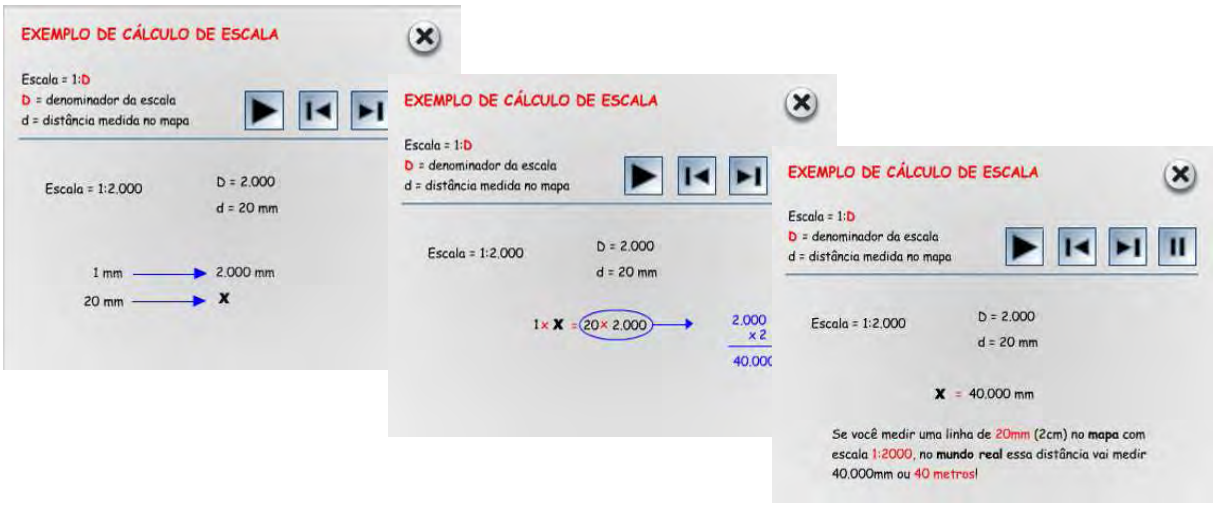


Figura 60: Exemplo animado do cálculo de distância com escala numérica

Os textos utilizados nos items sobre educação cartográfica do Atlas encontram-se no Apêndice C deste trabalho.

5.4.2 Educação ambiental

Neste *menu* são disponibilizados mapas temáticos do Brasil, do Estado de São Paulo e das UGRHIs 20 e 21, referentes à conceitos ambientais, tais como a influência do homem no meio ambiente, a relação entre vegetação e clima, o desmatamento de matas nativas, dentre outros. Nas subseções seguintes serão explicados os itens do *menu educação ambiental*, mostrado na Figura 61.

Figura 61: *Educatlas* – itens para educação ambiental

5.4.2.1 População

O primeiro mapa do *menu educação ambiental* é o mapa de crescimento populacional nos estados brasileiros nos anos de 1970, 1980, 1990 e 2000. Esta informação é representada em dois mapas: por barras e por círculos proporcionais, os quais são vistos separadamente (Figura 62).

Figura 62: Informações adicionais ativadas para a região sudeste

Pode-se ativar a animação temporal dos dados para mostrar as mudanças de forma dinâmica, ao clicar no botão play. Isto permite visualizar as mudanças temporais ocorridas, sem necessitar de análise de dois ou mais mapas estáticos justapostos. Além disso, pode-se visualizar os mapas estáticos em separado, clicando-se sobre os botões referentes as datas adotadas.

A fim de concluir a tarefa disponibiliza-se um texto para explicar o crescimento populacional nos estados brasileiros e o impacto ambiental causado. Este texto pode ser acessado clicando-se no botão de texto.

5.4.2.2 Clima e Vegetação

O estudo de clima e vegetação é feito no nível do País. O mapa de climas (Figura 63) e o mapa de formações vegetais do Brasil são apresentados um por vez, podendo ser trocados a qualquer momento, ao clicar no botão de escolha, que se situa no canto superior esquerdo.

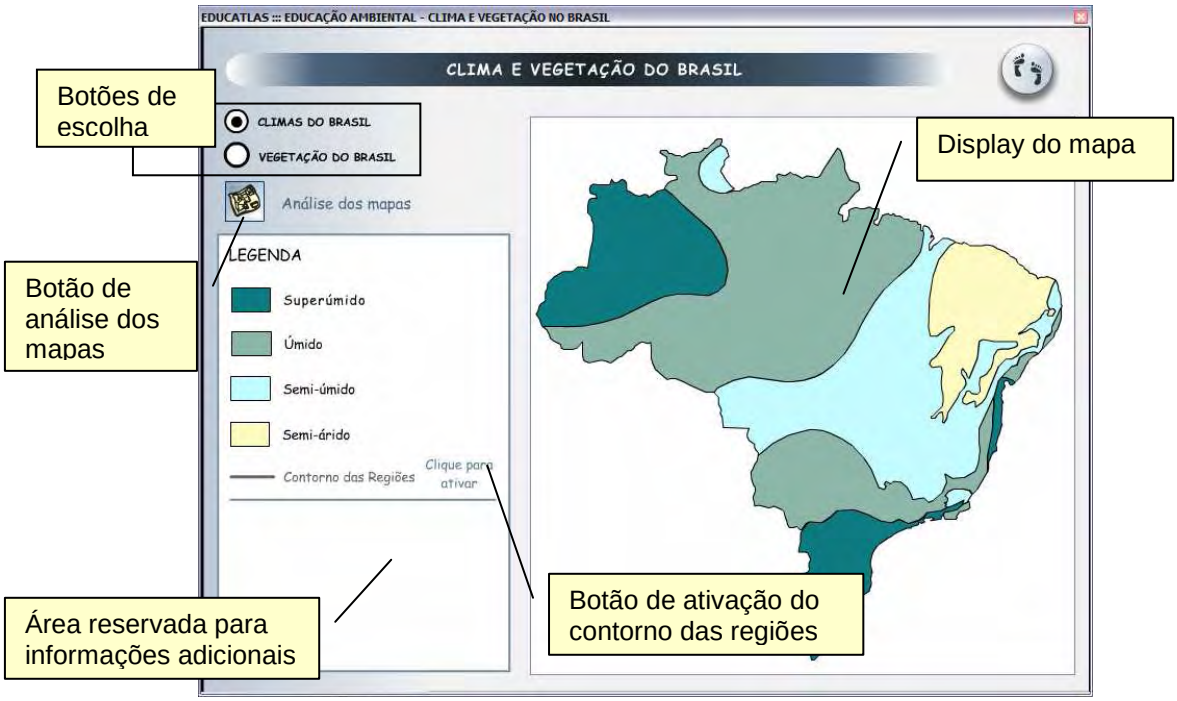


Figura 63: Tela do mapa de climas

O botão de ativação do contorno das regiões permite que se visualize ambos os mapas com as regiões do Brasil. Assim, pode-se verificar que tipo de clima ou vegetação predomina em cada região. O nome das regiões é ativado ao passar o mouse sobre a região no mapa (Figura 64).

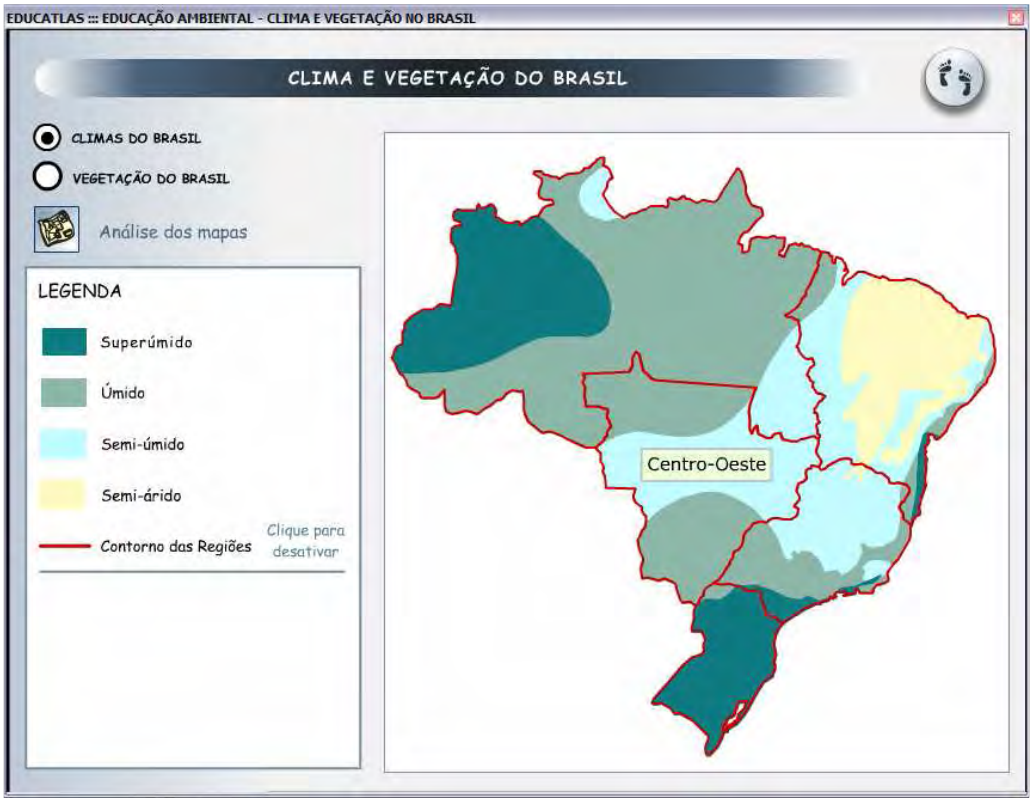


Figura 64: Tela do mapa de climas

A animação dos mapas acontece ao se passar o mouse sobre algum item da legenda ou sobre uma região do mapa. Ao fazer isso o ponteiro do mouse muda de forma (de *seta* para *mão*) indicando que neste lugar é possível uma ação. No mapa de climas, por exemplo, ao se passar o mouse sobre um dos tipos de clima, o mapa apresentará um detalhamento maior. A Figura 65 mostra o detalhamento para cada um dos quatro tipos de climas.

Quanto ao mapa de vegetação (Figura 66), ao colocar o mouse sobre algum símbolo da legenda ou alguma região no mapa, aparecerá uma descrição das formações vegetais.

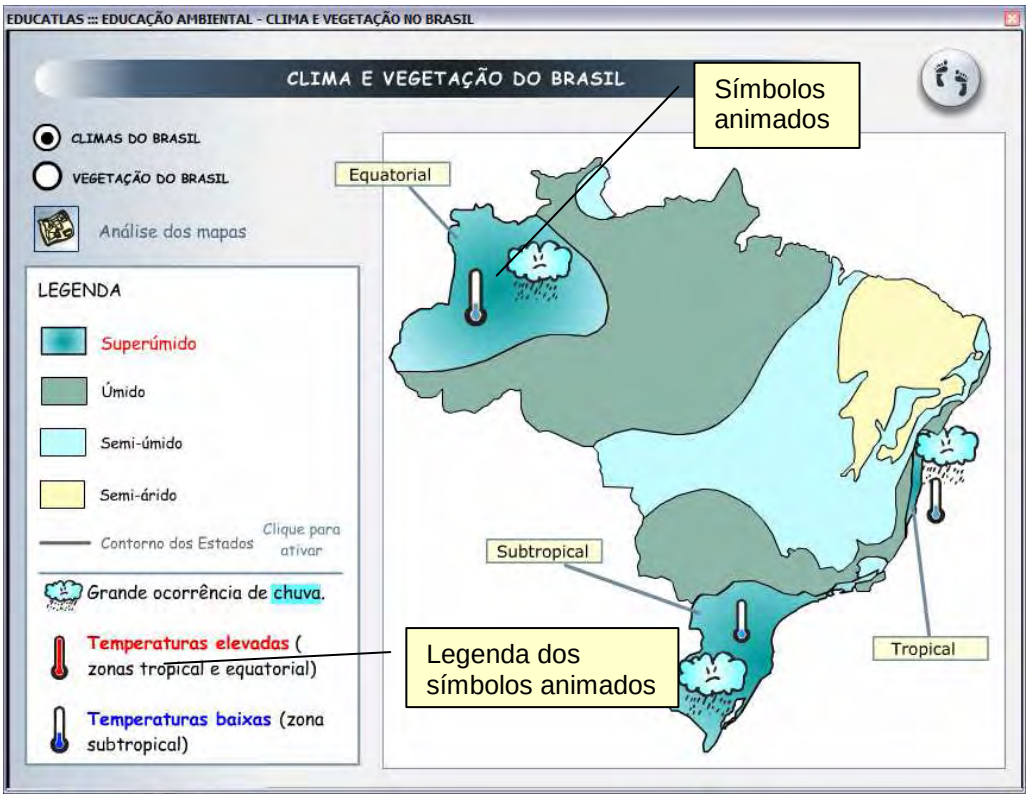


Figura 65: Tela do mapa de climas com animação ativada

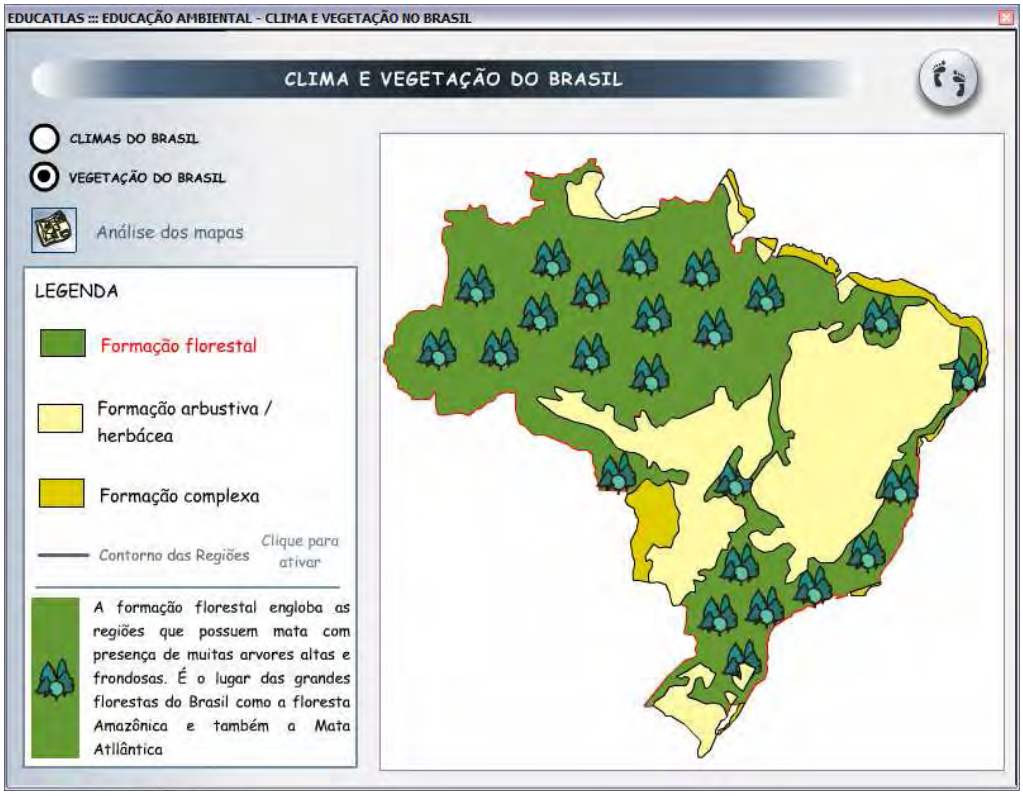


Figura 66: Tela do mapa de climas com subdivisão da vegetação ativada

O botão de análise de mapas leva a uma terceira tela, na qual os dois mapas, clima e vegetação, podem ser visualizados lado a lado, além de apresentar um texto resumido sobre a relação entre clima e os tipos de vegetação.

5.4.2.3 Degradação da Mata Atlântica

O mapa de degradação da Mata Atlântica foi criado a fim de promover um estudo sobre a influência do homem na paisagem natural, somente no nível estadual. São utilizados para esse estudo seis mapas do estado de São Paulo, sendo que três mapas mostram a área de Mata Atlântica existente no Estado para os anos de 1886, 1920 e 1952, enquanto que os outros três são mapas da expansão cafeeira nos anos de 1886, 1920 e 1935. Estes mapas foram sincronizados numa animação temporal de acordo com a progressão de uma linha de tempo e podem ser visualizados simultaneamente (Figura 68). Para obter a impressão de continuidade utilizou-se o recurso de “transição de cena” (Peterson, 1995).

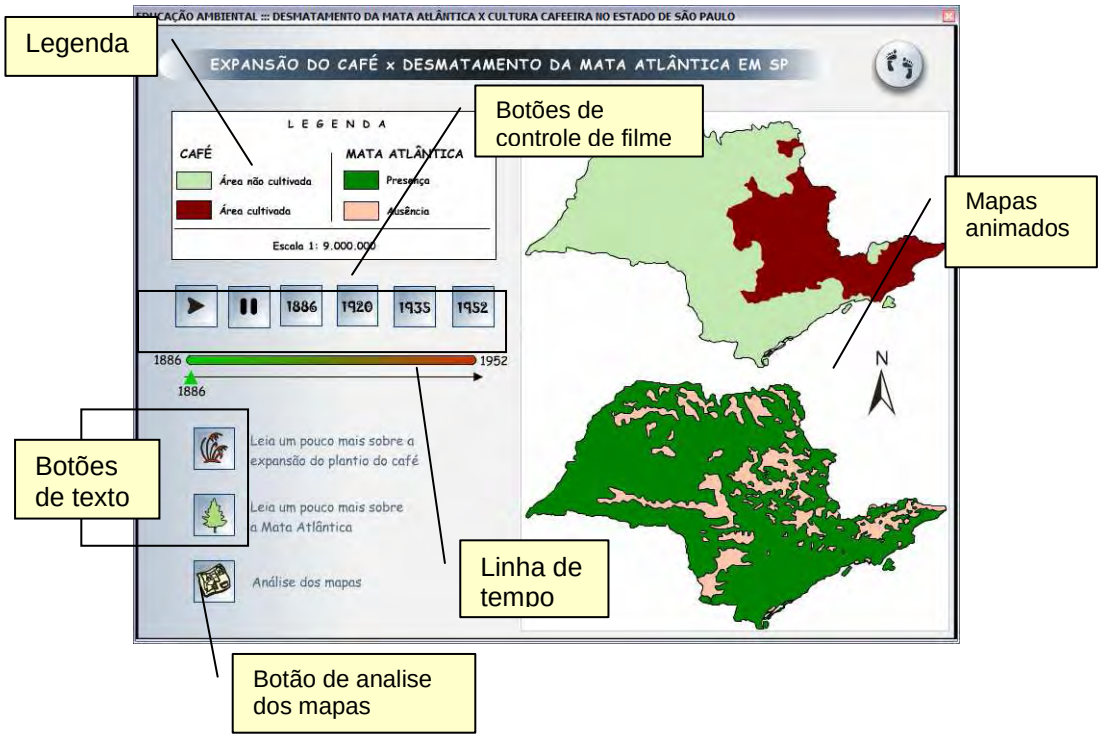


Figura 68: Tela dos mapas temporais da Mata Atlântica e cultura cafeeira no estado de São Paulo

Os botões de comando de filme permitem iniciar a animação a partir de qualquer posição da linha de tempo (botão *play*), parar a animação em qualquer posição na linha de tempo (botão *pause*), ou ir e parar nas posições correspondentes aos anos de 1886, 1920, 1035 e 1952, que são os anos reais da base de dados utilizada.

Além deste recurso, pode-se analisar os mapas de forma estática clicando sobre o botão de *Análise de mapas*, o qual ativa uma janela que contém os mapas utilizados lado a lado e um texto a respeito dos mapas (Figura 69).

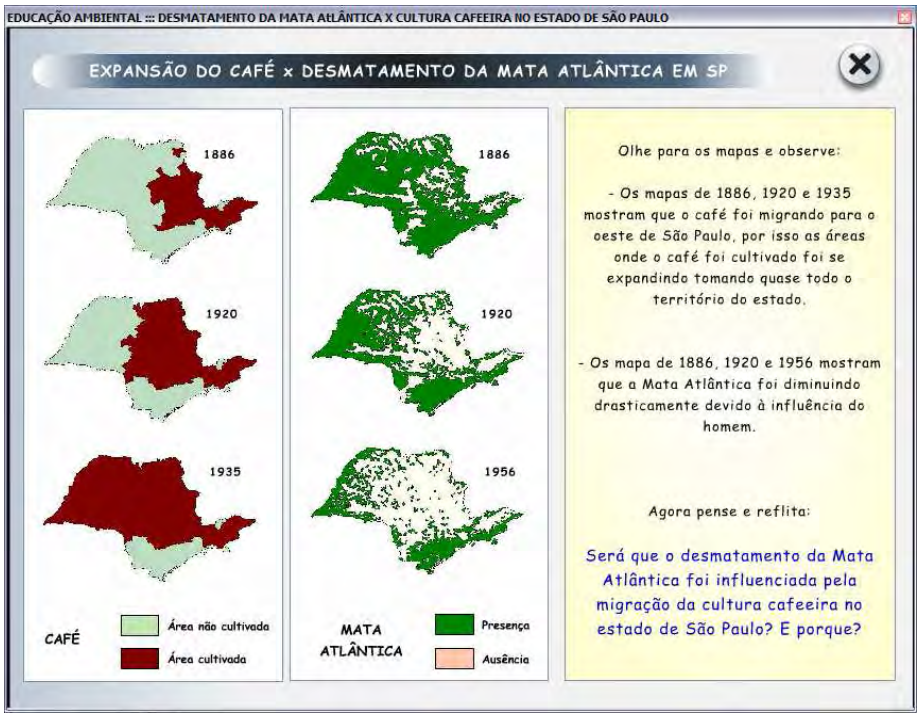


Figura 69: Tela dos mapas estáticos da Mata Atlântica e cultura cafeeira no estado de São Paulo

Para saber mais sobre o cultivo de café (Figura 70) ou sobre a Mata Atlântica, deve-se clicar nos botões correspondentes na janela dos mapas animados.

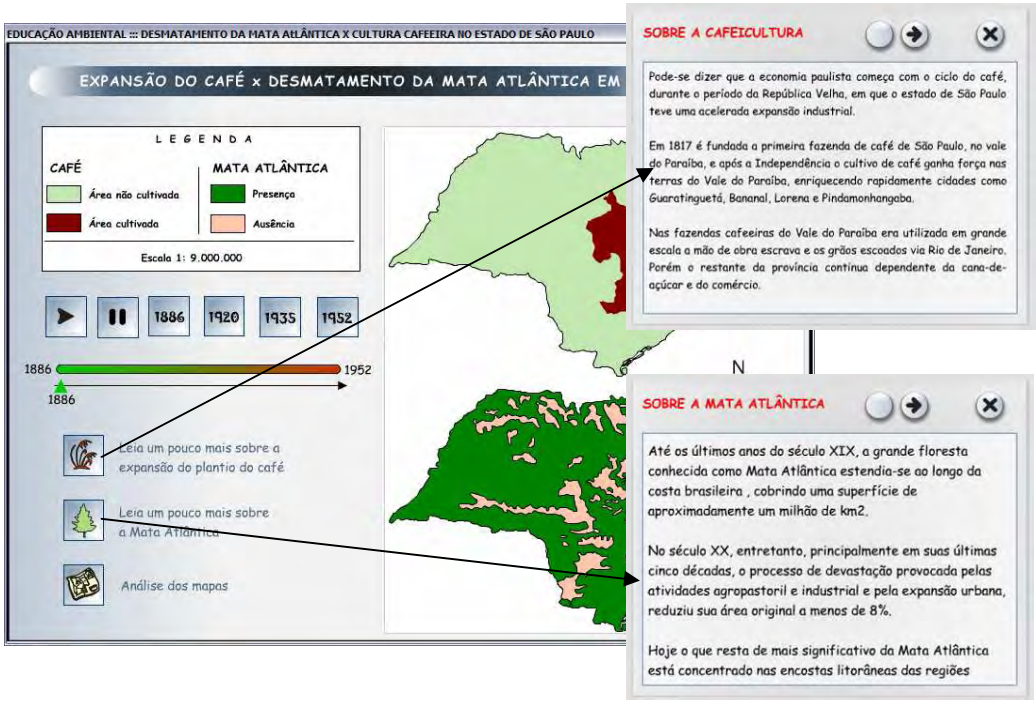


Figura 70: Ativação de textos sobre Mata Atlântica e cafeicultura.

5.4.2.4 Bacias Hidrográfias

O item sobre Bacias Hidrográficas trata de assuntos relacionados à poluição de recursos hídricos. Ao clicar nesse item do *menu*, aparecerá uma janela com o mapa do Estado de São Paulo subdividido nas 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O intuito é permitir abertura para possível inclusão de mapas para as demais UGRHIs. No caso deste trabalho, apenas a opção de acessar as UGRHIs 20 (Aguapeí) e 21 (Peixe) está ativada (Figura 71).

Entrando na opção das bacias do rio Aguapeí e Peixe, há três opções de mapas (Figura 72): mapa da mata ciliar, mapa das indústrias mais poluidoras e mapa da população em relação à quantidade de habitantes que possuem tratamento de esgoto. Para não sobrecarregar a representação, estipulou-se que nos mapas de população e indústrias, apenas os rios Aguapeí e Peixe são mostrados. Os demais rios são apresentados somente no mapa de vegetação.

Figura 71: Tela de escolha da UGRHI

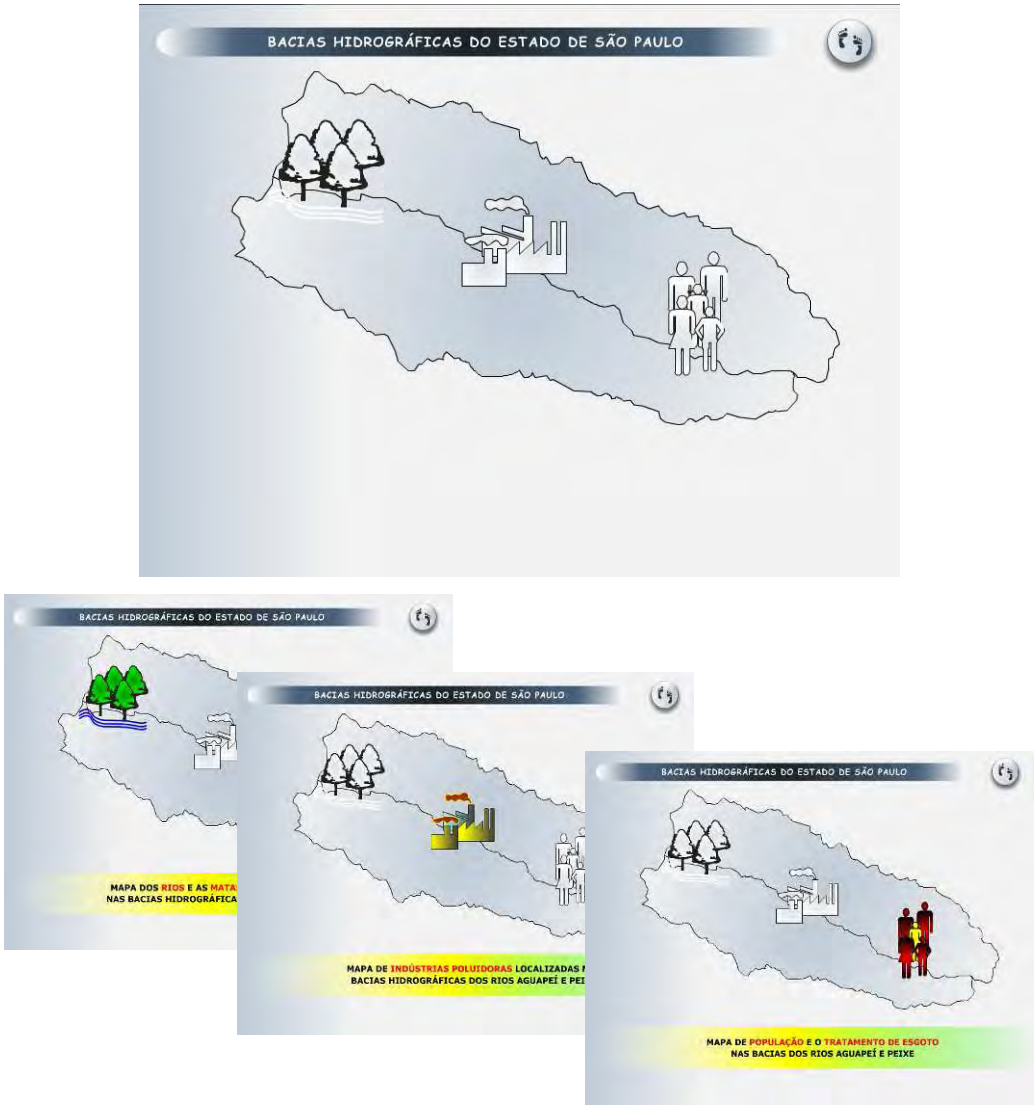


Figura 72: Tela de escolha de mapas da UGRHI 20 e 21.

No mapa da mata ciliar das UGRHIs do Aguapeí e Peixe estão representados os rios principais que compõem as Bacias hidrográficas, bem como alguns de seus afluentes. (Figura 73).

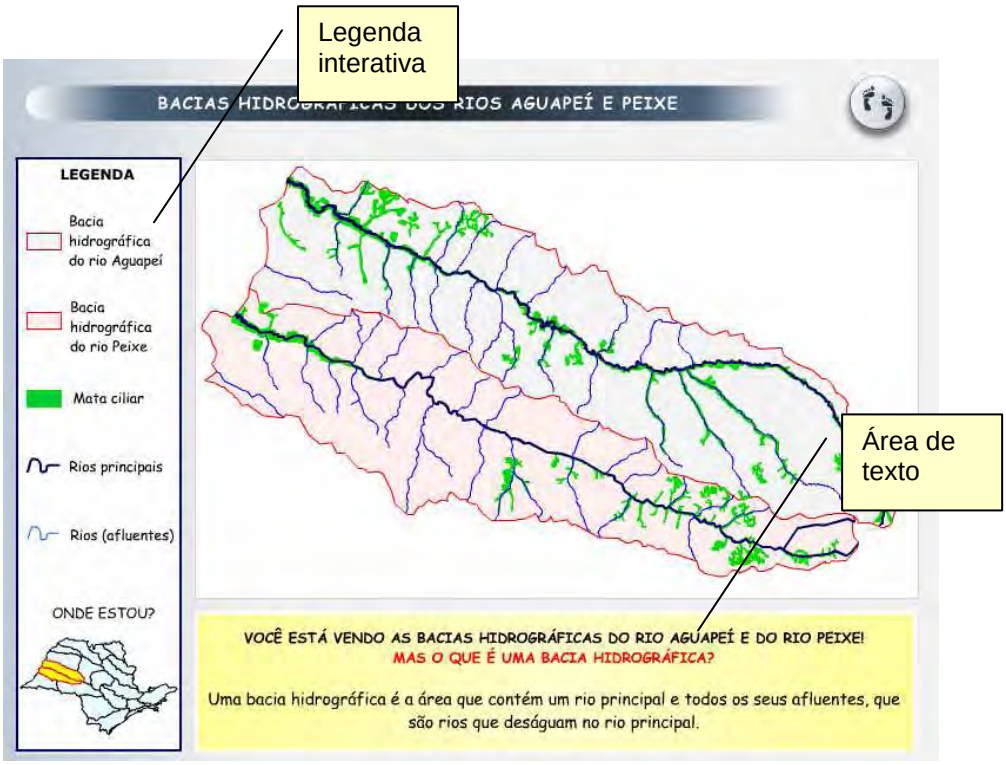


Figura 73: Mapa com rios e mata ciliar das UGRHIs 20 e 21

Este mapa foi organizado de forma a auxiliar no conceito de bacias hidrográficas. Ao passar o *mouse* sobre os itens da legenda, algumas funções podem ser ativadas. Por exemplo, com o *mouse* parado sobre a legenda que indica as bacias hidrográficas, pode-se visualizar a bacia hidrográfica correspondente de forma destacada em relação à outra (Figura 74)

Com o *mouse* sobre a legenda de mata ciliar, um texto sucinto sobre a importância das matas ciliares é disponibilizado na área de texto (Figura 75). Ao se posicionar o *mouse* sobre o os rios principais (Aguapeí e Peixe), estes são cintilados e seus nomes indicados na área de texto (Figura 76).

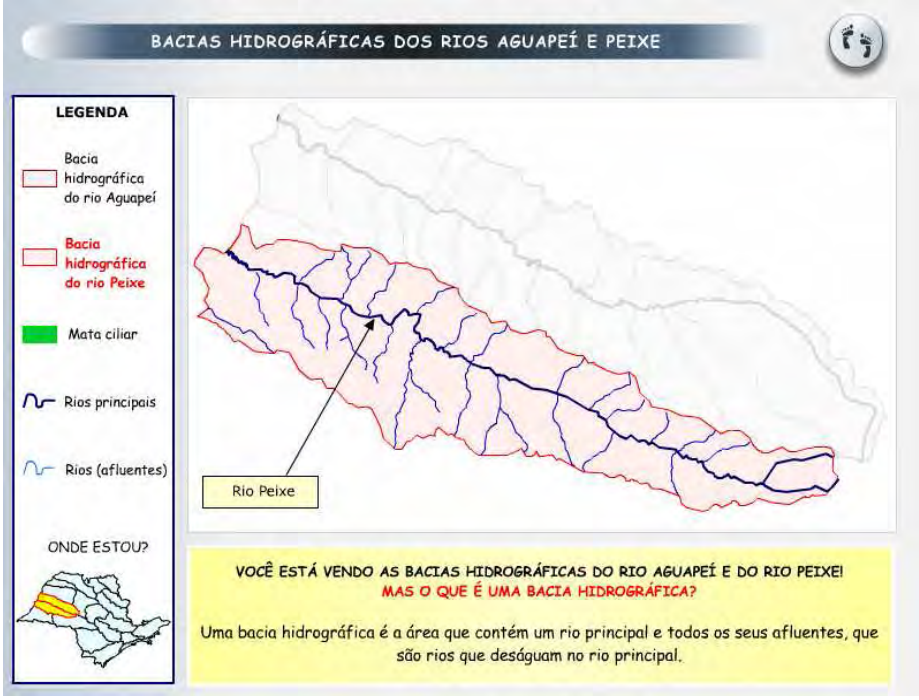


Figura 74: Mapa com bacia hidrográfica do rio Peixe, em destaque.

Figura 75: Legenda de mata ciliar ativada e texto informativo.

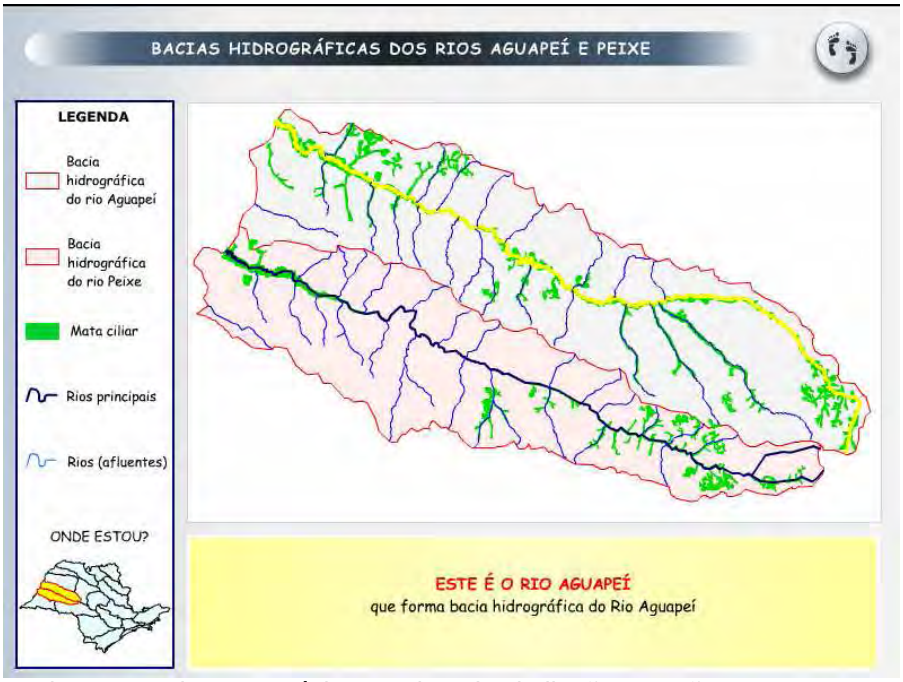


Figura 76: Rio Aguapeí destacado pela cintilação na ação *mouse over*.

Quanto ao mapa da população (Figura 77), este mostra, através de círculos proporcionais, a relação entre habitantes da sede municipal com tratamento de esgoto e os habitantes sem tratamento de esgoto. Esta relação é importante para educação ambiental, pois mostra que a população que não possui tratamento de esgoto o despeja diretamente no leito dos rios próximos.

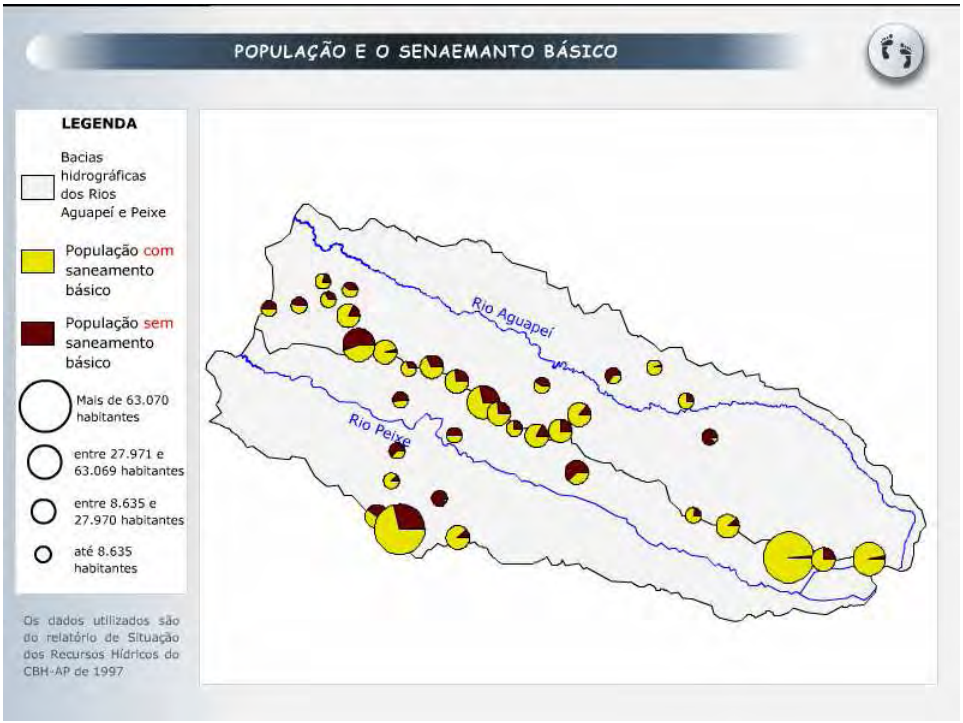


Figura 77: Tela do mapa de relação entre população com e sem tratamento de esgoto

Os intervalos foram construídos adotando-se a classificação de *quebras naturais*, com quatro classes, cujos círculos proporcionais variam em tamanho de 16 a 36 no *ArcView*. Dessa forma, as sedes municipais foram classificado como cidades com população maior ou igual a 63.000 habitantes, cidades com população acima de 28.000 até 63.000 habitantes, cidades com população acima de 8.600 até 28.000 habitantes e cidades com população menor ou igual a 8.600 habitantes

Ao clicar sobre os círculos proporcionais na legenda, o aluno pode ainda ver as classes separadamente (Figura 78). Neste caso, ao passar o mouse sobre o símbolo no mapa, aparece o nome da sede municipal, o número de habitantes e a porcentagem de habitantes com e sem tratamento de esgoto. Esta analise mais detalhada foi considerada necessária uma vez que facilita o entendimento do aluno e, talvez, permita que compreenda a relação de proporção (porcentagem) de uma forma mais clara.

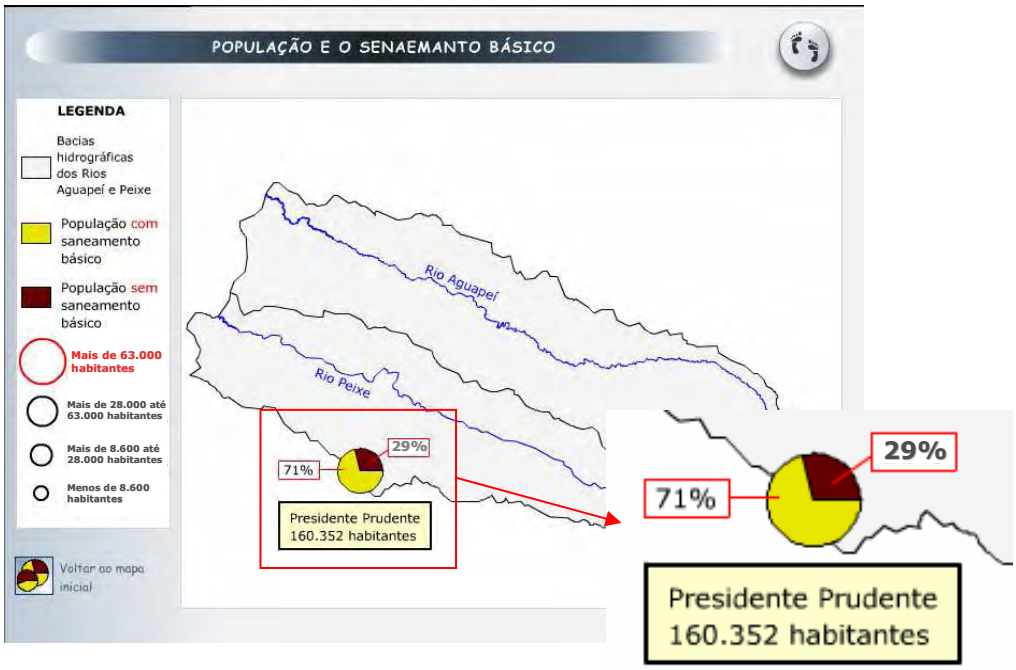


Figura 78: Mapa apenas com as cidades com mais população e detalhe da informação apresentada

Por fim, o mapa criado com as indústrias poluidoras utiliza símbolos animados de indústrias, os quais além de se diferenciar pela cor conforme descritos na legenda, diferenciam-se também na freqüência do evento do símbolos (Figura 79).

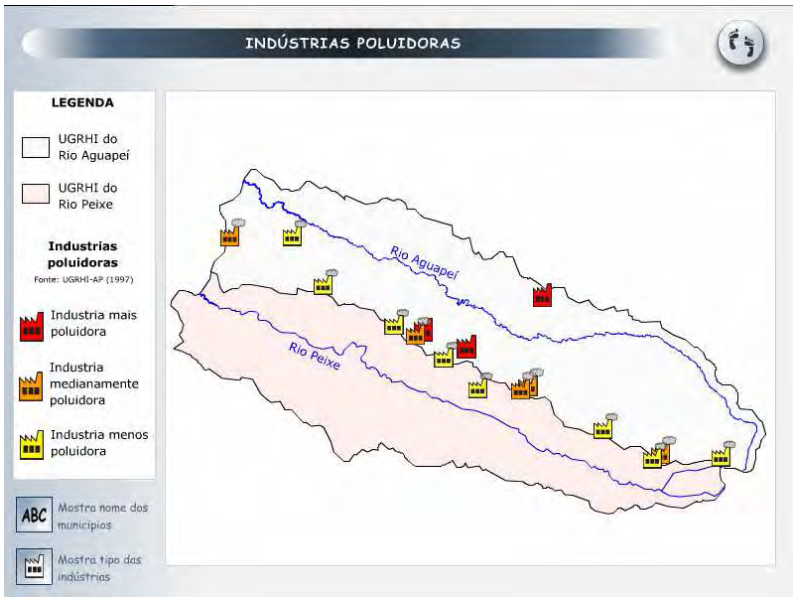


Figura 79: Tela do mapa de poluição industrial

Além disso, é possível ver o nome das sedes municipais às quais pertencem estas indústrias (Figura 80), ou do tipo de produto que as indústrias produzem (Figura 81). A animação dos símbolos é desligada em ambos os casos, pois estas informações adicionais já sobrecarregam o mapa.

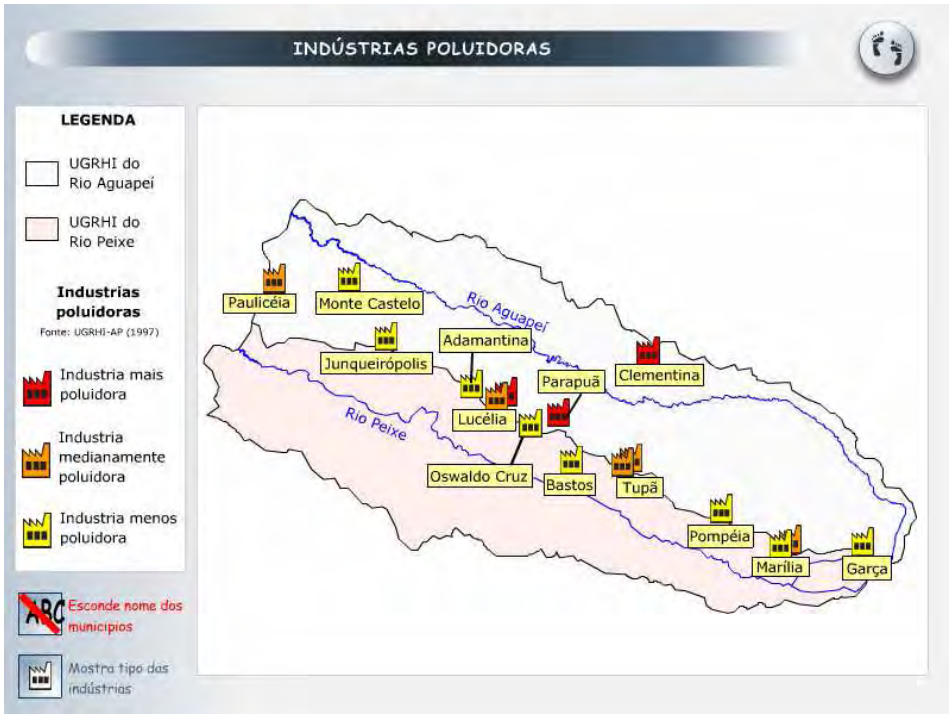


Figura 80: Mapa com os nomes das sedes municípaiss onde as indústrias se situam

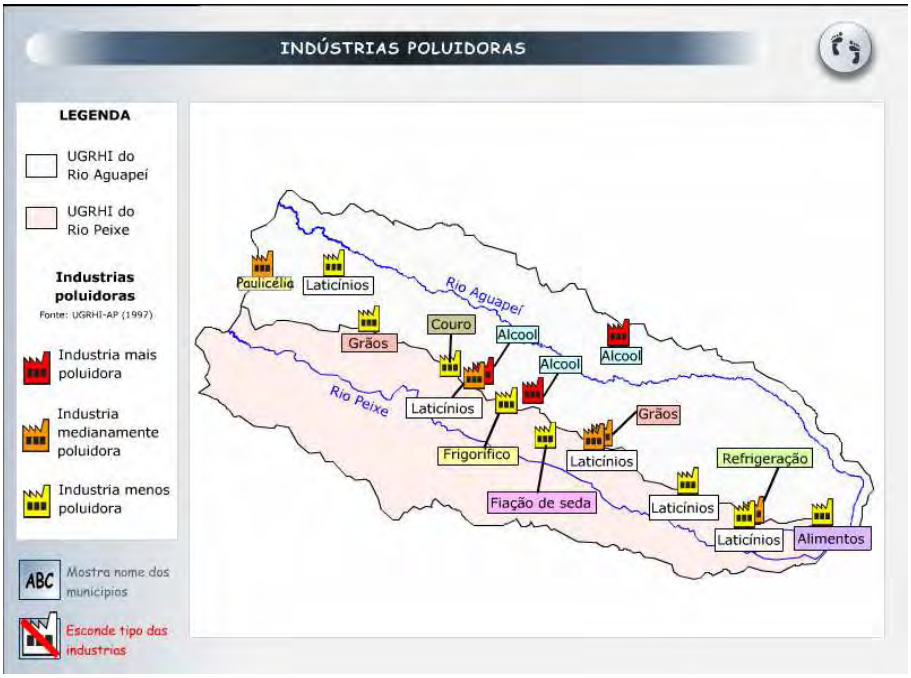


Figura 81: Mapa com os nomes dos produtos produzidos pelas indústrias

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A etapa do projeto cartográfico se mostrou essencial para o desenvolvimento do Atlas Escolar Interativo, uma vez que se trata de um produto com alto grau de complexidade. Esse projeto para Atlas Interativo foi realizado de forma a adequar o produto ao propósito e às necessidades do usuário, facilitando assim a fase de produção. Em relação à modelagem dos dados geográficos, esta se mostrou eficiente para orientação e dimensionamento da informação necessária, pois simplificou a transposição de entidades do mundo real e suas interações, permitindo a abstração e organização dos dados geográficos em um sistema informatizado. Além disso, o modelo Geo-OMT, adotado neste trabalho, pode ser adaptado e utilizado em outras aplicações.

Pode-se enfatizar que o conhecimento teórico-metodológico do desenvolvimento cognitivo e de suas relações com os conceitos cartográficos é de fundamental importância na produção de um Atlas para a educação, pois se pode adaptar as atividades e a forma de apresentação dos mapas de acordo com as habilidades cognitivas da criança, evitando-se criar um produto que não possa ser compreendido ou utilizado pelo usuário, devido as restrições quanto à sua capacidade intelectual. O uso de animação temporal, por exemplo, pôde ser explorado para crianças na idade intelectual do período operatório formal, pois segundo Piaget (1971) a criança é capaz de realizar relações de conservação a partir da comparação global do estado inicial e final das transformações por identificação lógica e com intervenção da noção de unidade. Sendo assim, ela é capaz de compreender que existe mudança pela observação do estado inicial e final do fenômeno ocorrido, além de identificar a proporção desta mudança. Nos mapas de desmatamento da Mata Atlântica e migração da cultura cafeeira no estado de São Paulo, a criança necessita utilizar as relações de reciprocidade e seriação. A correspondência recíproca inicia-se no ultimo estágio do desenvolvimento (operatório formal), na qual as crianças comparam elementos de duas coleções, de forma a buscar equivalência e assim perceber mudanças aparentes (PIAGET, 1971). Para compreender a seriação, a criança de 11 ou 12 anos começa a considerar o conjunto de relações entre todos elementos em cada

parte da série, observando em cada nova relação o termo maior ou menor (PIAGET, 1971)

Tanto em mapas animados como não-animados são utilizadas estratégias externas e internas. As estratégias internas estão relacionadas ao uso de legendas interativas e símbolos animados, pois levam o aluno a realizar ações sobre os elementos constituintes do mapa e adicionam a este informações para auxiliar no entendimento da representação primária. Já as estratégias externas são encontradas nas descrições do mapa e da tarefa, na explicação do fenômeno representado e na utilização da linha de tempo.

Para a animação e interatividade do Atlas Escolar Interativo foram usados os seguintes recursos: coordenação de ponto de vista para a tarefa de perspectiva; zoom fixo para redimensionamento de escala na tarefa de escala; mudança de símbolos cartográficos na tarefa de simbologia; *toggling* (possibilidade de ligar e desligar feições) no mapa do Brasil de clima e vegetação e no mapa da mata ciliar das UGRHI's 20 e 21; busca simples de dados para informação dos nomes dos rios no mapa da mata ciliar das UGRHI's 20 e 21; *highlighting* em diversos mapas e justaposição de janelas com animação nos mapas do estado de São Paulo. Estes recursos, no geral, possuem um médio grau de interatividade e podem auxiliar na compreensão das informações geográficas de natureza atemporal e, principalmente, de natureza temporal, uma vez que esses recursos permitem a visualização do evento de forma dinâmica e contínua.

Na metodologia, o processo de retro-alimentação consiste na avaliação do produto quanto a comunicação cartográfica e a usabilidade do Atlas. A partir do resultado desta avaliação, podem-se realizar as adaptações necessárias. Recomenda-se, portanto, que esta etapa prevista na metodologia seja realizada em estudos posteriores, uma vez que este processo de avaliação é fundamental para uma melhor adaptação do produto ao usuário.

O uso da animação pode contribuir no ensino, pois o movimento chama mais atenção do que o elemento estático (BERTIN, 1983). Entretanto, não se pode afirmar até que ponto este recurso realmente auxilia no ensino, pois estudos realizados neste sentido são controversos, sendo que enquanto alguns autores defendem que mapas animados são mais eficientes (KOUSSOULAKOU e KRAAK, 1992) outros não encontram diferenças substanciais em relação aos

mapas estáticos (SLOCUM e EGBERT, 1993 apud SLOCUM et al, 2001). Portanto, torna-se necessária uma avaliação para compreender em qual momento a animação contribui no ensino de cartografia.

Utilizou-se a *sincronização justaposta* para análise conjunta dos mapas de vegetação e expansão cafeeira do estado de São Paulo, com a finalidade de interpretar a relação entre os eventos. Entretanto, conforme Blok et. al. (1999) não há nenhuma evidência que esta seja a melhor forma de apresentação dos dados, uma vez que não se sabe muito acerca da habilidade humana em prestar atenção em pares de mapas dinâmicos. Nesse caso, seria de grande importância avaliar comparativamente a influência causada pela animação simultânea de diferentes mapas, e o nível de informação extraída pelo leitor em relação à mesma informação apresentada de forma estática.

Recomenda-se que o mapa de evolução do desmatamento da Mata Atlântica do Estado de São Paulo seja generalizado de forma equivalente ao mapa da expansão cafeeira, para facilitar a leitura e interpretação das relações entre esses dois fenômenos geográficos por esse grupo de usuários. Os dados utilizados para criar os mapas referentes às UGRHIs 20 e 21 são do ano de 1997, sendo assim, sugere-se que estes dados sejam atualizados de forma a tornar as informações mais condizentes com a realidade atual.

É importante ressaltar que a cartografia multimídia (animação, interatividade, hyperlinks) pode vir a auxiliar a criança no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas para a compreensão e manipulação do espaço geográfico. Isso poderá contribuir para a produção de um Atlas Escolar mais eficiente e eficaz para o ensino de Geografia. Entretanto, o Atlas Escolar Interativo pode se tornar uma ferramenta auxiliar ao ensino, desde que seja bem projetado e se considere as etapas do desenvolvimento cognitivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, D. M.; BARROS, L. M. O.; FROES, R. P.; SANTOS, A. L. P. **Desenvolvimento de Atlas Eletrônico para Educação Ambiental – estudo de caso: Município de Ubatuba e Parque Estadual da Ilha Anchieta**. 169 f. Relatório (graduação em Engenharia Cartográfica) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, SP, 2004.

ALMEIDA, R. D. **Do desenho ao mapa**: iniciação cartográfica na escola. São Paulo: Contexto, 2001.

ALMEIDA, R. D.; PASSINI, E. Y. **O espaço geográfico**: ensino e representação. São Paulo: Contexto, 1994.

ANTUNES, A. R.; MENANDRO, H. F.; PAGANELLI, T. L. **Estudos sociais:** teoria e prática. Rio de Janeiro: Access, 1993.

BALCHIN, W. G. V. Graficacia. **Geografia**. n. 3, p. 1-13, abril, 1978.

BERTIN, J. **Sémiologie graphique**. 1983. TRADUÇÃO: Willian J. Berg. Madison: The University of Wisconsin Press

_____. **Theórie de la communication et theórie graphique**. *In: MÉLANGES CHARLES MORAZÉ*. Toulouse, Privat, 1978, 6p. TRADUÇÃO: Marcello Martinelli. Departamento de geografia, Universidade de São Paulo.

BLOK, C. Testing symbols on a Dutch Tourist Map, Scale 1:50000. Enshede: **ITC Journal**, 1987

BLOCK, C.; KÖBBEN, B; CHENG, T.; KUTEREMA, A. A. Visualization of relationships between spatial patterns in time bt cartographic animation. **Cartography and Geographic Information Science**. v.26, n.2, p.139-151, 1999.

BOCHICCHIO, V. R. **Atlas Atual Geografia**: *Manual de Cartografia*. Editora Atual, 1995.

BORGES, K.; DAVIS, C. **Modelagem de dados geográficos**. In: CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; DAVIS, C. *Geoprocessamento: teorias e aplicações*. 3v. v.3. Livro virtual, 2003. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>. Acessado em: 02 mar. 2004.

BRASIL. SEF. **Parâmetros curriculares nacionais**: geografia. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. São José dos Campos, SP: INPE, 1995. (Tese de Doutorado)

CARTWRIGHT, W. **Development of Multimidia**. In: CARTWRIGTH, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. *Multimedia cartography*. 1.ed. New York: Springer, 1999, 343f.

CASTNER, H. W. Education through mapping. **Cartographica**.Toronto: University of Toronto, Califórnia, v.24, n.1, p.82-100, spring. 1987.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE. **Práticas Pedagógicas em Educação Ambiental**. Pelos caminhos das águas – Manual do Professor. Programa de Educação Ambiental do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapei e Peixe. São Paulo: FCT/UNESP, 2003.

_____. **Relatório de situação de recursos hídricos**. 1997, CD-ROOM.

CRAMPTON, J. W. Interactivity types in geographic visualization. **Cartography and geographic information science**. n.29, v. 2, p. 85-98. 2002.

DECANINI, M. M. S.; IMAI, N. N. Mapeamento na Bacia do Alto Paraguai: Projeto e Produção Cartográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**, 2000. p. 65-75.

DELAZARI, L. S. **Modelagem e implementação de um atlas eletrônico interativo utilizando métodos de visualização cartográfica**. Tese de Doutorado em Engenharia de Transportes. USP, São Paulo, 2004.

DENT, B. D. **Cartography thematic map design**. 3. ed. WCB McGraw-Hill, 1990.

_____. **Cartography thematic map design**. 5. ed. WCB McGraw-Hill, 1999.

DIBIASI, D.; MACEACHREN, A. M.; KRYGIER, J. B.; REEVES, C. Animation and the role of map design in scientific visualization. **Cartography and geographic information science**, v. 19, n. 4. 1992

FRANCISCHETT, M. N. **A cartografia no ensino da geografia:** a aprendizagem mediada. Cascavel: Edunioeste, 2004. 198 p.

GIARDINO, C.; **Coleção de Geografia**. São Paulo: Escolas Associadas, [200-?]a. 5ª série.

_____. **Coleção de Geografia**. São Paulo: Escolas Associadas, [200-?]b. 6ª série.

HARA, T. L. **Técnicas de apresentação de dados em geoprocessamento**. Dissertação (mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP, 1997.

IBGE. **Noções básicas de cartografia.** Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 128 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **IPEAData**: dados macronômicos regionais. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?337041984> Acessado em maio de 2007.

JOLY, F. **A Cartografia**. Campinas: Papirus, 1990.

KEATES, J. S. **Cartographic design and production**. e. 2. New York: Longman Group, 1989.

KEATES, J. S. **Cartographic design and production**. e. 1. New York: Longman Group, 1973.

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

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. **Cartography:** visualization of geospatial data. Prentice Hall, 2003.

KOUSSOULAKOU, A.; KRAAK, M. J. Spatio-temporal maps and cartographic communication. **The cartographic journal**. n. 29, vol. 2, p.101-8

LESSA, W. D. **Dois estudos de comunicação visual.** Rio de Janeiro: UFRJ, 1995.

LIBAULT, A. **Geocartografia**. São Paulo: Nacional/USP, 1975. 320p.

MACEACHREN, A. M. **How maps work: Representation, Visualization and Design**. London: The Guilford Press. 1995.

MARTINNELLI, M. **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 1991.

MARTINELLI, M. **Gráficos e mapas: contrua-os você mesmo**. São Paulo: Ed. Moderna, 1998.

MOSER, C.; KALTON, G. **Survey methods in social investigation**. 2 ed. New York: Basic Book Inc. 1972.

OLIVEIRA, K. C. L. **Projeto e Produção Cartográfica do Guia Turístico das Represas Paulistas – Caso de Estudo: Balneário da Represa Laranja Doce**. Dissertação de Mestrado em Ciências Cartográficas. FCT/Unesp, Presidente Prudente, 2001.

PASSINI, E. Y. **Alfabetização Cartográfica**. São Paulo: Lê. 1995.

PAULA FILHO, W. P. **Engenharia de software.** Rio de Janeiro: LTC, 2003

PETCHENIK, B. B. Fundamental considerations about atlases for children. **Cartographica**.Toronto: University of Toronto, Califórnia, v.24, n.1, p.16-23, spring. 1987.

PETERSON, M. P. **Elements of multimedia cartography**. In: CARTWRIGTH, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. *Multimedia cartography*. 1.ed. New York: Springer, 1999, 343f.

PETERSON, M. P. **Interactive and animated cartography**. 1.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995, 255f.

PIAGET, J. Elaboração do pensamento, intuição e operações. In:_____ **Psicologia da inteligência.** Tradução: Egléa de Alencar. Apresentação da edição brasileira: Nilton Campos. São Paulo: Fundo de Cultura SA, [1967]. p. 157 - 159.

PIAGET, J. **A génese do número na criança**. Christiano Oiticica (trad.), Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

PUGLIESI, E. A. **Avaliação da comunicação cartográfica de um sistema de navegação em automóvel**. Relatório de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas. FCT/Unesp, Presidente Prudente, 2004.

RAMOS, C. S. **Visualização cartográfica e cartografia multimídia.** São Paulo: editora da Unesp, 2005.

RANDHAWA, B. S. Atlases for children: a legacy of perceptual and cognitive processes. **Cartographica**.Toronto: University of Toronto, Califórnia, v.24, n.1, p.47-60, spring. 1987.

RIBEIRO, M. **Planejamento visual gráfico**. Ed. 9. Brasília: LGE Editora, 2003.

RITCHER, D. **Professor(a), para que serve este ponto aqui no mapa? :** a construção das noções espaciais e o ensino da Cartografia na formação do(a) Pedagogo(a). 2004. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente.

ROBBI, C. **Sistema para Visualização de Informações Cartográficas para Planejamento Urbano**. Tese de Doutorado em Computação Aplicada. INPE, São José dos Campos, 2000.

ROBINSON, A. H.; PETCHENIK, B. B. **The nature of maps:** essays toward understanding maps and mapping. Chicago: The University of Chicago, 1976.

SANTIL, F. L. P. **Desenvolvimento de um protótipo de Atlas eletrônico de Unidades de Conservação para educação ambiental**. 2001. 167 f. Dissertação (mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente.

SIMIELLI, M. E. **Geoatlas**. São Paulo: Ática, 1988.

SLOCUM, T. A. **Thematic cartography and visualization**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

THÉRY, H.; MELLO, N. Ap. **Atlas do Brasil:** disparidades e dinâmicas do território. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2005.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp – NIED, 1999.

_____. **Computadores e conhecimento**. Campinas: Unicamp – NIED, 1993.

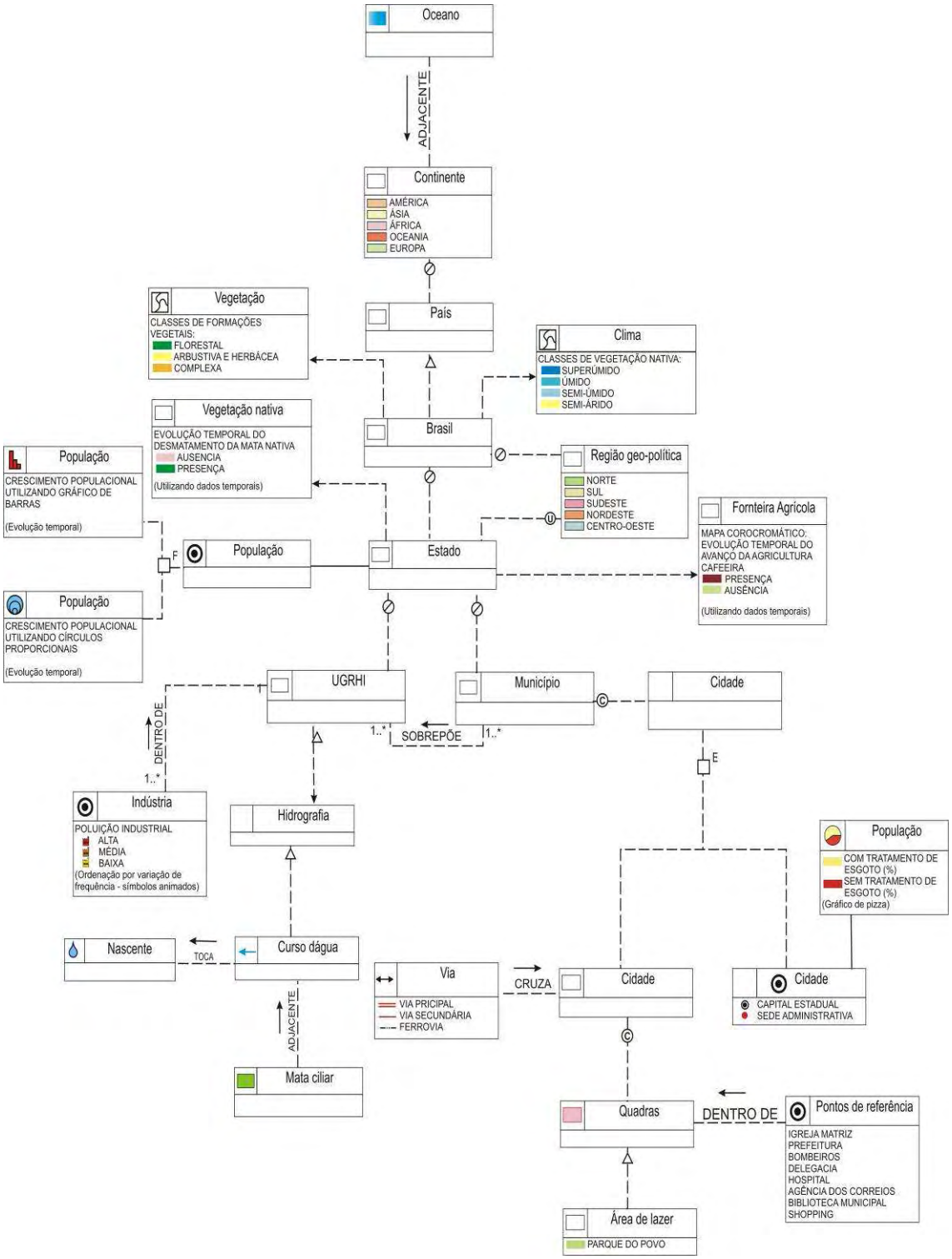
VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

WATERS, N. M.; DE LEEUW, G. J. A. Computer atlases to complement printed atlases. **Cartographica**. Toronto: University of Toronto, Califórnia, v.24, n.1, p.118-133, spring. 1987.

WINN, W. The state of Canadian children's Atlases from a European perspective. **Cartographica**. Toronto: University of Toronto, Califórnia, v.24, n.1, p.63-81, spring. 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo de dados Geo-OMT



APÊNDICE B – Linhas de programação

Abaixo está descrito alguns procedimentos e funcionalidades criados em Visual Basic para a manipulação de arquivos *Shape* e para cálculo de coordenadas.

1. Procedimento para inserir POLÍGONO na componente *MapView* do *MapObjects*

Public Sub PROC_SHP_POLY(Nome_Shape **As String**, SymbolType **As Integer**, Color **As ColorConstants**, Outline **As Boolean**, Outlinecolor **As ColorConstants**, Style **As Integer**, Name **As String**) → *Essa função insere no MapView uma camada de POLÍGONO*

Dim Layer **As New** MapObjects2.MapLayer → *Variável que receberá a camada*
Dim Gdata **As New** MapObjects2.GeoDataset 'Conecta layer específico → *Variável que conectará o banco de dados geográfico à camada*

Set Layer = **New** MapObjects2.MapLayer → *Cria uma nova camada*
Set Gdata = cam_arq.FindGeoDataset(Nome_Shape) → *Procura pelo arquivo Shape* (Nome_Shape) *no caminho indicado* (cam_arq)
If Gdata **Is Nothing Then Exit Sub** → *se a shape não existe no caminho indicado, o procedimento termina*

Layer.GeoDataset = Gdata → *Se existe, o Gdata aponta para o shapefile*
Layer.Symbol.SymbolType = SymbolType → *indica o tipo de símbolo*
Layer.Symbol.Color = Color → *indica a cor de preenchimento*
Layer.Symbol.Outline = Outline → *indica se tem ou não contorno*
Layer.Symbol.Outlinecolor = Outlinecolor → *indica a cor da linha de contorno*
Layer.Symbol.Style = Style → *indica o estilo de preenchimento*
Layer.Name = Name → *indica o nome atribuído à legenda*
MapView.Layers.Add Layer → *adiciona o arquivo shape ao MapView*

End Sub

2. Procedimento para inserir LINHA na componente *MapView* do *MapObjects*

Public Sub PROC_SHP_LINE(Nome_Shape **As String**, SymbolType **As Integer**, Color **As ColorConstants**, Size **As Integer**, Style **As Integer**, Name **As String**) → *Essa função insere no MapView uma camada de LINHA*

Dim Layer **As New** MapObjects2.MapLayer → *Variável que receberá a camada*
Dim Gdata **As New** MapObjects2.GeoDataset 'Conecta layer específico → *Variável que conectará o banco de dados geográfico à camada*

Set Layer = **New** MapObjects2.MapLayer → *Cria uma nova camada*
Set Gdata = cam_arq.FindGeoDataset(Nome_Shape) → *Procura pelo arquivo Shape* (Nome_Shape) *no caminho indicado* (cam_arq)
If Gdata **Is Nothing Then Exit Sub** → *se a shape não existe no caminho indicado, o procedimento termina*

Layer.GeoDataset = Gdata → *Se existe, o Gdata aponta para o shapefile*
Layer.Symbol.SymbolType = SymbolType → *indica o tipo de símbolo*
Layer.Symbol.Color = Color → *indica a cor da linha*
Layer.Symbol.Size = Size → *indica a espessura da linha*
Layer.Symbol.Style = Style → *indica o estilo da linha*
Layer.Name = Name → *indica o nome atribuído à legenda*
MapView.Layers.Add Layer → *adiciona o arquivo shape ao MapView*

End Sub

3. Procedimento para inserir PONTO na componente *MapView* do *MapObjects*

Public Sub PROC_SHP_POINT(Nome_Shape **As String**, Color **As ColorConstants**, Size **As Double**, Outline **As Boolean**, Outlinecolor **As ColorConstants**, SymbolType **As Integer**, Font **As String**, Style **As Integer**, CharacterIndex **As Integer**, Name **As String**)→ *Essa função insere no MapView uma camada de PONTO*

Dim Layer **As New** MapObjects2.MapLayer → *Variável que receberá a camada*
Dim Gdata **As New** MapObjects2.GeoDataset 'Conecta layer específico → *Variável que conectará o banco de dados geográfico à camada*

Set Layer = **New** MapObjects2.MapLayer → *Cria uma nova camada*

Set Gdata = cam_arq.FindGeoDataset(Nome_Shape) → *Procura pelo arquivo Shape* (Nome_Shape) *no caminho indicado* (cam_arq)

If Gdata **Is Nothing Then Exit Sub** → *se a shape não existe no caminho indicado, o procedimento termina*

Layer.GeoDataset = Gdata → *Se existe, o Gdata aponta para o shapefile*

Layer.Symbol.Color = Color → *indica a cor do simbolo*

Layer.Symbol.Size = Size → *indica o tamanho do simbolo*

Layer.Symbol.Outline = Outline → *indica se o símbolo tem contorno*

Layer.Symbol.Outlinecolor = Outlinecolor → *indica a cor do contorno*

Layer.Symbol.SymbolType = SymbolType → *indica o tipo do simbolo*

Layer.Symbol.Font = Font → *indica a fonte atribuída ao símbolo*

Layer.Symbol.Style = Style → *indica o estilo da fonte*

Layer.Symbol.CharacterIndex = CharacterIndex → *indica o número de identificação (hexagesimal) do simbolo*

Layer.Name = Name → *indica o nome atribuído à legenda*

MapView.Layers.Add Layer → *adiciona o arquivo shape ao MapView*

End Sub

4. Exemplo de chamada de uma *Shapefile* de polígono, linha e ponto

```
MapView.TrackingLayer.ClearEvents
MapView.Refresh
cam_arq.Database = "C:\EDUCATLAS\Base\Prudente\"
If Not cam_arq.Connect Then Exit Sub

PROC_SHP_POLY "quadras", 2, RGB(245, 215, 215), True, RGB(0, 0, 0), 0, "pl_Quadra"
PROC_SHP_LINE "avenidas_sep", 1, RGB(130, 130, 130), 15, 0, "ln_Avenida"
PROC_SHP_POINT "pto_igreja", RGB(0, 0, 0), 60, False, moWhite, 0, f1, 4, Int(n1), "ptIgre"
```

End Sub

5. Função para chamar o filme criado em *Macromedia Flash* dentro do *Visual Basic*

add_Flash = "C:\Documents and Settings\Programacao\Atlas\TELAS\" → *atribui o caminho do filme à variável add_Flash*

Call flsplayer0.LoadMovie(0, add_Flash + "Principal.swf") → *chama o filme* (Principal.swf)

flsplayer0.GotoFrame 0 → *indica em qual frame iniciar*

6. Função para manipular componentes do filme criado em *Macromedia Flash* utilizando as linhas de comando do *Visual Basic*

Private Sub flsplayer0_FSCommand(**ByVal** command **As String**, **ByVal** args **As String**) → *a manipulação é feita através da variável command já definida na programação em Flash*

If command = "EdCarto" **Then**

Aqui pode-se atribuir qualquer evento à chamada dessa função

Call flsplayer0.LoadMovie(0, add_Flash + "Principal.swf")

flsplayer0.GotoFrame 2

exemplo de definição da variável na ação de algum botão nas linhas de programação em Flash:

```
on (press) {
  command ('EdCarto')
}
```

APÊNDICE C – Textos inseridos no protótipo do Atlas Escolar Interativo

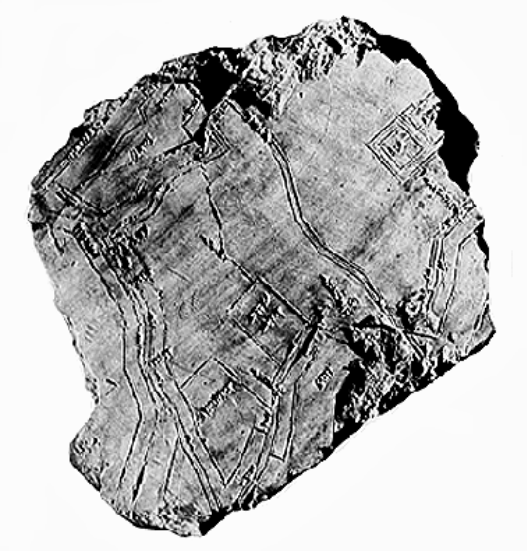
Textos sobre cartografia, simbologia, projeção, coordenadas e escala inserido na tela de textos do Atlas Escolar Interativo

CARTOGRAFIA

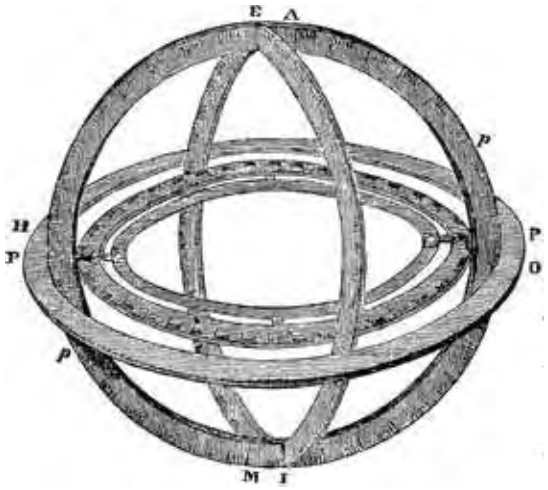
A cartografia é a ciência e arte de produzir mapas.

Criar mapas é uma atividade que existe desde os povos da pré-história como forma de transmitir a informação uns para os outros, como por exemplo, conhecer os limites de caça e pesca.

O mais antigo mapa foi confeccionado na Suméria, em uma pequena tábua de argila e representando um de seus Estados. Já na Babilônia, os mapas do mundo eram impressos num disco liso de madeira.



Foram Eratosthenes de Cirene e Hiparco (século III a C.) que construíram as bases da moderna cartografia usando um globo como forma e um sistema de longitudes e latitudes.



Mas a arte de traçar mapas, como é reconhecida hoje, teve seu início marcado no século VI a C. pelos Gregos que, devido a expedições militares e de navegação, criaram o principal centro de conhecimento geográfico do mundo ocidental.

As representações de uma área incluíam sobreposições de diversas informações, como por exemplo, símbolos e cores.

Ptolomeu escreveu algumas dicas (instruções) de como confeccionar um mapa-múndi, estas dicas foram utilizadas na maioria dos mapas feitos até a Idade Média.

Um bom navegador dessa época possuía:

- um mapa
- uma bússola
- um astrolábio
- e claro, uma caravela

Antes, os cartógrafos construíam mapas por meio de materiais de escrita. Com o avanço dos computadores e outros equipamentos tais como GPS, além das fotografias aéreas e imagens de satélite, a cartografia tem se aperfeiçoado.

Hoje é possível criar mapas com animação e interatividade, podendo ser distribuídos pela internet ou por CD's. Mas apesar das diferenças, os mapas em papel e os mapas digitais possuem características comuns: todo mapa possui, ou deveria possuir, 4 elementos básicos:

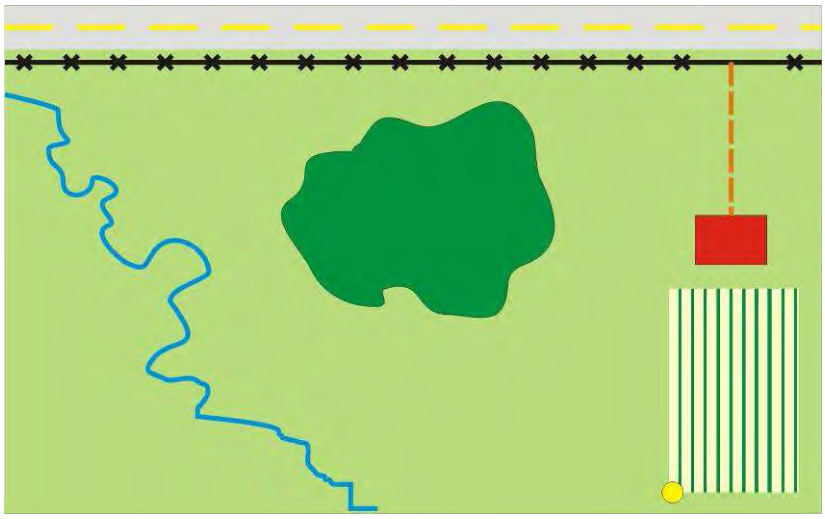
1 . Título
2 . Legenda
3 . Coordenadas
4 . Escala

SIMBOLOGIA

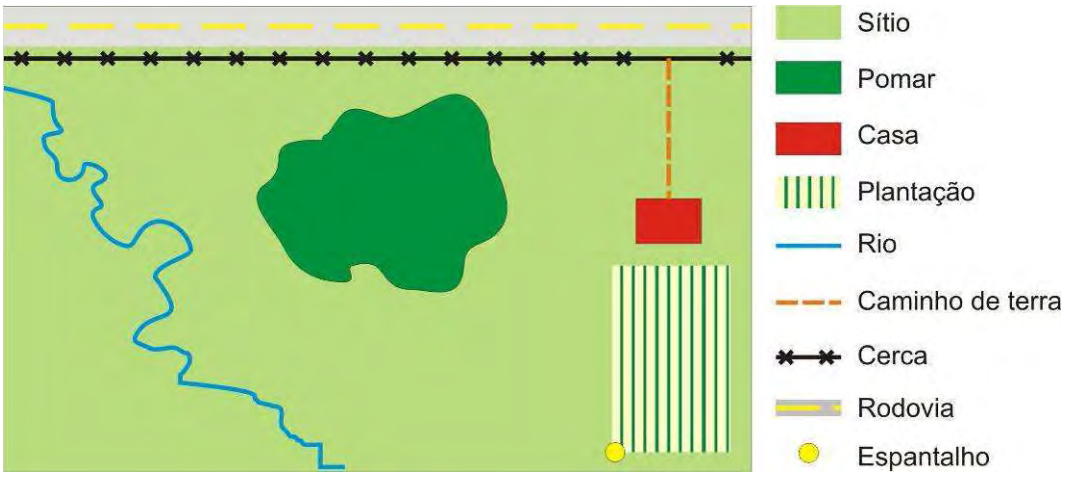
Um mapa possui vários símbolos diferentes, e cada símbolo representa alguma coisa que se quer representar. Temos três tipos de símbolos:

- Símbolos de área: que servem, por exemplo, para representar países;
- Símbolos de linha: usados para representar estradas, rios, etc.
- Símbolos de ponto: usados para mostrar a localização de alguma feição.

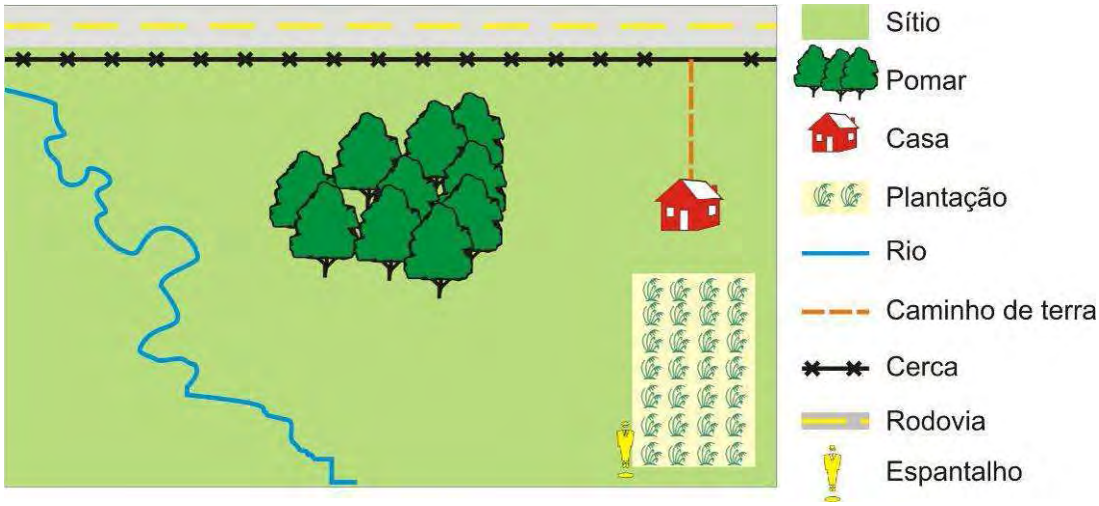
Mas é importante que os mapas tenham uma legenda, para que a gente saiba o que é que os símbolos do mapa estão tentando nos dizer. Por exemplo, olha só esse desenho:



Este é um croqui de um sítio, mas será que você consegue saber o que significa os elementos coloridos? Alguns símbolos você pode até adivinhar o que é, mas outros não. Por isso que a legenda é importante, para sabermos o que os símbolos significam em um mapa. Olhe agora o mesmo croqui com legenda:



Ficou mais fácil? Mas pode ficar mais ainda, veja o mesmo croqui com outros símbolos:



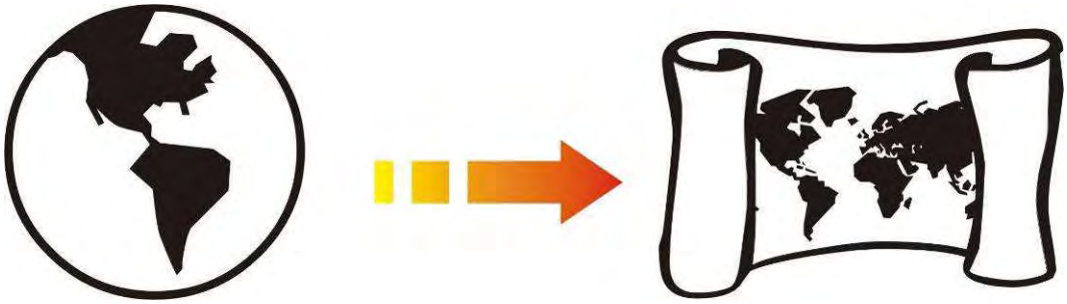
Estes símbolos que foram trocados imitam a verdade, por isso são chamados de símbolos **imitativos**, enquanto que os do primeiro croqui eram símbolos chamados **geométricos**.

Então, concluímos que os símbolos e a legenda são importantes em um mapa, pois são eles que fazem o mapa ser entendido por vária pessoas. Que tal agora fazer a tarefa proposta nos exercícios? Clique no botão e boa sorte!!

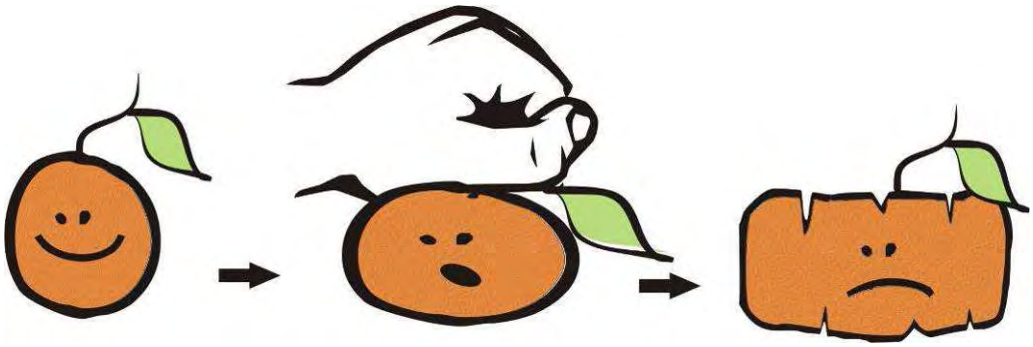
PROJEÇÃO

Projetar o mundo é mostrá-lo (ou representá-lo) de alguma forma, como, por exemplo, em uma folha de papel. Um mapa é então uma projeção de uma parte do planeta Terra.

O mapa-múndi é um mapa no qual está projetado todo o planeta Terra:



Mas como mostrar toda uma esfera em uma folha de papel? Você já tentou deixar uma casca de laranja reta como um papel? Para deixá-la reta precisa amassar a casca, e quando a casca é amassada ela quebra em algumas partes.



Essas partes que são “quebradas” são deformações. O mesmo acontece ao tentar colocar o mundo em uma folha de papel: ocorrem deformações. Mas podemos controlar essas deformações.

Temos três características de uma região do mundo, por exemplo, um país como o Brasil: podemos querer saber qual a forma real dele sem deformações, ou qual a distância entre dois pontos dentro dele, ou então qual a área total dele. Por isso, foram criados vários tipo de projeções.

Algumas projeções mantêm a forma verdadeira dos países e de qualquer outra região do planeta, estas projeções são chamadas de **conforme**.

Outras projeções mantêm a distância. Esta é a projeção **eqüidistante**.

O terceiro caso é quando queremos saber corretamente o valor da área das regiões mapeadas. Nesse caso utiliza-se a projeção **equivalente**.

Além disso, temos as projeções cônicas, cilíndricas ou planas. Para estudar estas projeções que tal olhar o exemplo? Clique no botão!!

COORDENADA

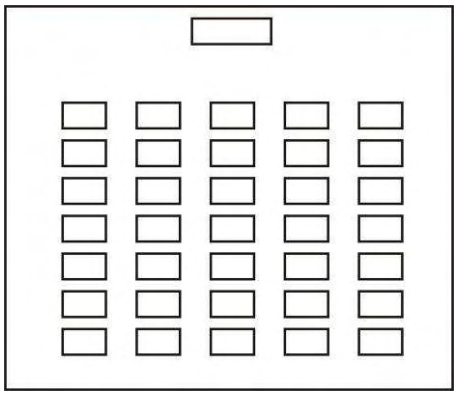
Você sabia que em qualquer lugar da superfície terrestre que estivermos, existem números de indicam exatamente a nossa posição? Estes números são chamados de coordenadas.

Se você estiver em um barquinho no meio do mar, sem praia por perto, ainda sim você poderia descobrir qual a sua localização: você poderia se orientar pelas estrelas, ou até mesmo pelo sol... mas se você tivesse sorte mesmo, você teria um GPS que é um aparelho parecido com um celular grande que usa informações mandadas por um satélite para mostrar em qual coordenada *geográfica* você está.

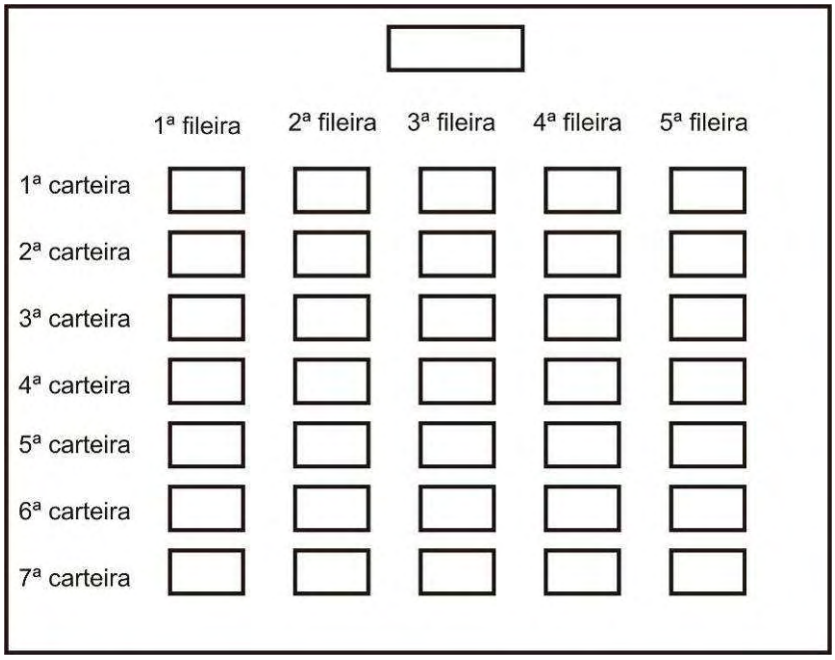
Mas para falarmos mais sobre **coordenada geográfica**, temos que entender primeiro sobre **sistema de coordenadas**. Um sistema de coordenadas é um sistema formado por dois eixos: um eixo X e um eixo Y com valores cada um. Para simplificar, vamos fazer uma tarefa:

Primeiro passo → pegue uma folha de papel em branco e desenhe a sua sala de aula (não esqueça de contar quantas carteiras tem em cada fileira).

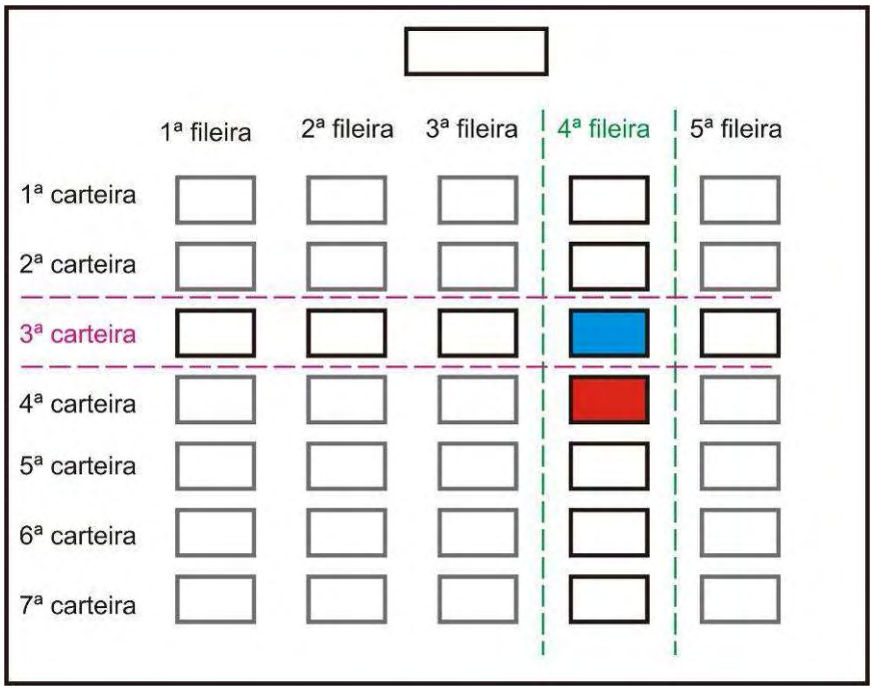
Esta é a minha sala de aula



Segundo passo → escreva o número das fileiras e das carteiras como eu fiz, olha só:



Terceiro passo → localize a sua carteira e pinte de azul, em seguida localize a carteira do seu melhor amiguinho e pinte de vermelho. Eu, por exemplo, sento na terceira carteira da quarta fileira (carteira 3, fileira 4) e meu melhor amigo senta atrás de mim (carteira 4, fileira 4)



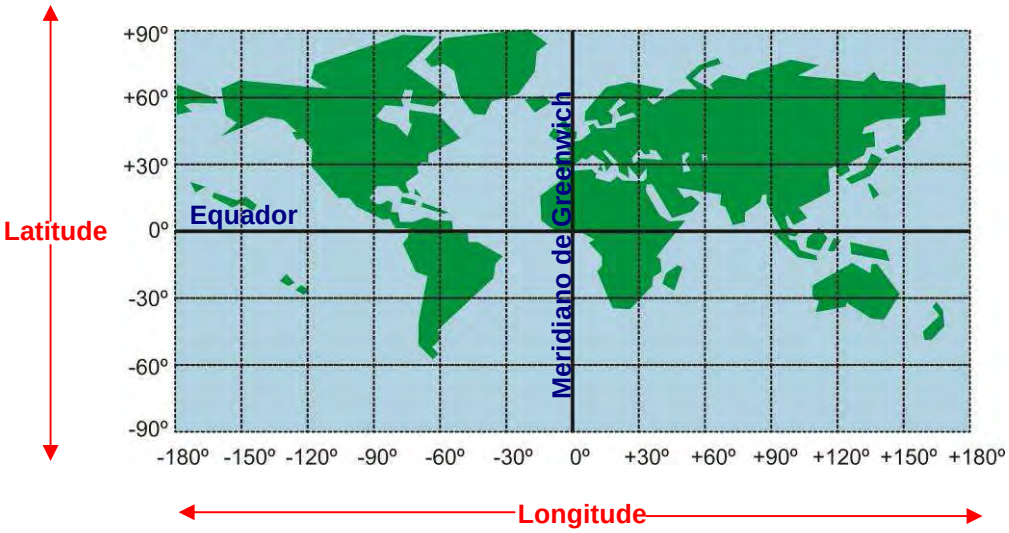
Isso que a gente acabou de fazer foi criar um sistema de coordenadas (carteiras X fileiras) para a nossa sala de aula, e nos localizarmos utilizando esse sistema.

Agora que estamos entendendo um pouco mais sobre sistema de coordenadas, que tal dar um pulinho nos exemplos? Dirija um barquinho pelo mar utilizando um sistema de coordenadas, siga a direção correta!! Clique no botão exemplos e boa sorte!

Agora que já sabemos o que é um sistema de coordenadas, vamos falar das coordenadas geográficas chamadas por **latitude** e **longitude**. As coordenadas geográficas são definidas pelos paralelos e meridianos. **Paralelos** e **meridianos** são linhas imaginárias traçadas ao redor do globo terrestre.

Paralelos

Meridianos



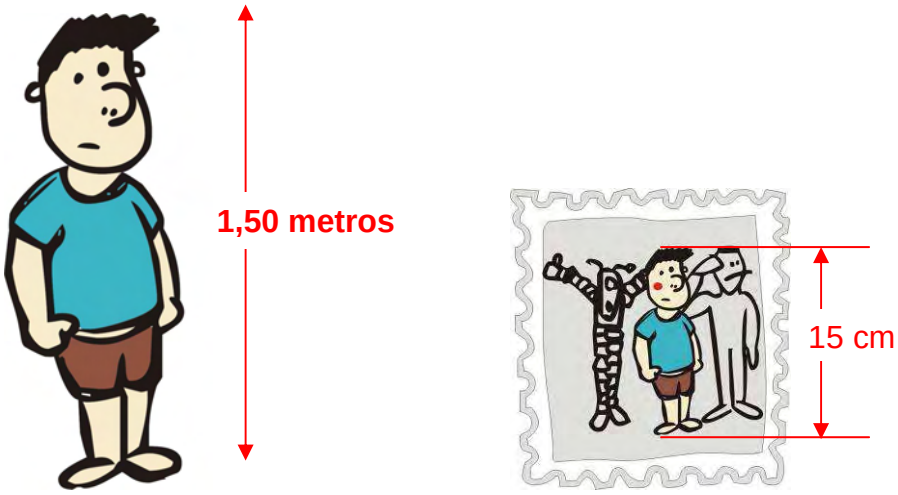
Lembra do exemplo do barquinho? A longitude e a latitude são como aquelas linhas que marcavam a posição do barco. Latitude é a distância (norte e sul) em relação à linha do Equador, e a longitude é a distância (leste e oeste) em relação ao meridiano de Greenwich. Para saber a localização de algum ponto no mundo, devemos saber sua latitude e longitude, ou seja, suas coordenadas geográficas.

Para finalizar essa tarefa, faça o exercício de localização.

ESCALA

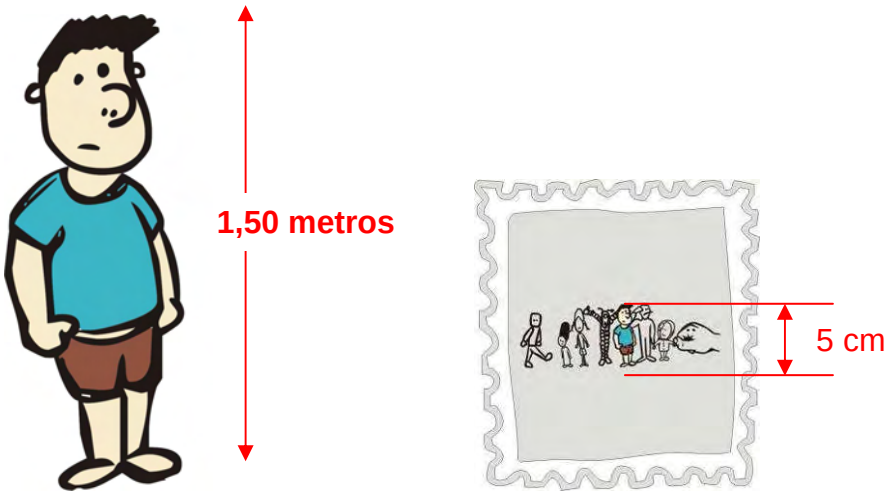
Escala indica uma proporção entre um objeto real e o representado. Por exemplo, veja uma foto sua (qualquer foto): você é o “objeto real” e sua foto o “objeto representado”. Seu tamanho na vida real é muito maior do que seu tamanho na foto, esta diferença de tamanho define uma **escala**.

Olha só, minha altura é 1,50 metros (150 centímetros) e tenho uma foto que estou com 15 centímetros, então:



$150 \div 15 = \frac{150}{15} = \mathbf{10}$, ou seja, a escala usada nessa foto é de 1:**10**

Mas tenho outra foto que estou apenas com 5 centímetros de tamanho? Então...



$150 \div 5 = \frac{150}{5} = \mathbf{30}$, ou seja, a escala usada nessa outra foto é de 1:**30**

Este número depois do “1:” é chamado denominador da escala, que indica quantas vezes o objeto real foi reduzido. Na foto de escala com

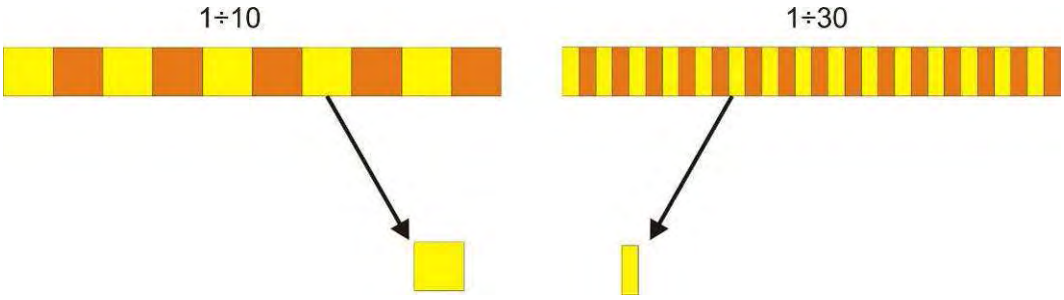
denominador **10** (1:10) eu apareço maior, dá pra ver mais detalhes (até a minha espinha vermelha na cara). E na foto de escala com denominador **30** (1:30), eu estou bem menor, não dá pra ver detalhes no meu rosto como a espinha, mas dá pra ver todos os meus amigos.

1:10

1:30

Isso quer dizer que quanto menor o número do denominador, menor a área “fotografada”, mas mais detalhes podem ser vistos. E quanto maior o número que está depois do denominador, maior a área “fotografada”, mas menos detalhes podem ser vistos.

Além disso, dizemos que a escala 1:10 é uma escala maior que a 1:30, você concorda? Sabe por quê? Olhe a figura abaixo: dividimos 1 pedaço em 10 partes, e depois em 30 partes.



As partes do primeiro (1:10) são maiores do que as partes do segundo (1:30). Por isso, a escala 1:10 é uma escala maior que a 1:30. Então, escalas com número pequeno no denominador são chamadas **escalas grandes** e

escalas com números grandes no denominador são chamadas de **escalas pequenas**.

ESCALA NO MAPA

A escala funciona da mesma forma em um mapa. Quando vemos um mapa da cidade, percebemos que as quadras, as ruas, e outras coisas estão bem menor que o tamanho real. Mas quanto menor? Será que medindo com uma régua o tamanho de uma rua no mapa podemos saber qual o eu tamanho de verdade?

SIM! É para isso que serve a escala.

Por exemplo: **1:1.000**

Este número indica que tudo na vida real vale mil vezes o que medirmos no mapa, ou seja: se você medir 1 centímetro no mapa, quer dizer que essa distância na verdade mede 1.000 centímetros (que é igual a 10 metros).

Outro exemplo: **1:50.000**

Este número indica que tudo na vida real vale cinqüenta mil vezes o que medirmos no mapa, ou seja: se você medir 1 centímetro no mapa, quer dizer que essa distância na verdade mede 50.000 centímetros (que é igual a 500 metros).

Qual as outras conclusões que podemos chegar entre as escalas 1:1.000 e 1:50.000?

Sabemos que **1.000** é menor que **50.000**, então

- A **escala 1:1.000** é maior que a **escala 1:50.000**
- A **escala 1:1.000** mostra uma região menor que a **escala 1:50.000**
- A **escala 1:1.000** mostra mais detalhes que a escala **1:50.000**

Mapas em diferentes escalas servem para diferentes tipos de necessidades:

- Mapas em pequena escala podem mostrar uma visão geral de um grande espaço, como um país ou um continente.
- Mapas em grande escala podem mostrar detalhes de um espaço menor como uma cidade, um bairro ou uma casa.

Agora, que tal dar uma olhada nas escalas e ver o que a área que elas representam? Clique no botão exercício e preste atenção nos denominadores das escalas. *Veja a diferença entre a escala que mostra o Brasil, a que mostra o estado de São Paulo, e a que mostra a nossa cidade (Presidente Prudente)*

Bibliografia consultada:

GIARDINO, C. **Geografia**. Coleção de Geografia. São Paulo: Escolas Associadas, 200?. (Coleção de Geografia - 5ª série).

PROJETO Presente. **Cartografia:** a linguagem da geografia. Disponível em: <http://www.projetopresente.com.br/formacao/Geo_formacao.pdf>. Acessado em: 10 abr. 2006.

ANEXO

ANEXO – Relação das indústrias mais poluidoras das bacias dos rios Aguapeí e Peixe e seus indicadores de poluição

Tabela 1 – Principais indústrias poluidoras na Bacia do rio Peixe

Município	Indústria	t $_{DBO}$ / ano
Marília	Refrig. Marília Ltda	211,7
Osvaldo Cruz	Frisane Frig. Santa Neuza	60,9
Oscar Bressane	Laticinio Bressane Ltda.	41,3
Lutécia	Ind.Com.Latic.Lutecia	25,4
Junqueirópolis	Granol Ind. Com. Exp. S/A	22,2
Bastos	Fiação de Seda Bratac S/A	11,7
Marília	Coop. Prod. Leite Alta Paulista Ltda.	10,0
Adamantina	Ind. Com. Artefatos Couro Brasil Ltda	0,3

Fonte: CBH-AP (1997)

Tabela 2 – Principais indústrias poluidoras na Bacia do rio Aguapeí

Município	Industria	t $_{DBO}$ / ano
Lucélia	Central de Álcool Lucélia Ltda.	6.302,7
Clementina	Clementina Álcool S.A.	5.731,4
Parapuã	Destilaria de Álcool Califórnia Ltda	5.349,7
Tupã	Granol Industria Com. e Exp. S. A.	537,4
Lucélia	Yolat Ind. e Com. de Laticínios Ltda	230,6
Tupã	Coop. dos Prod. de Leite da Alta Paul.	230,6
Paulicéia	Arcanjo Gonzales - Estância São Crist.	153,5
Monte Castelo	Yolat Ind. e Com. de Laticínios Ltda	57,7
Pompéia	Laticínios Novo Cravinhos	27,8
Garça	Industria de Alim. Monjolinho Ltda.	21,7
Herculândia	Francisco Rodrigues Simões	11,6

Fonte: CBH-AP (1997)