

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UM ATLAS ESCOLAR INTERATIVO: PROJETO E PRODUÇÃO

Development of an interactive scholar atlas prototype: design and production

¹LÍGIA MANCCINI DE OLIVEIRA BARROS

²MÔNICA MODESTA SANTOS DECANINI

UNESP - Universidade Estadual Paulista

²FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Cartografia

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas

manccini@gmail.com, monca@fct.unesp.br

Rua Roberto Simonsen, 305, C. Postal 467

CEP 19060-900, Presidente Prudente, SP

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo de Atlas Escolar Interativo voltado à educação cartográfica e ambiental. A abordagem metodológica baseou-se na teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget, com a finalidade de elaborar estratégias que permitam ao aluno compreender a informação espacial. Foi definido como estudo de caso alunos do 3º ciclo de ensino (6º e 7º ano), os quais estão aptos a desenvolver as operações mentais necessárias para compreensão dos conceitos cartográficos, pois se encontram no estágio operatório formal. O projeto do Atlas consistiu de duas grandes etapas, quais sejam: projeto cartográfico e produção do Atlas. O Atlas foi implementado para se utilizar os recursos da cartografia multimídia (interatividade, animação etc), os quais podem atrair a atenção de alunos e professores para o uso de ferramentas e estratégias que auxiliem na interpretação do conteúdo do mapa. Para a implementação utilizou-se os aplicativos Macromedia Flash, Visual Basic e MapObjects. Embora o Atlas não tenha sido avaliado, vale enfatizar que ele foi projetado com base no conhecimento teórico-metodológico do desenvolvimento cognitivo e de suas relações com os conceitos cartográficos, a fim de adaptar o produto às habilidades cognitivas da criança.

Palavras-chave: Cartografia multimídia; Mapa animado interativo; Cartografia escolar.

ABSTRACT

This paper aims at presenting an Interactive School Atlas prototype which was developed for cartography and 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 study case of sixth grade students, because they belong to the Formal Operation stage, in which the children reach the needed mental operations for understanding cartographic key concepts. This Atlas was developed in two stages: cartographic design and Atlas production. The Atlas implementation was developed seeking the use of Multimedia Cartography and animation resources that may attract students and teachers, instigating them to explore the tools and strategies to lead users to a correct interpretation of map contents. The Atlas was implemented by using the Macromedia Flash and Visual Basic softwares and the MapObjects library. Though the map has not been evaluated yet, one should point out that it was designed according to the theoretical and methodological knowledge of the cognitive development and its relationship to cartographic conceptions, aiming at adapting the product to children cognitive skills.

Keywords: Multimedia Cartography; Interactive animated map; Scholar Cartography.

1. INTRODUÇÃO

A Geografia tem dado ênfase à análise de imagens e, para tanto, recorre à diferentes formas de representação (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 (FRANCISCHETT, 2004). Nota-se que essas formas não estão aptas às necessidade de seus usuários, em particular, os mapas são complexos demais para serem utilizados e compreendidos pelas crianças (PETCHENIK, 1987). Por outro lado, quando os mapas estão adaptadas a um uso específico, pode-se verificar ainda dificuldades em sua utilização, como se observa nos Atlas escolares. Estes, embora reconhecidamente muito importantes para a formação da criança, não têm sido utilizados com frequência devido à dificuldade dos professores não somente em sua manipulação, mas por não disporem de conceitos básicos de cartografia consolidados em sua formação (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). É evidente que a forma como a informação será interpretada depende de qual estratégia o aluno irá utilizar (WINN, 1987). Para determinar quais estratégias deverão ser incorporadas ao Atlas, deve-se levar em consideração os aspectos do desenvolvimento cognitivo das crianças. No projeto de um Atlas Escolar, os

parâmetros para a educação cartográfica relacionados ao estágio de desenvolvimento dos alunos são fatores relevantes no processo de compreensão das relações entre os elementos cartográficos, a fim de realizar análises e inferências sobre as informações dos mapas.

Com o advento da cartografia multimídia, o ensino da Geografia passa a dispor de recursos de interatividade e animação, os quais podem ser atrativos a esse ensino e auxiliar a retro-alimentação e a representação da informação espaço-temporal. Dessa forma, o Atlas Escolar Interativo (EducAtlas) foi desenvolvido visando auxiliar professores e alunos no ensino e aprendizagem dos conceitos de cartografia e educação ambiental, por intermédio de tarefas adaptadas ao desenvolvimento cognitivo e às habilidades espaciais dos alunos do terceiro ciclo. O Atlas incorpora conceitos de educação ambiental que, além de estar presentes nos parâmetros curriculares, foi sugerido pelos integrantes do Comitê de Bacias Hidrográficas do Aguapeí e Peixe (CBH-AP), uma vez que o Atlas está vinculado ao projeto desenvolvido por esse comitê, denominado “Pelos caminhos das águas”, que é realizado em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT/Unesp). Para a implementação do Atlas utilizou-se o Macromedia Flash, para criar as animações, e o Visual Basic e MapObjects, para a implementação das funcionalidades do aplicativo e interatividade com os mapas.

2. PROJETO CARTOGRÁFICO E PRODUÇÃO DO ATLAS ESCOLAR INTERATIVO (EDUCATLAS)

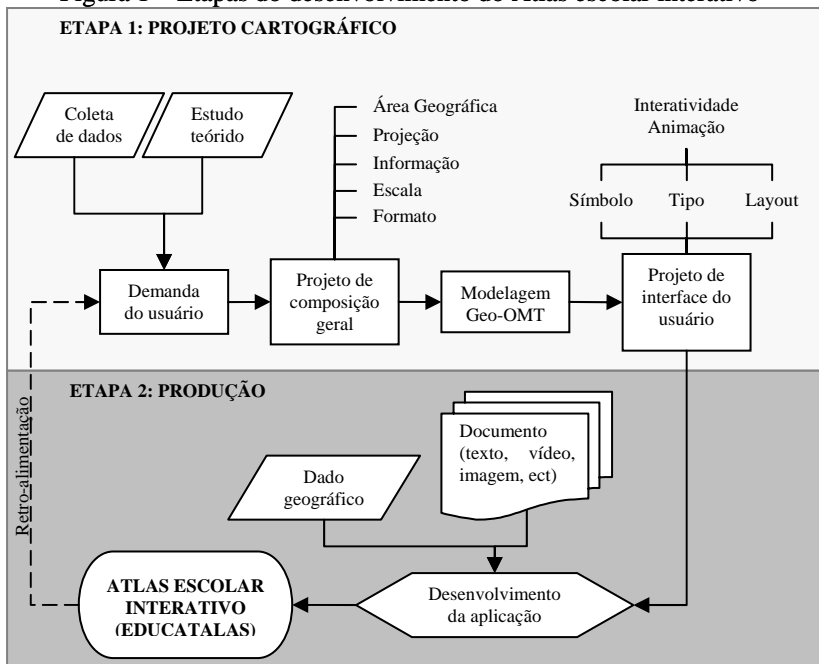
O desenvolvimento do *EducAtlas* consistiu em duas etapas principais como ilustrado na Figura 1. A primeira etapa é o projeto cartográfico, o qual envolveu a análise de demanda do usuário, o projeto de composição geral, a modelagem Geo-OMT do banco de dados e o projeto de interface do usuário. A segunda etapa consistiu da produção do *EducAtlas* na qual se implementou o banco de dados geográficos, bem como as tarefas de aprendizagem.

2.1. Etapa do projeto cartográfico

2.1.1 Análise de demanda do usuário

No projeto do *EducAtlas* as habilidades cognitivas da criança para leitura eficiente de mapas foram consideradas. De acordo com a teoria de Piaget (1967) sobre o desenvolvimento cognitivo, crianças no período operatório formal conseguem lidar com as três relações espaciais fundamentais (relações topológicas, projetivas e euclidianas) que são essenciais para a compreensão dos conceitos de simbolização, projeção e escala e, conseqüentemente, à leitura de mapas. Dessa forma, definiu-se como usuário do *EducAtlas* crianças com idade entre 11 e 12 anos, as quais estão inseridas nesse período

Figura 1 – Etapas do desenvolvimento do Atlas escolar interativo



O Quadro 1 relaciona as operações mentais da criança no estágio operatório formal com as relações espaciais e os elementos cartográficos (PASSINI, 1995).

Quadro 1 – Operações mentais preparatórias para leitura de mapa no início do estágio operatório formal de Piaget (Fonte: adaptado de PASSINI, 1995, p.39).

Relações espaciais	Operações mentais	Elementos cartográficos
Relações projetivas	- Orientação do corpo - Descentração espacial - Coordenação de pontos de vista - Conservação da forma	- Orientação cartográfica - Projeções cartográficas
Relações euclidianas	- Verticalidade - Horizontalidade - Proporcionalidade	- Coordenadas geográficas - Escala

Estudou-se o conteúdo programático de geografia aplicado ao 3º ciclo do aprendizado, a partir de livros didáticos de geografia e dos Parâmetros Curriculares em Geografia. Tomou-se como base o conteúdo programático da escola PLURI de Presidente Prudente (que utiliza o livro de Geografia de Claudio Giardino), devido à facilidade de interação com os responsáveis pela sala de informática e pela disciplina de Geografia.

A partir desse estudo definiram-se os conceitos a serem explorados no Atlas, podendo-se citar: coordenadas geográficas para identificação da posição de feições; interpretação de símbolos; conceitos de escala e sua utilização; projeções cartográficas e as formas de representação da Terra; e análise da distribuição de dados; comparação de diferentes mapas e espacialização das relações sociais.

Com relação à educação ambiental, os representantes do CBH-AP sugeriram vários temas relacionados a questão das águas e a conservação ambiental, com ênfase na escala regional no nível das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapé e Peixe. Dentro dos temas propostos selecionou-se, com base na importância e disponibilidade de dados, os seguintes temas: localização dos principais rios, nível de poluição emitido pelas indústrias desta região e a caracterização da população quanto ao saneamento básico.

2.1.2. Projeto de composição geral e modelagem do banco de dados geográficos

A composição do mapa, de acordo com Keates (1989), envolve as seguintes variáveis interdependentes (área geográfica, nível de informação, escala, formato e projeção) as quais devem ser definidas considerando-se o propósito do Atlas. A primeira decisão refere-se à área geográfica, uma vez que não se pode considerar qualquer mapa até que esta seja conhecida. A escolha da escala auxiliará na determinação da quantidade de detalhes no mapa, compatibilizando-o ao formato da mídia.

Neste projeto, a mídia foi caracterizada como sendo um monitor de 15" e resolução de tela de 800 por 600 pixels, sendo esta a configuração mínima encontrada em computadores de escolas públicas e particulares de Presidente Prudente. Portanto, a escala cartográfica deve considerar tais características da mídia, além da área geográfica selecionada (nível de representação), quais sejam: país (na escala de 1:40.000.000), o estado (com escalas variando de 1:7.500.000 a 1:9.000.000), Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI (na escala de 1:1.900.000) e cidade (com escalas variando de 1:1.000 a 1:200.000)

A informação geográfica foi organizada de acordo com o nível de representação, informação geográfica, domínio, dimensão espacial (ponto, linha ou área) e nível de medida (qualitativo, ordenativo ou quantitativo). No Quadro 2 está um exemplo desta organização para o nível de representação País (Brasil) e Estado (São Paulo).

Para a modelagem da base de dados geográficos adotou-se a abordagem Geo-OMT, a qual atende a quase todos os requisitos para aplicações geográficas. A

abordagem Geo-OMT, de acordo com Borges e Davis (2003), apresenta como conceitos principais as classes (convencional ou geográfica), os relacionamentos (simples, especial ou em rede) e as restrições de integridade (dependência espacial, continência, disjunção, generalização espacial, conectividade e associação espacial).

Quadro 2 – Exemplo de organização da informação geográfica

Nível de rep.	Informação geográfica	Domínio	Dim. Espacial	Nível de medida	
País (Brasil)	Estado	[Nome]	Área	-	
	Divisão regional	<Sub-Classe> Norte, Nordeste, Sul, Sudeste, Centro-Oeste	[Nome]	Área	Qualitativo
	População	<Sub-Classe> População dos estados brasileiros (milhões de habitantes): até 5, de 5 a 12, de 12 a 25, acima de 25		Ponto	Ordinal
	Cobertura vegetal	<Sub-Classe> Formação florestal, Formação arbustiva e herbácea, Formação complexa.		Área	Qualitativo
		<Sub-Classe> Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Mata dos Cocais, Mata dos Pinhais ou Araucárias, Mata Tropical, Caatinga, Campos, Cerrado, Vegetação do Pantanal, Vegetação Litorânea.	[Nome]	Área	Qualitativo
	Clima	<Sub-Classe> Superúmido, Úmido, Semi-úmido, Semi-árido.		Área	Ordinal
Estado (São Paulo)	Cidade	<Sub-Classe> Sede administrativa, Capital estadual	[Nome]	Ponto	Ordinal
	Cobertura vegetal	<Sub-Classe única> Vegetação nativa: Presença, Ausência		Área	Qualitativo
	Agricultura	<Sub-Classe única> Cultura cafeeira: Presença, Ausência.		Área	Qualitativo
	UGRHI	[Nome]		Área	-
	Hydrografia	Curso d'água [Nome]		Linha	Qualitativo
	Nascente		Ponto	-	

A modelagem é expressa graficamente utilizando-se um diagrama de temas. A organização da informação completa, bem com a descrição do modelo de dados geográficos e o diagrama de temas, encontra-se em Barros (2007) e Barros e Decanini (2007).

2.1.3 Projeto de interface do usuário

A interface descreve a interação usuário-computador e sua relação com os mapas por meio dos símbolos cartográficos, legenda, layout do mapa e demais elementos da interface (menus, janelas, caixas de diálogo, ícones etc) os quais compõem a base da interatividade computacional (PETERSON, 1995). Uma vez que o usuário irá passar muito tempo usando o sistema, a interface deve oferecer

procedimentos confortáveis e fáceis (FEKETE et al. 1995 apud ROBBI, 2000) além de ter aparência agradável e um bom balanceamento do layout.

A interação usuário-computador é facilitada se o usuário consegue criar um modelo mental da interface de tal forma que o conduza à manipulação intuitiva dos comandos. A interface deve seguir uma rotina base, de forma a tornar o uso mais intuitivo e, assim, minimizar a ocorrência de erros (PAULA FILHO, 2003). Para definir essa rotina para o *Educatlas*, foi necessário estabelecer os elementos gráficos da interface, tais como fonte principal, cor da interface, comandos e simbologia ilustrativa. Assim, definiram-se

- A **fonte principal** escolhida foi **Comic Sans Ms** que é fácil de ler (sem serifa), além de possuir uma aparência infantil;
- A **cor da interface** foi criada baseando-se em alguns programas bastante conhecidos pelas crianças que têm acesso a internet, tais como o site de relacionamento www.orkut.com e o software MSN Messenger;
- Os **comandos globais** são botões sempre visíveis e habilitados que dão acesso às janelas principais como “Menu de educação ambiental”, “Menu de educação cartográfica”, “Página inicial” e “Sair”;
- Os **comando locais** aparecem apenas em algumas janelas quando necessários para realizar uma ação específica, como “ir para a próxima página”, “voltar à página anterior” ou “realizar tarefas”; e
- Os **símbolos ilustrativos** apelam à imaginação da criança. Utilizou-se, portanto, a fonte *Tombats* em botões e recados.

Para os símbolos cartográficos (pictóricos, geométricos e alfanuméricos) utilizaram-se as fontes do “tipo” *Wingdings*, *Webdings* e *ESRI*. Quanto à tipografia do mapa, levou-se em consideração a legibilidade. Neste caso, utilizou-se a fonte *Verdana* do Windows, a qual é uma fonte do tipo bastão (sem serifa), e é descrita como “o mais simples e legível dos símbolos gráficos” (RIBEIRO, 2003). A informação marginal foi definida conforme o projeto visual da interface.

O *layout* da interface foi desenvolvido para a resolução de 800 por 600 pixels, não sendo possível redimensionar a tela do *Educatlas*. Desta forma pode-se garantir que os elementos constituintes da interface não se desloquem de forma inadequada.

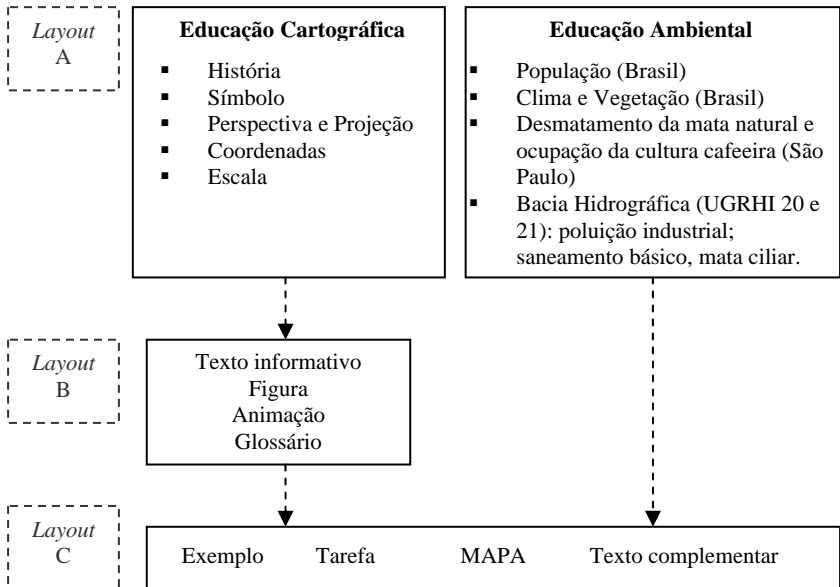
Foram projetados três *layouts* de interface para o *Educatlas*: as telas de apresentação – *Layout A* (Figura 2), que são constituídas de botões globais, botões de temas e título; as telas de textos – *Layout B* – que seguem o estilo da tela de apresentação, entretanto, o espaço do lado direito é dividido em área de texto e área do glossário; e as telas de mapas – *layout C* – cujos componentes variam de acordo com a necessidade da tarefa e as ferramentas disponíveis.

Figura 2 – *Layout* definido para o protótipo com a indicação das áreas da tela



Os *layouts* construídos foram organizados no Atlas de acordo com sua finalidade, conforme esquematizado na Figura 3.

Figura 3 – Esquema organizacional do uso de *layouts* no *Educatlas*



2.2 Etapa de produção do Atlas

Foram criados quatro tipos de mapas baseando-se na classificação de Brown et al. (2001), quais sejam: estático “só-para-ver”, animado “só-para-ver”, estático interativo e animado interativo. Cada tipo de mapa foi exportado em um formato específico. Para as animações baseadas em quadros utilizou-se os arquivos formato Bitmap, com os quais foram gerados os mapas estáticos e animados “só-para-ver”. Com o formato *Placewable WMF* criou-se, em *Macromedia Flash*, os mapas animados interativos. Com o formato *Shapefile* foram criados os mapas estáticos interativos, os quais são mostrados no *Display* do Atlas em tempo real utilizando-se os recursos do Visual Basic.

Os arquivos do *Macromedia Flash* foram integrados ao *Visual Basic* (VB) utilizando-se a ferramenta *shockwave flash* do VB, a qual permite abrir arquivos de extensão *swf* além de aplicar funções aos componentes do flash. O *Macromedia Flash* foi utilizado com o objetivo de prover uma interface atrativa e que motive a criança a utilizar o Atlas. Há dois menus principais, a saber *menu* de **educação cartográfica** e *menu* de **educação ambiental**. O primeiro apresenta cinco tarefas (história da cartografia, símbolos, perspectiva e projeção, coordenadas e escala), enquanto que o segundo contém quatro temas relacionados a educação ambiental (ver Figura 3). O *menu* de **educação ambiental** deve ser acessado preferencialmente após o estudo proposto no menu de educação cartográfica, por esse motivo foram arranjados de forma que o menu de **educação cartográfica** seja o primeiro na tela principal. Essa instrução será fornecida aos professores no manual de utilização do *EducAtlas*, que acompanhará o CD de instalação.

2.2.1 Tarefas para educação cartográfica

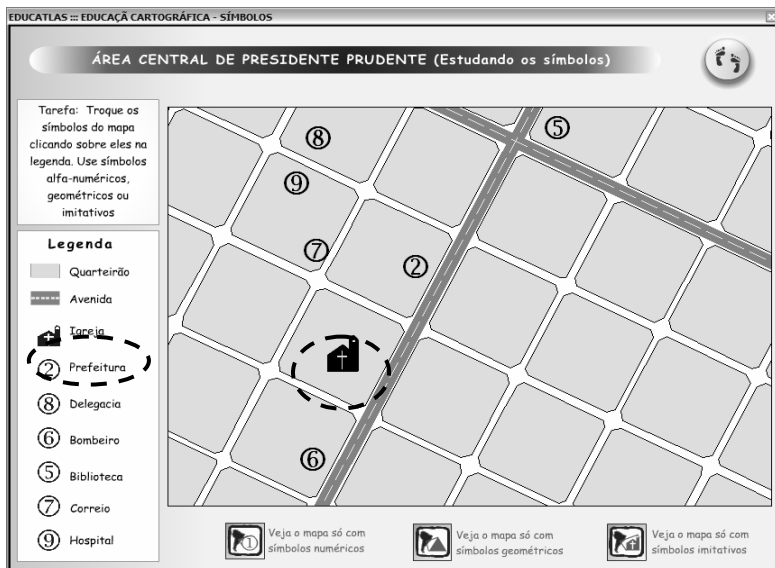
Os recursos do VB foram aplicados, principalmente, na criação dos mapas estáticos interativos, referentes às tarefas de Educação Cartográfica. Para tanto, utilizou-se a biblioteca de objetos *MapObjects* (MO), a qual permite a manipulação de arquivos *shapefile* via linha de comando. Um exemplo deste uso é a tarefa de simbologia, que tem por objetivo mostrar a importância dos símbolos em um mapa. Esta tarefa consiste em realizar a troca de símbolos alfanuméricos de um mapa de uma parte do centro de Presidente Prudente por símbolos geométricos ou imitativos. A Figura 4 mostra um exemplo aplicado à área central de Presidente Prudente.

Para trocar os símbolos o aluno clica no elemento da legenda o qual pretende trocar e abre-se uma nova janela com duas possibilidades de símbolos, geométrico e pictórico (imitativo). Uma vez escolhido o símbolo, este é substituído no mapa, modificando, inclusive, a legenda (Figura 5). Para realizar essas alterações dos tipos de símbolos são utilizadas as funções referentes ao *display* do mapa, à criação e manipulação de *layers* e à edição de atributos gráficos dos elementos representados.

Figura 4 – Tarefa de troca de simbologia

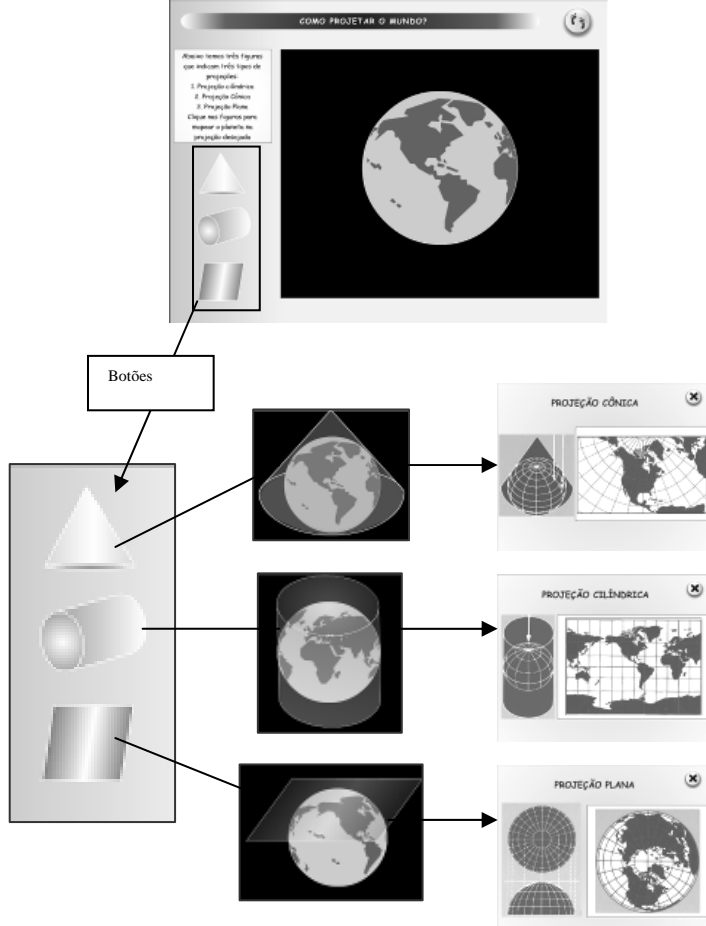


Figura 5 – Modificação da simbologia.



A próxima tarefa trata das projeções cartográficas. Uma animação criada em Flash exemplifica as projeções plana, cilíndrica e cônica, que advém do conceito de figuras geométricas introduzido (Figura 6).

Figura 6 – Exemplo animado de projeção

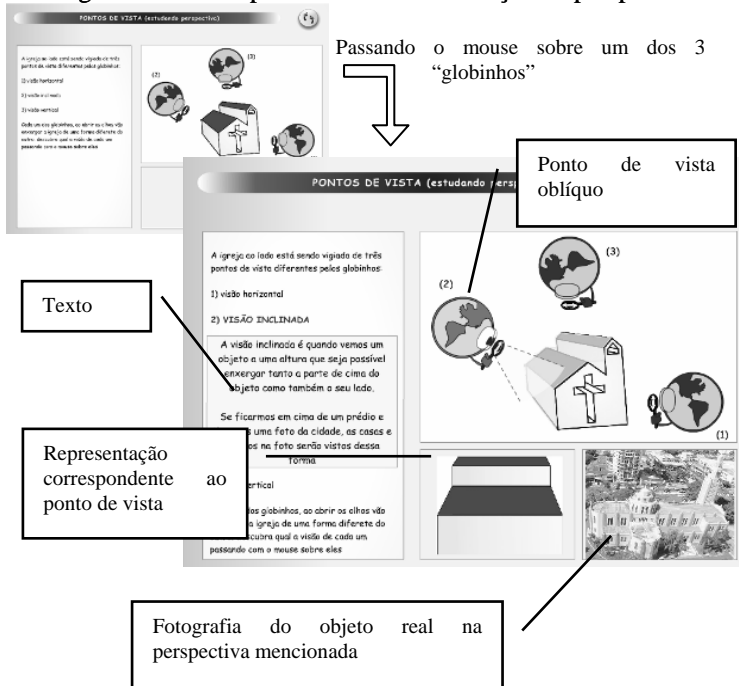


Antes de iniciar o conceito de projeção, o aluno deve primeiramente realizar tarefas para coordenação de perspectiva. Neste sentido foi construído um exemplo animado em Flash, no qual se tem três tipos de pontos de vista diferentes (vertical,

horizontal e inclinado) com relação a um mesmo objeto, no caso, o desenho de uma igreja (Figura 7).

O objetivo é associar a fotografia do objeto real com as representações correspondentes à perspectiva de um objeto desenhado, de modo a auxiliar o desenvolvimento da descentração espacial, que o permitirá reconhecer lugares e feições vistas de diferentes ângulos.

Figura 7 – Tarefa preliminar de coordenação de perspectiva



Na tarefa seguinte é trabalhado o conceito de coordenadas geográficas, que implica na localização de pontos, por meio de suas coordenadas geográficas (Figura 8). Para esta tarefa utilizou-se um mapa-múndi, no qual é pedido que se localize um ponto em cada continente.

Figura 8 – Tarefa de coordenadas geográficas

EDUCAÇÃO CARTOGRÁFICA - COORDENADAS

Tarefa: Abaixo há uma tabela com alguns pontos com coordenadas (latitude e longitude) especificadas. Clique no mapa sobre a coordenada que se pede e descubra qual o nome do continente que contém o ponto.

Só passa para o próximo ponto após achar o que se pede e clicar sobre ele no mapa. BOA SORTE!

A QUE CONTINENTES PERTENCEM ESSES PONTOS ?			
Cor	Latitude	Longitude	Continente
	10° SUL	40° OESTE	AMÉRICA DO SUL
	20° NORTE	80° OESTE	
	60° NORTE	80° OESTE	
	20° NORTE	20° LESTE	
	50° NORTE	20° LESTE	
	50° NORTE	80° LESTE	
	30° SUL	120° LESTE	
	80° SUL	0°	

A última tarefa do *menu* de educação cartográfica refere-se à escala (Figura 9), na qual são mostrados os mapas de Presidente Prudente - SP, estado de São Paulo e do Brasil que estão dispostos de forma decrescente em relação à escala, para se criar a impressão de um movimento vertical de afastamento e aproximação.

Figura 9 – Tarefa de escala

EDUCATLAS = EDUCAÇÃO CARTOGRÁFICA - ESCALA

ÁREA CENTRAL DE PRESIDENTE PRUDENTE (Estudando os símbolos)

Tarefa: Modifique a escala do mapa clicando nas escalas indicadas na barra azul à direita. Preste atenção na legenda e veja que a escala influencia

CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE

ESCALA NUMÉRICA: **1:25.000**

Legenda

- ▲ Igreja
- Quadra
- Parque do povo
- Avenida

PP Escola de Presidente Prudente SP Escola do estado de São Paulo BR Escola do Brasil

Barra de escala animada

1:40.000.000
1:7.500.000
1:90.000
1:50.000
1:10.000
1:5.000
1:2.000

O intuito da tarefa de escala é que o aluno perceba que quanto maior o denominador da escala, maior a região geográfica representada. Pretende-se que o aluno observe a legenda, pois conforme diminui a escala, mais generalizado estará o mapa, portanto a simbologia utilizada se modifica. A barra de escala animada foi criada a fim de fazer alusão a este movimento vertical. Utilizou-se níveis de zoom pré-definidos, com intuito de evitar que o tamanho do mapa seja redefinido sem a devida generalização. Com esta solução se vê mapas de forma mais controlada. Para tanto utilizou-se o recurso de pirâmide de imagens, sendo a imagem dos mapas substituídos conforme se modifica a escala. Os mapas exibidos foram construídos no ArcView e exportados como imagem em formato Bitmap. As imagens estão localizadas no Banco de Dados e são adicionadas ao *Display* via programação.

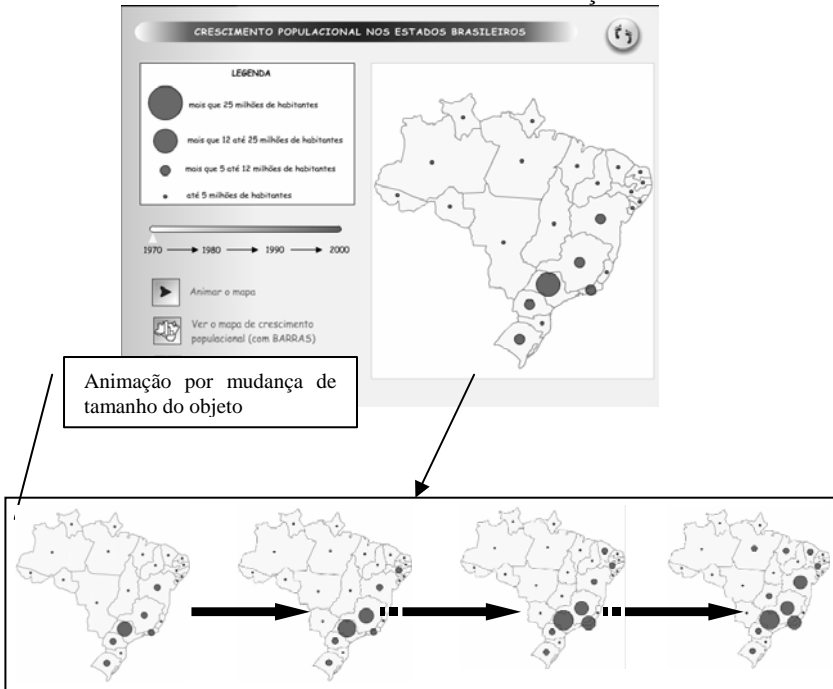
2.2.2 Mapas para Educação Ambiental

Os mapas animados (criados com arquivos *Placewable WMF*) permitem acessar e editar todas as “camadas” da figura separadamente, incluindo linhas e preenchimento. Esse tipo de animação é classificado por Peterson (1995) como animação baseada em *Layers*. Isto torna possível selecionar apenas uma feição de interesse e convertê-la em um *botão*, por exemplo. Estes recursos de animação foram aplicados nos mapas do Brasil, do estado de São Paulo e das UGRHI's.

Para a representação do crescimento populacional nos estados brasileiros, foram criados dois mapas animados representados por círculos proporcionais (Figura 10) e barras (Figura 11). Os mapas foram originalmente projetados em ArcView e exportados para o arquivo *Placewable WMF*.

No mapa representado por círculos proporcionais, a animação foi atribuída ao tamanho dos círculos que corresponde a uma determinada quantidade de habitantes, de forma a atribuir uma ordem. A animação temporal dos mapas foi criada a partir de dados censitários para os anos de 1970, 1980, 1991 e 2000. Para os anos intermediários foram criadas animações de movimento por *interpolação*, utilizando-se 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.

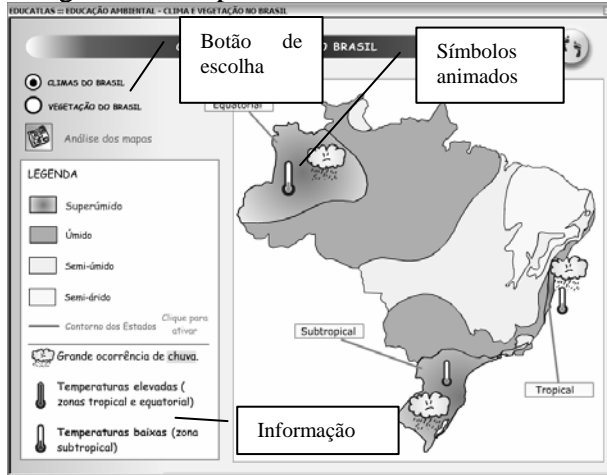
Figura 10 – Mapa animado do crescimento populacional do Brasil, com aplicação da variável dinâmica taxa de variação.



Para realizar esta animação utilizou-se a Variável Dinâmica de Taxa de variação que pode ser definida como a razão entre a magnitude do fenômeno e duração da cena (MacEachren, 1995). Para uma mesma duração – intervalo entre dois anos consecutivos – a diferença na magnitude do crescimento populacional entre os estados atribui aos dados um caráter ordenativo e implicitamente quantitativo.

Assim como o crescimento populacional, o estudo de clima e vegetação é feito no nível do País (Figura 11). O mapa de climas e o mapa de formações vegetais do Brasil são apresentados separadamente, e podem ser trocados a qualquer momento, basta que o aluno clique no botão de escolha, que se situa no canto superior esquerdo. Para a classificação dos climas, empregou-se a variável visual cor-matiz variando dos tons de amarelo (clima seco) para o azul (clima superúmido). Esta representação dos dados dá a idéia de ordem, apesar de se utilizar a mesma saturação para o intervalo de cores citado (MACEACHREN, 1995). Foram criados símbolos icônicos animados com a variável dinâmica Taxa de Variação para mostrar temperaturas associadas à classificação de climas

Figura 11 – Mapa animado de climas do Brasil

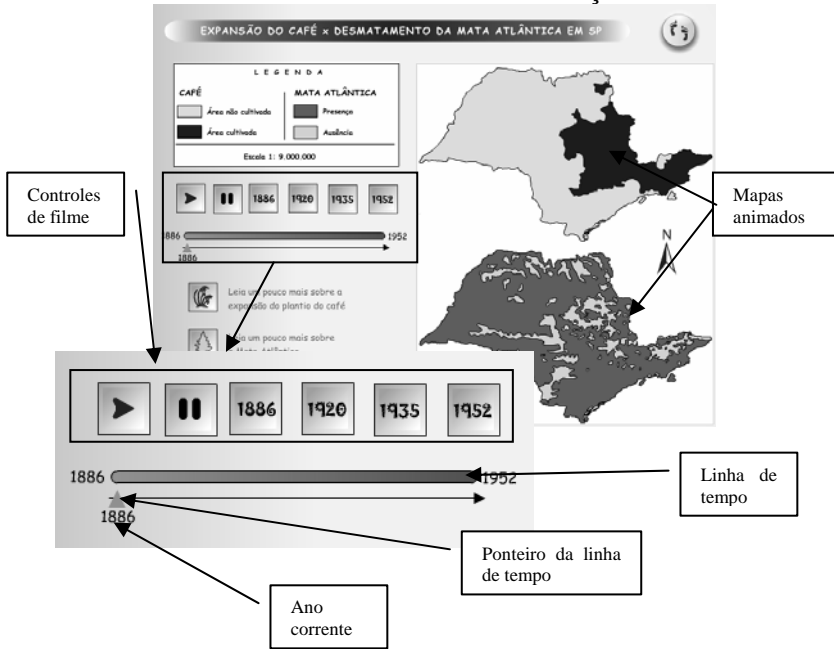


Para o mapa de formações vegetais, a variável dinâmica utilizada foi Momento no Tempo, não temporal, para mostrar sequencialmente as diferentes classes de vegetação. Momento no tempo é uma variável animada utilizada para destacar uma determinada feição, a partir de recursos de ênfase tais como cintilação, *mouse over* e piscar. Esta variável é definida como temporal quando está associada ao tempo cronológico, e como não temporal quando relacionada apenas à distribuição espacial do fenômeno (MACEACHREN, 1995).

O mapa de degradação da Mata Atlântica foi criado a fim de promover um estudo sobre a influência do homem na paisagem natural. Foram 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 e estão associados a um mesmo tempo cronológico de acordo com a progressão de uma linha de tempo, portanto podem ser visualizados simultaneamente (Figura 12).

Para construir esta animação utilizou-se a Variável Dinâmica de Sincronização (MacEachren, 1995), de forma justaposta, a fim de expressar a relação de causa-efeito entre os fenômenos. A variável de sincronização pode ser construída tanto por justaposição como por sobreposição, e permite a exploração de relações espaço-temporal entre dois fenômenos geográficos (BLOK et. al., 1999). MacEachren (1995) aponta que a variável de sincronização é a mais adequada para categorias nominais.

Figura 12 – Mapas animados do estado de São Paulo, com aplicação da variável dinâmica de sincronização



Para obter a impressão de continuidade utilizou-se o recurso de “transição de cena” (PETERSON, 1995). 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, 1935 e 1952, que são os anos reais da base de dados utilizada.

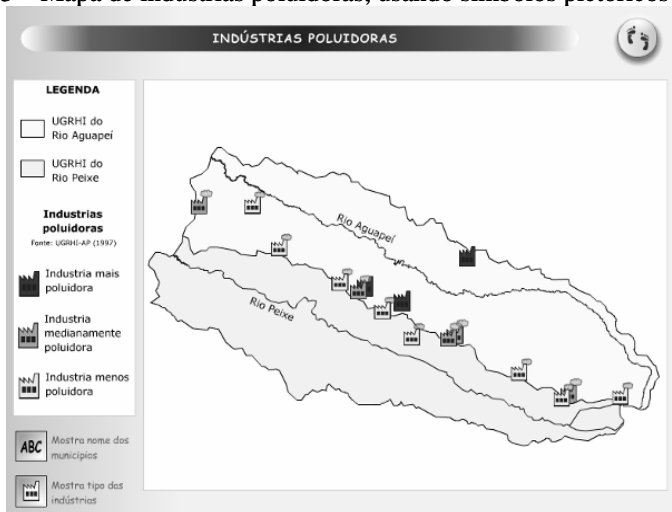
O último item do *menu* de **educação ambiental** trata de assuntos relacionados à poluição de recursos hídricos. Clicando-se no item, aparecerá uma janela com o mapa do Estado de São Paulo subdividido nas 22 UGRHIs. No caso deste trabalho, apenas a opção de acessar as UGRHIs 20 (Aguapeí) e 21 (Peixe) está ativada.

Acessando-se a região das bacias dos rios Aguapeí e Peixe, há três opções de mapas: mapa da mata ciliar, mapa das indústrias poluidoras e mapa da relação entre a população total e a quantidade de habitantes que possuem tratamento de esgoto.

No mapa animado das indústrias poluidoras existentes nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (Figura 13), foram utilizados símbolos pontuais pictóricos animados para classificar as indústrias de acordo com a emissão de gases poluentes na atmosfera, que foram definidas com base nos índices de tonelada de demanda

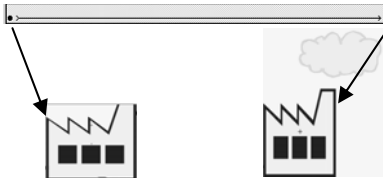
bioquímica de oxigênio por ano ($t_{\text{DBO/ano}}$) publicados pela CETESB (1995 apud CBH, 1997). Foram definidas três classes, quais sejam: poluição alta para indústrias com indicadores maiores que $1.000t_{\text{DBO/ano}}$, poluição média para indústrias com indicadores entre 100 e $1.000t_{\text{DBO/ano}}$, e poluição baixa para indústrias com indicadores abaixo de $100t_{\text{DBO/ano}}$.

Figura 13 – Mapa de indústrias poluidoras, usando símbolos pictóricos animados



A fim de expressar a natureza ordenativa dos dados, foi utilizada a Variável Dinâmica de Frequência (MacEachren, 1995) para os símbolos animados. Essa variável é definida como sendo o número de estados identificáveis por unidade de tempo, o que permite construir o símbolo a partir de dois estados identificáveis, conforme ilustra a Figura 14.

Figura 14 – Estados identificáveis do símbolo animado



Para as três classificações foram construídos três *clipes de filmes* utilizando diferentes frequências de animação, resultando numa frequência maior para a indústria que polui mais e frequência menor para a indústria que polui menos (Quadro 3).

Quadro 3: Relação ordenativa do símbolo animado em relação à cor e frequência




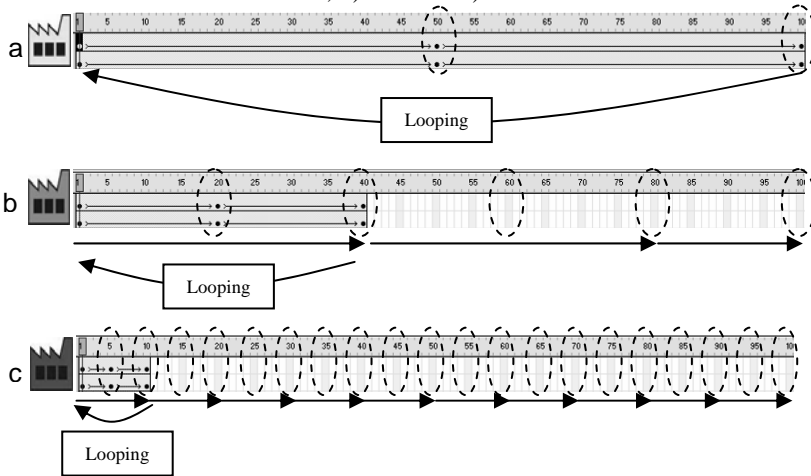
Ordem	Símb.	Cor	Frequência (20 quadros por segundo)
Poluição alta		vermelho	20 estados identificáveis a cada 5 segundos = 4/seg (Figura 15a)
Poluição média		alaranjado	5 estados identificáveis a cada 5 segundos = 1/seg (Figura 15b)
Poluição baixa		amarelo	2 estados identificáveis a cada 5 segundos = 0,4/seg (Figura 15c)

Figura 15 – Frequência do símbolo animado de indústria com nível de poluição a) baixo, b) médio e c) alto.



3. CONCLUSÕES

O projeto cartográfico facilitou o processo de implementação do Atlas, pois foi realizado de forma a adequar o produto ao propósito e às necessidades do usuário. A modelagem dos dados geográficos 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.

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, pode ser explorado por 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.

A animação foi um recurso muito utilizado nos mapas com o propósito de facilitar a aprendizagem das crianças. Não se pode afirmar até que ponto este recurso realmente auxilia no ensino, pois estudos realizados neste sentido são controversos, enquanto há autores que pontuam os mapas animados como sendo 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). Torna-se necessária uma avaliação para compreender em qual momento a animação contribui no ensino dos conceitos 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. Como pontua 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.

Acredita-se que a cartografia multimídia (animação, interatividade, hyperlinks) possa auxiliar a criança no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas para a compreensão e manipulação do espaço geográfico.

AGRADECIMENTO

À CAPES, à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/Unesp) e ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, L. M. O. Desenvolvimento de um protótipo de Atlas Escolar Interativo. 2007. 152 f. Dissertação (mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de

- Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente.
- BARROS, L. M. O.; DECANINI, M. M. S. Projeto de um Atlas Escolar Interativo. II SBG e VC BCG (Anais). 2007.
- BLOK, C.; KÖBBEN, B; CHENG, T.; KUTEREMA, A. A. Visualization of relationships between spatial patterns in time by cartographic animation. *Cartography and Geographic Information Science*. v.26, n.2, p.139-151, 1999.
- 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.
- BROWN, A.; EMMER, N.; VAN DEN WORM, J. Cartographic Design and Production in the Internet Era *The Cartographic Journal*, v. 38, p. 61-72, The British Cartographic Society, 2001
- CBH – Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. Relatório de situação de recursos hídricos. 1997, CD-ROOM.
- FRANCISCHETT, M. N. A cartografia no ensino da geografia: a aprendizagem mediada. Cascavel: Edunioeste, 2004. 198 p.
- KEATES, J. S. *Cartographic design and production*. 2ª ed. New York: Longman Group, 1989.
- KOUSSOULAKOU, A.; KRAAK, M. J. Spatio-temporal maps and cartographic communication. *The cartographic journal*. n. 29, vol. 2, p.101-8
- MACEACHREN, A. M. *How maps work: Representation, Visualization and Design*. London: The Guilford Press. 1995
- 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. *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 gênese do número na criança*. Christiano Oiticica (trad.), Rio de Janeiro: Zahar, 1971.
- RIBEIRO, M. *Planejamento visual gráfico*. Ed. 9. Brasília: LGE Editora, 2003.

- ROBBI, C. Sistema para Visualização de Informações Cartográficas para Planejamento Urbano. Tese de Doutorado em Computação Aplicada. INPE, São José dos Campos, 2000.
- 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.
- SLOCUM, T. A. Thematic cartography and visualization. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.
- WINN, W. The state of Canadian children's Atlases from a European perspective. Cartographica. Toronto: University of Toronto, v.24, n.1, p.63-81, spring. 1987.

(Recebido em agosto/08. Aceito em outubro/08)