

ATLAS AMBIENTAL DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ V. 2.0 – AMBIENTE MULTIMÍDIA INTERATIVO –

Gilberto J. GARCIA¹

Mônica G.M. de MAGALHÃES²

Sergio L. ANTONELLO²

Resumo

A bacia do rio Piracicaba é considerada uma das mais impactadas áreas no país. O rio Corumbataí é um importante afluente porque fornece água para uma população aproximada de 600.000 pessoas e qualquer projeto que ajude a melhoria e a melhor compreensão do ambiente é sempre bem vindo. O Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí pode ser considerado uma ferramenta valiosa na gestão e proteção dos recursos naturais da área e pode ser acessado através do endereço: <http://ceapla.rc.unesp.br/atlas>. O objetivo principal deste projeto foi atualizar o conteúdo do atlas, de 2001 a 2005, incluindo pesquisas de pós-graduandos e professores do Campus. A estrutura do conteúdo como visto no Menu Principal foi organizado através do conceito da Avaliação Ambiental, onde a compreensão da paisagem como um sistema é obtida utilizando-se de técnicas de interpretação e identificação de atributos da superfície terrestre. Os objetivos específicos foram: a) Uma nova plataforma tecnológica para melhorar o acesso e o processamento de dados; b) Um módulo interativo para ser usado por estudantes do Ensino Médio; c) Uma comparação entre aplicativos a serem usados na estrutura do atlas.

Palavras-chave: Atlas. Ambiente. Cartografia. Recursos Naturais.

Abstract

Environmental Atlas of the Corumbatai Watershed V. 2.0 – Interactive Multimedia Environment –

The Piracicaba river watershed is considered one of the most impacted areas in the country. The Corumbatai river is an important tributary because provides water for a population about 600,000 people. Any project which helps the improvement and the better understanding of the environment is always welcomed. The Environmental Atlas of the Corumbatai watershed can be considered a valuable tool in the management and protection of the natural resources and is accessed through the address: <http://ceapla.rc.unesp.br/altas>. The main objective of this project was up-to-date the atlas content, from 2001 until 2005, including researchs of graduate students and professors of the Campus. The content structure as seen on the Main Menu was organized through the Environmental Assessment concept, were the understanding of he landscape as a system is achieved using identification and interpretation techniques applied on the terrain surface characteristics. The specific objectives were: a) A new technological platform to improve the access and the data handling; b) An interactive module to be used by Intermediate School students; c) A benchmark between software's to be used in the atlas structure.

Key words: Atlas. Environment. Cartography. Natural Resources.

¹ Professor Titular Aposentado junto ao IGCE-UNESP, Campus de Rio Claro–SP. E-mail: gilberto@rc.unesp.br.

² Analista de Sistemas junto ao CEAPLA/IGCE-UNESP, Campus de Rio Claro-SP. E-mails: monica@rc.unesp.br / sergio@rc.unesp.br.

INTRODUÇÃO

A bacia do rio Piracicaba é, sem dúvida, uma das áreas mais impactadas do Estado de São Paulo. Nessa bacia, a sub-bacia do Corumbataí adquiriu nos últimos anos excepcional relevância, por atender uma população estimada de 600.000 pessoas. Verifica-se ainda que, ao longo dos anos, tem aumentado significativamente o uso e ocupação das terras, num processo que merece atenção. Vários centros de pesquisa, em especial a UNESP de Rio Claro, tem-se dedicado a estudar o fenômeno, indicando que o Atlas se constitui um importante repositório de informações úteis, ao mesmo tempo em que se abastece das pesquisas realizadas.

Iniciativas que de alguma maneira colaborem com a preservação/ recuperação ambiental e que desperte e/ou amplifique a conscientização ambiental são sempre bem vindas. É o caso da primeira versão do Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí, disponibilizado no *site* do IGCE/UNESP em 2001, com informações coletadas até 2000 (www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlas).

Adicionalmente ao caráter essencialmente científico, tem-se o valor educacional, já que o Atlas pode ser consultado por estudantes do ensino fundamental e médio. Finalmente o Atlas pode se constituir à medida que se aprimora, em instrumento de planejamento institucional, juntando-se a *sites* do tipo www.ibge.gov, www.investimentos.sp.gov.br e www.biota.org.br.

O **Objetivo Geral** deste trabalho foi atualizar o conteúdo do Atlas, até 2005.

Os **Objetivos Específicos** foram:

- Montar uma plataforma tecnológica, que possibilitasse aos usuários melhor acesso e autonomia na utilização dos recursos do Atlas;
- Montar um módulo interativo específico para estudantes do Ensino Médio;
- Identificar, selecionar e avaliar pacotes comerciais e de uso livre para utilização na estrutura do Atlas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tipificação

No sentido tradicional um atlas é um dispositivo de comunicação que transmite informações através de mapas. É uma coleção de mapas cuidadosamente selecionados a respeito de um tema. Uma redefinição do termo atlas deve levar em conta a transformação da mídia de suporte, do papel para o digital (CD-ROM ou DVD), além da possibilidade da disponibilização de um Atlas pela WEB (World Wide Web).

Comparativamente aos dois tipos de mídia de suporte, provavelmente a mais importante mudança tecnológica na elaboração de mapas é o aumento da interatividade dos atlas digitais. Interatividade está relacionada com o fluxo de informações entre o usuário e o software através do computador, permitindo que o usuário execute operação de seleção e transformação. A seleção refere-se a habilidade de selecionar conjuntos de dados em tela, e/ou indivíduos ou grupo de indivíduos no conjunto de dados. A transformação refere-se a habilidade de variar coordenadas ou medidas presentes em tela. A transformação permite ao usuário variar o número de parâmetros, inclusive perspectiva (Ponto de vista, Orientação, Iluminação), nível de generalização (classificação, simplificação, exagero), escala (comprimento, resolução), número de dimensões (BUCKLEY, 2003).

Provavelmente a mais significativa contribuição de um atlas na WEB é seu uso como portal para grandes bases de dados. Em vez de uma apresentação de mapas cuidadosamen-

te compilados, atlas na WEB são muitas vezes uma compilação de conjunto de dados de SIGs que podem ser obtidos por *download* e/ou utilizados para processamento ou análise de mapas. Esta mudança tecnológica transforma o Atlas na WEB em serviços, em vez de produtos. Embora continuem a fornecer informações que podem ser utilizadas em educação, políticas públicas e pesquisa, eles também tem a capacidade de oferecer links para fontes de dados e outros recursos. Esta é uma mudança fundamental já que o leitor do mapa torna-se também quem elabora o mapa e este é gerado para propósitos específicos, sendo único, efêmero e individualizado. Isto pode significar que a leitura é mais especialidade e refinada.

Provavelmente um dos maiores desafios na elaboração de atlas é motivar os usuários potenciais. A população atualmente está acostumada a ver comerciais e desenhos animados produzidos com o auxílio de computação gráfica, programas de TV e filmes. Desse modo os cartógrafos estão com o desafio de fazer a apresentação de informações em atlas tão interessante quanto possível, para atrair e prender a atenção de jovens acostumados com videogames.

As razões para a elaboração de atlas não mudaram radicalmente, mesmo diante das transformações tecnológicas. Loy (1980) sugere três razões: 1) Oferecer um livro de referência para as informações geográficas de uma região; 2) O potencial do produto ser utilizado como um texto, representando uma ferramenta de desenvolvimento econômico; 3) Como um meio de conseguir ou aumentar prestígio.

Um atlas em um ambiente multimídia interativo pode ser definido como um sistema voltado para a análise geográfica, com manipulação interativa de informações espaciais. O potencial deste sistema repousa na integração de técnicas de visualização e de multimídia, adaptados à funcionalidade do SIG – Sistema de Informação Geográfica.

De acordo com Siekierka (1996) e Kraak; Ormeling (1998) os atlas eletrônicos digitais são classificados em três tipos:

- a. **Atlas Eletrônico Simples** – Mínima interação com o usuário, sem os recursos permitidos pela criação multimídia;
- b. **Atlas Eletrônicos Interativos** – Permitem ao usuário manipular conjuntos de dados, sendo possível mudar o esquema de cores, ajustar o método de classificação ou alterar o número de classes.
- c. **Atlas Eletrônicos Analíticos** – Aqui, conjuntos de dados podem ser combinados e o usuário não fica restrito aos temas disponíveis no Atlas. Podem ser efetuados cálculos e operações sobre áreas e temas, além de existirem funcionalidades específicas de um SIG.

Autores como Schneider (1999) e Koop (2004), nomearam o Atlas Information System (AIS), misto de Atlas Interativo e Analítico como aquele com maior potencial de desenvolvimento. Sem ser um SIG, permite uma série de operações, gerando informações derivadas. Delazari; Cintra (2002) fazem as seguintes considerações com relação a tais atlas:

- a. Como no atlas não existe a etapa de entrada de dados, a interface com o usuário é mais simples do que aquela existente em um SIG. Neste caso, o acesso à informação é viabilizado por meio de navegação de acordo com as possibilidades oferecidas pelo programa, sobre os mapas existentes ou sobre outros que possam ser criados a partir dos mapas básicos presentes.
- b. O atlas pode ser desenvolvido visando o usuário leigo ou o usuário esclarecido. Neste caso, a decisão é de caráter político – institucional.
- c. O tempo computacional, começando pela navegação dentro de um atlas e respectiva visualização de um mapa em tela varia segundo a capacidade do computador, o tamanho dos arquivos (mapas), a velocidade de transmissão dos dados oferecidos pelo provedor de acesso e a qualidade do mesmo em determinado horário.

- d. Em relação ao controle das operações, em um SIG o usuário deverá ter conhecimento sobre o assunto para poder realizar os procedimentos que necessitam de parâmetros de entrada. No caso de um atlas, os autores controlam as ações possíveis de serem realizadas para prevenir erros de operação.
- e. As funções de análise, se presentes, aproximam-se de um SIG, ao permitir consulta espacial, posição de informações e cálculo de *buffers*. Como exemplo pode-se citar o servidor de mapas do IBGE, que pode ser consultado via Internet (IBGE, 2004).

Comparativamente, um SIG e um AIS teriam características comuns e também diferentes, conforme aparece no Quadro 1, a partir de Schneider (1999).

Quadro 1 – Diferenças principais entre um SIG e um AIS

Discriminação	SIG	AIS
Uso da interface	Complexo	Fácil
Usuário	Especialistas	Não especialistas
Tempo computacional	Grande	Pequeno
Controle	Usuários	Autor
Objetivo principal	Manuseio de dados	Visualização de tópicos
Dados	Brutos	Editados
Meio de saída	Papel	Tela ou papel

Das abordagens disponíveis para integrar SIG e ambiente multimídia, aquela que tem se revelado mais promissora é a chamada “SIG e Cartografia Multimídia” proposta por Bar; Sieber (1997) e simplificada por Hu (1999), através do desenvolvimento de uma interface entre os dois sistemas, procurando manter ao máximo, as características desejáveis de cada um dos dois.

O termo “Uso Universal” tem sido usado para descrever um sistema que é desenvolvido para ser utilizado por especialistas, usuários casuais e costumeiros de informações contemporâneas. Incluem-se aqui fatores técnicos, sociais e humanos como diferenças de idioma e deficiências pessoais. Tal variabilidade tem dificultado significativamente a obtenção de um sistema verdadeiramente de uso universal (HEARST, 1996; NIELSEN; NORMAN, 2004).

Enquanto que produtos para análise geográfica oferecidos para especialistas devem permitir customização, ferramentas para visualização de acesso público poderão ser mais efetivas se tiverem algum tipo de padronização. A visualização geográfica de uso público necessita de uma abordagem integrada que inclui a implantação de padronização global, tais como aquelas desenvolvidas para a WEB, e uma utilização que combina métodos de interação humano-computador, ou seja, trabalho cooperativo por computador, com a tradição cartográfica de pesquisa cognitiva (CARTWRIGHT et al, 2001).

Os atlas eletrônicos mais comuns são do tipo “Atlas Eletrônico Simples”, com interatividade limitada. Embora com bom número de informações o Atlas Mundial Encarta 2001 enquadra-se nesta categoria (MICROSOFT, 2001), cuja mídia é o CD-ROM. Ainda nesta categoria pode-se citar o Atlas Ambiental da Bacia do Corumbataí (GARCIA et al, 2001), disponível em www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlas.

Outros Atlas e servidores de mapas pela Internet, com maior ou menor interatividade, podem ser citados:

- Atlas Ambiental do Município de São Paulo – Disponível em www.atlasambiental.prefeitura.sp.gov
- Atlas Interativo do Pontal do Paraná – Disponível em <http://www.prudente.unesp.br/atlaspontal>
- Atlas of Oregon – Disponível em <http://millrace.oregon.edu/>
- Atlas of Ottawa – Disponível em <http://atlas.city.ottawa.on.ca>
- Internet Atlas of Switzerland – Disponível em <http://www.karto.eth2.ch/neumann/atlas/>
- ALOV. ALOVMap. Free Java GIS – Disponível em <http://www.alov.org/index.html>
- CommonGIS – Disponível em <http://www.commonGis.jrc.it>
- Geomatica 9 FreeView – Disponível em <http://pcigeomatics.com>
- NAIS-MAP – Disponível em <http://www.nais.com.emr.ca>
- ODV – Ocean Data View 2001 – Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science>
- Map Maker – Disponível em <http://www.lorenz.mur.csu.edu.au>
- Xerox PARC. Map Viewer – Disponível em <http://www.pubweb.pac.xerox.com>

Pesquisa e Desenvolvimento

Como já comentado, um dos problemas no uso de imagens é a dificuldade de transmissão. Os recursos para contornar o problema tem sido computadores mais rápidos, aumento na velocidade de transmissão e a compactação de imagens. Neste caso os padrões mais comuns são o GIF (Graphics Interchange Format) e o JPG/JPEG (Joint Photographic Expert Group). Enquanto que o formato vetorial das imagens tem uma manipulação mais detalhada, as imagens matriciais apresentam algoritmos mais simples para manipulação (BERTOLLOTO; ENGENHOFER, 2001).

Aplicativos que disponibilizam mapas na Internet são chamados de Servidores de Mapas (LIMP, 2004; McKEE, 2004). Tais servidores funcionam como uma interface aos dados hipermidia. Existem servidores do tipo *freeware*, como o MapServer e ALOV MAP e servidores comercializados por empresas especializadas, como a Auto Desk, Intergraph e ESRI (Environmental Systems Research Institute).

A linguagem HTML (Hypertext Markup Language) é a linguagem padrão da Internet e é suportada por dois dos mais comuns *browsers*, que são o Microsoft Internet Explorer e o Netscape Navigator. Existem algumas possibilidades de apresentação de uma página HTML (RICHARD, 2000): a) Tela única – A mais comum pode apresentar problemas de visualização em mapas de grandes áreas; b) Tela múltipla – Vários quadros (mapas) numa mesma tela, mostrando vários temas de uma mesma área; c) Tela única com recursos de ampliação e vôo (x,y) – É o caso do Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí (GARCIA et al, 2001).

A linguagem JAVA pode ser ainda de grande utilidade na criação de sistemas de edição de conteúdo. Embora existam hoje ferramentas poderosas como o Flash MX 2004 da Macromedia, é possível obter-se ótimos resultados ao conciliar tecnologias disponíveis e o JavaScript.

Manipular mapas na WEB não é a mesma coisa que em um SIG, posto que as soluções de mapas para a WEB tem características particulares, como: a) São direcionadas para uma clientela específica; b) A arquitetura de desenvolvimento é diferente; c) A segurança dos dados, a interação analista-aplicação, a gerência dos dados, a base de suporte para o sistema funcionar e os agrupamentos são abordados de modo diferente (MIRANDA, 2003).

A este respeito, Garcia et al (2003) selecionaram e otimizaram um conjunto de operações, que chamaram de Módulo CEAPLA, destinado a interfacear o Atlas Ambiental da

Bacia do Rio Corumbataí com aplicativos comerciais ou de uso livre (*freeware*) que permitissem à comunidade acadêmica ou não, manipular dados espaciais.

Em outra pesquisa, Andrienko et al (2002) ao testarem a aplicabilidade de mapas interativos em um servidor de mapas concluíram que:

- Os usuários não entendem o significado das novas ferramentas interativas sem uma explicação prévia e, conseqüentemente, não utilizam todo potencial do sistema;
- Os usuários sentem-se desconfortáveis quando encontram feições não familiares, com propósitos claros;
- Os usuários estão acostumados com mapas estáticos e tendem a utilizar princípios tradicionais de uso. Provavelmente não lhes ocorre que este tipo de mapa pode ser interativamente manipulado para facilitar a análise de dados.

Os autores enfatizam que tais problemas devem ser considerados no desenvolvimento de um Atlas, de modo que a arquitetura do mesmo atenda às seguintes perspectivas:

- Aprendizagem – Habilidade dos usuários para entender os propósitos de ferramentas interativas e aprender a usá-las;
- Memorização – Capacidade dos usuários em reter as habilidades adquiridas e utilizá-las após certo tempo.
- Satisfação – O modo como as pessoas interagem com as ferramentas, sem medo.

Uma das principais questões que se coloca para atlas interativos, como o próprio nome diz, é a interatividade. Interatividade tem sido utilizada amplamente em visualização gráfica, mas há uma variação muito grande sobre o que significa realmente. Para Asche; Herrman (1994), qualquer interatividade com mapas requer um sistema eletrônico de mapeamento. Cartwright et al (2001) distinguiram entre interatividade em geral e a interatividade proporcionada pela tecnologia. Em tecnologia computacional, interatividade não é a própria tecnologia, mas a interface entre esta e o usuário. É importante caracterizar corretamente esta interface e levar em conta as exigências da visualização espacial e da não espacial. Esta interação especializada com dados especiais levanta também importantes questões de utilização, dos quais muitas são cognitivas, por exemplo, como as pessoas podem navegar ou orientar-se utilizando interfaces interativas que incluem som, 3D ou a sensação de estarem totalmente imersas no ambiente (CRAMPTON, 2002; SLOCUM et al, 2001).

MacEachren; Kraak (2001) integraram a abordagem semiótica de BERTIN (1983), com o contexto social, funcional e cognitivo de mapas, para sugerir que alguns tipos de interatividade são mais poderosas que outras. Sugerem a utilização de um intervalo de uso para diferentes interatividades, de baixa para alta, num mesmo sistema. Em virtude da variedade de interpretação sobre o que realmente pode significar, CRAMPTON (2002), propõe que interatividade na visualização gráfica seja simplesmente um sistema que mude a apresentação visual dos dados em resposta aos comandos do usuário, em intervalos suficientemente curtos para manter a sensação de tempo real. Este autor oferece ainda uma classificação para as tarefas aplicáveis aos sistemas de visualização gráfica: Primeiro Nível: Visualização. Envolveria operações como rotacionar um modelo 3D, mudar condições de iluminação; Segundo Nível: Comparação. Exige um grau pouco mais sofisticado já que necessita a apresentação simultânea de duas ou mais telas. Terceiro Nível: Reordenamento ou reamostragem de dados espaciais. O usuário ao visualizar os dados pode também executar manipulação dos dados. Quarto Nível: Extração ou supressão de dados. Extração (Realçamento) ou Supressão (Filtragem) ocorrem quando o usuário identifica um subconjunto de dados e deseja realçar ou eliminar detalhes. Quinto Nível: Causa e efeito. É o grau mais sofisticado, já que permite ao usuário analisar a força e a natureza das relações.

Ao se trabalhar com geovisualização, uma questão crítica é a interface do usuário. Um elemento chave na interface são as metáforas utilizadas. Uma das mais populares é a

“metáfora do desktop”, comum na maioria dos sistemas operacionais. No entanto como comenta Kuhn (1992), outras metáforas, especialmente para SIG's são utilizadas: programar, manipular, comunicar, delegar, pesquisar, procurar, produzir e receber documentos, resolver problemas, tocar, cooperar, ver e experiência.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Corumbataí, afluente do rio Piracicaba, no Estado de São Paulo.

O material básico para execução da proposta compreendeu:

- Base de Dados representada pela primeira versão do Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí, disponível na época em www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlas.
- Material científico recente sobre a região (Dissertações, Teses, Relatórios e Artigos Científicos).
- Pacotes computacionais comerciais e de uso livre, para criação multimídia e linguagem de programação SMIL, HTML e JAVA.
- Ferramentas geradoras de mapas em tempo real e que os distribui ao cliente pela WEB.
- Computadores, impressora e scanner.

No desenvolvimento do projeto, observou-se uma sequência lógica de ações, conforme discriminada a seguir:

Servidor

Uma das premissas deste trabalho foi a mudança de plataforma tecnológica do Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí para permitir maior interatividade do usuário com o Atlas.

Anteriormente a este projeto, o acesso a primeira versão do Atlas era feito pela Internet através do endereço <http://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlas> apresentando rico conteúdo composto por textos, imagens, fotografias e mapas. Em relação aos mapas, algumas limitações de interatividade não permitiam ao usuário explorar conceitos de manipulação cartográfica como algumas rotinas existentes em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), que o tornaria não apenas um fornecedor de informações pré-formatadas e prontas, mas uma ferramenta que permitisse a geração de novos produtos (mapas) a partir de outros já existentes.

Visando resolver os problemas descritos acima, uma nova estrutura foi proposta (Figura 1), hoje em operação, através de um servidor de mapas que fica interagindo com o servidor Web, permitindo assim, que as páginas digitais do Atlas que contenham mapas, tornem-se interativas e customizadas, atendendo as necessidades de usuários avançados, que precisam do Atlas não apenas como fornecedor de informações existentes, mas também, como gerador de novas informações (Figura 2).

Figura 1 - Fluxo de solicitação e retorno de mapas, vigente na versão 2.0 do Atlas

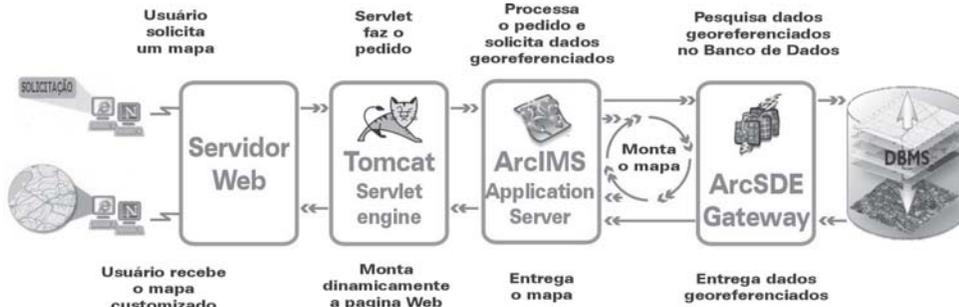
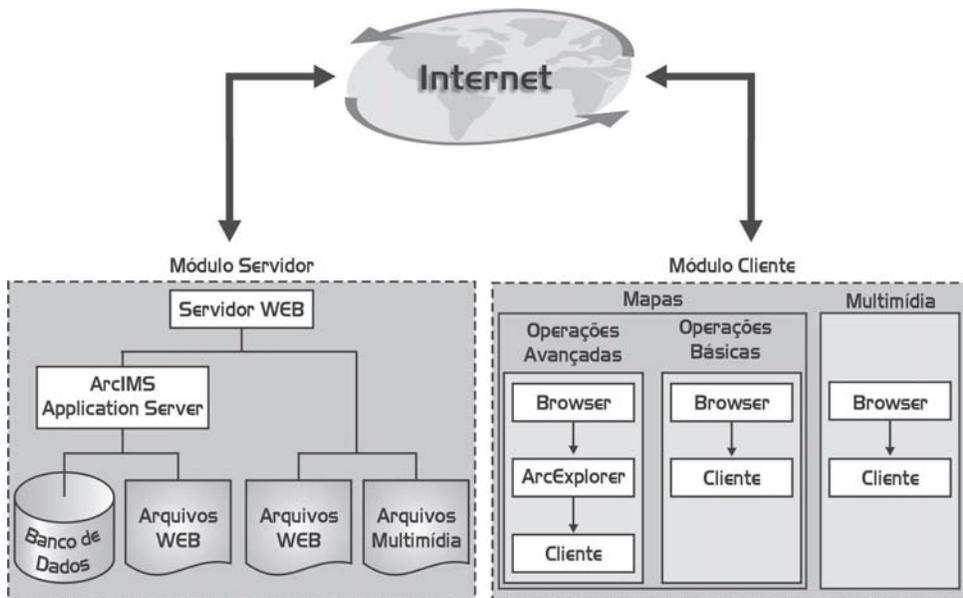


Figura 2 - Estrutura simplificada Cliente-Servidor do Atlas



Motivos que levaram a montar a solução Hardware / Softwares

Buscou-se um equipamento que cumprisse com as necessidades de um servidor de mapas, porém, com custo inicial baixo, de fácil manutenção e que propiciasse liberdade de escolha e baixo custo para implementações futuras se necessário para readequação do mesmo, após a disponibilização do Atlas para uso geral.

O servidor de mapas é formado por um computador VCOM com processador Pentium 4 3.2 GHz, placa mãe Intel D865 PERL, 2 GB de memória RAM DDR / 400 MHz e Winchester 120

GB Serial ATA e está em uma rede que permite comunicação externa de até 100 Gbits por segundo.

Além do hardware, vários softwares estão operando de maneira paralela e interativa, permitindo a execução das rotinas necessárias ao bom funcionamento do Atlas, são eles: Windows Server 2003, Apache 2.0.48, Tomcat 4.1.29, J2SDK SE, ArcIMS 9.0, ArcSDE 9.0 e Oracle 9i.

Sistema operacional: A proposta inicial do sistema operacional era usar uma versão *freeware* (condição importante) do Linux, porém, após estudos detalhados com softwares que permitem montar em tempo real e distribuir mapas interativos pela Internet, verificou-se a necessidade de utilizar versões não *freeware* de Unix e Linux. De início foram descartadas as versões que são adquiridas vinculadas ao hardware, como o HP-UX da HP, Solaris da Sun e AIX da IBM. Das versões chamadas "plataforma Intel", ou seja, das que podem ser adquiridas para utilização em computadores gerais, foram avaliadas o Linux Red Hat Enterprise e o Suse Linux Enterprise Server. Também foi avaliado o Microsoft Windows Server. Por questões de custo/benefício inicial e operacional, optou-se então pelo **Windows Server 2003** como o sistema operacional do servidor de mapas.

Servidor Web: Como os mapas do Atlas são visualizados pela Internet, é necessário que eles estejam inseridos em páginas Web e para tanto, é necessário um software que disponibilize estas páginas. Após avaliações técnicas, optou-se pelo Apache, que é *freeware*, é o servidor Web mais utilizado e possui características técnicas que suprem a demanda do Atlas. A versão 2.048 foi escolhida em função das necessidades de outros softwares da solução adotada. Neste projeto, em função da compatibilidade técnica com outros softwares da solução adotada, o **Apache versão 2.048** é usado como servidor de páginas Web e é por ele que os usuários, utilizando seus *browsers*, solicitam as rotinas de execução do Atlas e visualizam os resultados apresentados após a execução das referidas rotinas.

Servlet engine: No processamento proposto para o Atlas, onde páginas Web com mapas são geradas em tempo real e podem ser customizadas conforme requisitos estabelecidos pelo usuário, é necessário a existência do Servlet comunicando-se entre o Web Server e o software que produzirá os mapas. Servlet é um programa que estende a funcionalidade de um Web Server, gerando conteúdo dinâmico e interagindo com os clientes, utilizando o modelo *request/response*. O Servlet é então, um módulo de código escrito em Java que roda em uma aplicação no servidor para responder pedidos do cliente e possui usos típicos como: processamento e armazenamento de dados mandados por um formulário HTML; acesso a um conteúdo dinâmico, como por exemplo, o resultado de uma consulta ao banco de dados; ou ainda, gerenciar o estado de informação sobre uma conexão de estado HTTP. Foram avaliados dois Servlets, o ServletEXEC da *New Atlanta Communications* e o Tomcat do *Jakarta Project*, que faz parte da *The Apache Software Foundation* (ASF). Ambos são tecnicamente viáveis para o Atlas e são apresentados como *freeware*, porém, o ServletExec deixa de ser *freeware* quando for necessário utilizar acessos simultâneos de mais de um usuário, tornando-se incompatível para o projeto, já que para esta proposta, é importante a possibilidade de vários usuários estarem acessando, simultaneamente, rotinas no servidor de mapas do Atlas. Foi adotado, então, o **Tomcat 4.1.29** pelas condições e compatibilidade técnica com outros softwares da solução adotada e por poder ser aplicado de maneira *freeware*.

Gerador de mapas em tempo real: Um objetivo importante deste projeto foi permitir que o usuário do Atlas pudesse gerar mapas em tempo real, a partir de mapas existentes no banco de dados do Atlas. Para tanto é necessário um software que gerencie este processo, recebendo as solicitações do usuário, realizando processamentos necessários, montando o mapa e enviando-o ao usuário.

O software escolhido foi o **ArcIMS 9.0** que, dentre outras razões, é um SIG estruturado sobre a Internet e apresenta características técnicas que estende um site Web, potencializando-o para servir dados e aplicações SIG e possibilitando a construção e disponibilização de mapas, dados e serviços, no âmbito de um SIG, para atendimento dos

requisitos de usuários que utilizam a Internet. Os resultados podem ser apresentados ao usuário através de *viewers* HTML ou JAVA. Estes *viewers* são utilizados pelos usuários de forma *freeware* e possibilitam a execução de rotinas de geoprocessamento, sendo parte importante da maior interatividade do Atlas proposta por este projeto.

O ArcIMS potencializa ainda mais o uso do Atlas, através da possibilidade em uma perspectiva futura, de operar integralmente com dispositivos *wireless*, o que amplia a gama de utilização do Atlas como, por exemplo, a usuários que necessitem realizar trabalho em campo, distante assim de seus escritórios de trabalho, seguindo roteiros detalhados para atingir um determinado destino a partir de uma origem.

Outra característica importante do ArcIMS, é que o mesmo possibilita a usuários selecionados trabalhar diretamente no banco de dados do Atlas, possibilitando realizar alterações ou gerar novos produtos que serão, então, disponibilizados no próprio Atlas para os demais usuários. Isto é muito importante, porque possibilita que novas pesquisas sejam realizadas e seus resultados incorporados ao Atlas, o que o torna cada vez mais rico em termos de conteúdo e qualidade.

O ArcIMS é escalonável para atender a demanda de solicitações dos usuários, ou seja, se o número de usuários cresce e o número de *map request* aumenta de forma significativa, o ArcIMS pode ser estendido para atender esta nova demanda adicional.

Além do processamento no servidor de mapas através do ArcIMS e da visualização dos resultados através dos *viewers* HTML e Java, outra forma de acesso aos dados produzidos pelo ArcIMS é pela utilização do software ArcExplorer que é de uso gratuito e pode ser utilizado pelos usuários para realizar processamento local, ou seja, na máquina do usuário, acessando arquivos do banco de dados do Atlas que está no servidor de mapas, arquivos do próprio computador ou ainda de outros servidores que disponibilizem dados na Internet. Dentre as operações possíveis com o ArcExplorer, o usuário pode adicionar temas e definir a simbologia dos temas permitindo assim a criação de mapas temáticos, imprimir mapas, aproximar o mapa (*zoom in*), afastar o mapa (*zoom out*), navegar no mapa com a ferramenta de pan, visualizar dados correspondentes à uma feição desejada, localizar e consultar dados geográficos e respectivos atributos, e realizar análises estatísticas dos dados geográficos.

Java: O ArcIMS pode disponibilizar o mapa solicitado pelo usuário de duas formas. A primeira como uma imagem, utilizando a capacidade de renderização do ArcIMS para disponibilizar uma visão instantânea (*snapshot*) do mapa requisitado. O *Snapshot* é enviado comprimido ao usuário, nos formatos de arquivos JPEG, PGN ou GIF. Uma nova imagem de mapa é gerada cada vez que o usuário requisita uma nova informação.

A segunda forma é como *streamed feature*, que são feições vetoriais comprimidas enviadas ao usuário requisitante. Esta modalidade de remessa de feições vetoriais possibilita que funções mais sofisticadas de geoprocessamento sejam realizadas em processamento local na máquina do usuário, de forma independente do servidor. Pode-se citar como exemplo a edição e simbolização de feições, anotações e seleção especial de feições. Esta segunda forma possibilita ao usuário alterar a aparência e conteúdo do mapa, sem intervenção do servidor e isto é possível através de módulos de código Java que são criados durante a preparação de mapas pelo ArcIMS e são enviados para o usuário juntamente com a remessa de feições vetoriais. Utilizando-se deste método de trabalho, o usuário diminui o tráfego de informações pela rede, o que pode representar ganho de tempo considerável se a conexão do lado do usuário não possuir largura de banda compatível com o tráfego de dados. Para poder utilizar este tipo de processamento, o usuário necessita do *Java Runtime Environment* (JRE) instalado em seu computador. A instalação é solicitada pelo Atlas se o usuário não possuir o JRE e solicitar o mapa no formato *streamed feature*. Foi utilizado então o **J2SDK 1.4.2** (*Java 2 Software Development Kit*) para disponibilizar ao usuário o recebimento de mapas no formato de feições vetoriais.

Banco de dados relacional: Propiciar organização dos dados geográficos e dados não geográficos em uma única base de dados, que possa ser gerenciada de forma a permitir manutenção íntegra nas informações nela contidas, é importante quando se refere a dados que serão acessados em um ambiente multiusuário e por ferramentas diversas. Além de que, a maioria dos SIGs multiusuários mais modernos gerenciam seus dados tabulares em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (RDBMS - *Relational Data Base Management Systems*), e iniciaram o processo de migração para armazenamento de informações georeferenciadas diretamente nestes RDBMS. Esta migração da abordagem orientada a arquivos, para aquela voltada para RDBMS é uma tendência, principalmente em função das características de controle sobre os dados que os RDBMS propiciam.

Como a proposta deste projeto vai além da disponibilização do sistema para os usuários realizarem consultas, possibilitando aos mesmos gerar novos mapas e integrá-los ao Atlas, surge então, a preocupação de montar um ambiente que permita controle em nível de segurança e qualidade. Para tanto, modelar um banco de dados a partir de um RDBMS torna-se importante. Optou-se então pelo **Oracle 9i** que é um RDBMS convencional, que através do módulo *Spatial*, suporta aplicações SIG, possibilitando gerenciar dados espaciais e não espaciais, através de um modelo relacional, além de possuir todos os recursos necessários tais como segurança no acesso ao dado, backup, controle de inconsistências, recuperação da informação e proteção contra falha. A consulta à base de dados envolve recuperação de ambos os tipos de dados e um único processo é disparado, aumentando a eficiência da consulta e evitando problemas com a perda de integridade do banco de dados. Outra opção viável seria pela utilização do SQL Server 2000 da Microsoft, porém, na versão SP3 e SP3a que são apenas comercializadas com equipamentos IBM e Compac, o que não foi possível, já que o computador é um VCOM.

Deve-se ressaltar que, além da família ESRI, os dados podem ser também compartilhados com outros softwares, como o SPRING e TerraLib que são de domínio público.

Integração entre o Gerador de Mapas e o RDBMS: Para que alguns programas armazenem e manipulem geometria de feições geográficas diretamente em um RDBMS, é necessária a existência de uma interface entre eles e o RDBMS. Além de características técnicas compatíveis com o projeto, o ArcSDE foi também o *software* escolhido para fazer esta interface em função de pertencer à mesma família do gerador de mapas em tempo real e ainda, pela opção em manter toda a linha de desenvolvimento, geração de mapas e de distribuição do Atlas na Internet dentro da família ESRI, o que elimina problemas de compatibilidade comum quando se utilizam programas de várias empresas. O ArcSDE permite então, que todos os dados georeferenciados fiquem armazenados diretamente no banco de dados relacional e não apenas seus atributos não geográficos.

Outro fator importante que justifica a necessidade do ArcSDE é quanto à proposta de pesquisadores desenvolverem novos produtos (mapas) para serem incorporados ao Atlas. Neste caso se eles forem usuários do ArcGIS acessarão de forma compartilhada, dados armazenados no servidor de mapas do Atlas por meio de uma conexão ao ArcSDE estabelecida a partir do usuário. É possível então, realizar conexão direta com os dados geográficos e tabulares armazenados no RDBMS, sendo o acesso a estes dados controlados por regras de segurança.

Estrutura e Conteúdo

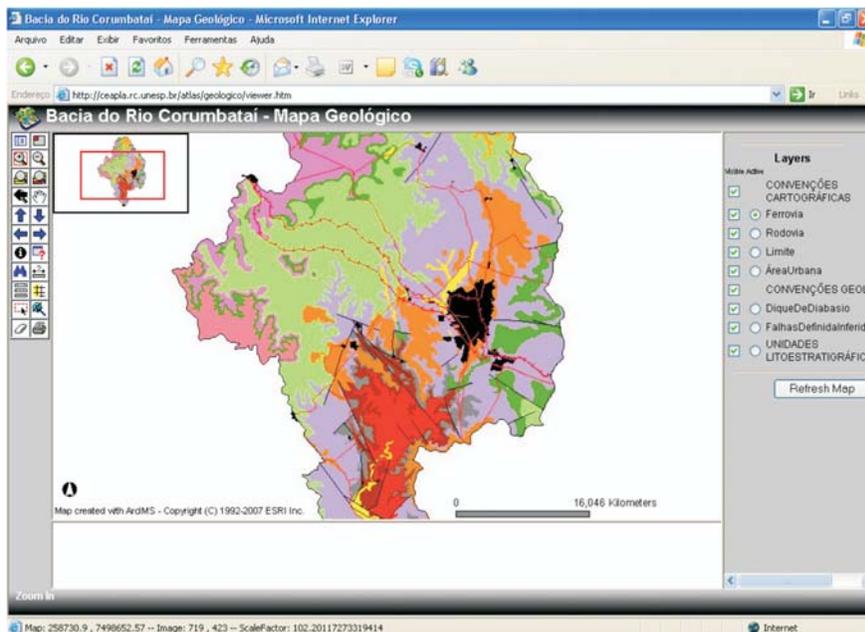
Para a nova versão do Atlas, foram feitas pesquisas com o Flash sobre como melhorar o tempo de abertura, na linguagem de marcação HTML e na linguagem de programação Java sobre como melhorar a interatividade. A linguagem JAVA pode ser ainda de grande utilidade na criação de sistemas de edição de conteúdo. É possível obter bons resultados ao conciliar tecnologias disponíveis, como a linguagem HTML, o Flash e o JavaScript.

Para evitar os problemas já levantados na antiga estrutura, decidiu-se por não desenvolvê-lo inteiramente em Flash como foi feita na primeira versão, pois este seria usado apenas para animação inicial e para o menu. Portanto, sua elaboração foi feita em HTML e em Java script para facilitar a recuperação das informações, incluindo barras de rolagem o que antes se usava botões para mudar de página como se fosse um livro. Esta decisão está dentro da nova proposta que é torná-lo um Atlas interativo.

A linguagem SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*) – Linguagem de Integração de Multimídia Sincronizada – também foi estudada para integrar diferentes mídias, como cenas de um voo, informação textual e áudio. SMIL é uma especificação do *World Wide Web Consortium* (W3C), desenvolvida em 1998, para criar uma maneira de enviar *streams* interativas e contextualizadas de multimídia pela Internet (W3C, 2004). Através de uma ferramenta de Integração de Mídias "*Media Integration Tool*" desenvolvida por MAGALHÃES (2004) as informações foram integradas e disponibilizadas no novo Atlas Ambiental interativo.

Além da metodologia de desenvolvimento, o *layout* foi reestruturado, com uma nova entrada e uma nova apresentação. O menu foi estruturado com a inclusão de novos itens e as figuras 3 a 6 mostram alguns tópicos. O novo *layout* do Atlas e respectivo conteúdo podem ser visualizados em <http://ceapla.rc.unesp.br/altas>.

Figura 3 – Mapa Geológico da Bacia do Rio Corumbataí



**Figura 4 – Item “Aves”, com destaque para a ave “Verão”,
selecionada pelo usuário**

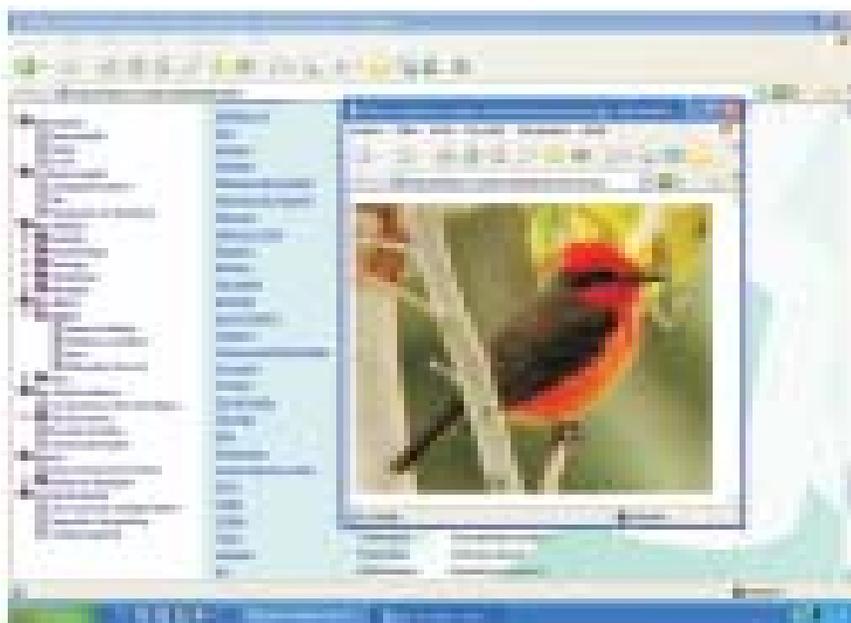


Figura 5 – Item “Recursos Turísticos”

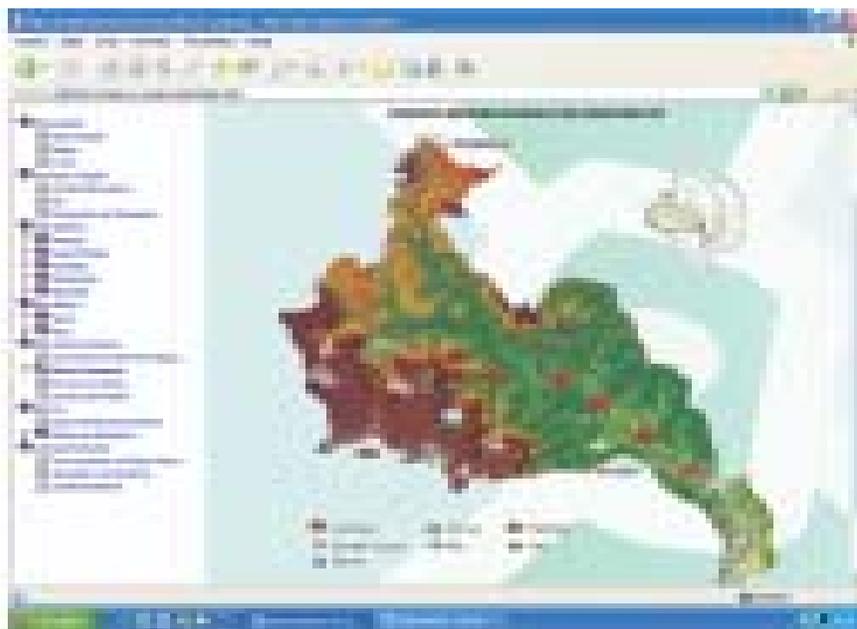
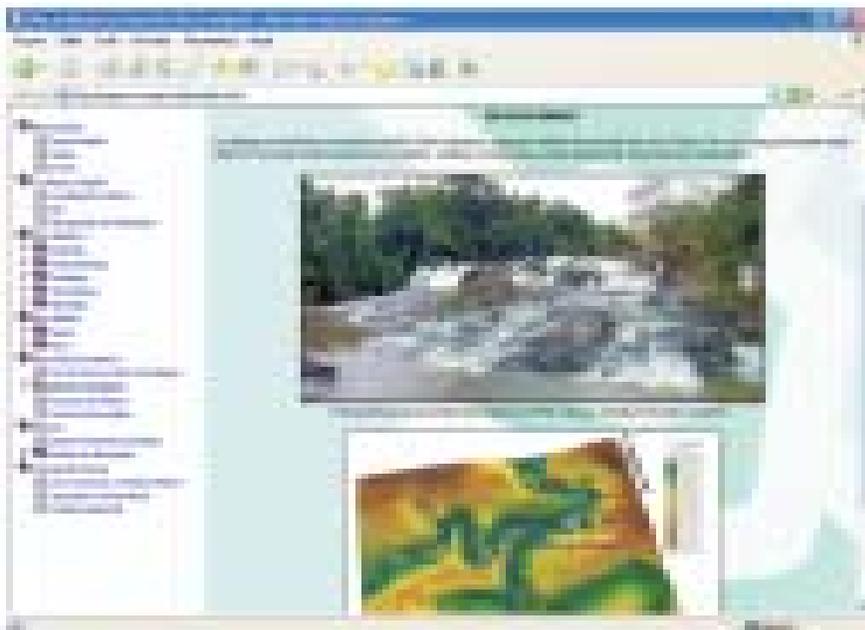


Figura 6 – Informações turísticas do Salto do Altarugio, contendo texto, foto e o Modelo Digital do Terreno



RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) O Conceito Utilizado

No estudo, os diferentes elementos da natureza são abordados segundo a abordagem sistêmica a qual não rejeita o processo analítico como ferramenta de trabalho, mas que permite reconhecer a identidade e as propriedades de cada um dos elementos em particular (BRANCO, 1989).

Na seleção e estruturação do conteúdo, materializado no menu, foi empregado o conceito da Avaliação Ambiental. Neste caso, a paisagem natural da superfície terrestre mantém-se segundo as trocas de energia e matéria entre seus diferentes componentes abióticos e bióticos, que interagem numa relação de interdependência (ROSS, 1995). A análise dos atributos da natureza pertence às diversas áreas do conhecimento, mas seu entendimento ocorre quando há integração no conjunto do sistema e são utilizadas técnicas de identificação e interpretação dos fenômenos da superfície terrestre, através de aspectos práticos de coleta e análise de dados (BERTAGNA, 1994)

b) Os Métodos e as Técnicas

Quanto aos métodos e técnicas, Kleiner; Meneguette (2002) e Delazari; Cintra (2002), fazem oportunas resenhas sobre assunto, evidenciando a atualidade do presente trabalho.

Pelas possibilidades do Atlas concluído, o mesmo deve ser enquadrado na categoria de Atlas Information System, segundo as colocações de Schneider (1999) e Koop (2004).

Em relação à utilização integral de programas de uso livre, como já comentado, não foi possível seguir efetivamente esta proposta visto que em muitos casos, tais programas não atendiam as especificações do Atlas, ou não apresentavam a compatibilidade desejada. Neste caso pode-se citar Miranda (2003), que se utilizou de um Servidor de Mapas freeware denominado ALOV Map com bons resultados, embora limitado ao número de layers dos mapas. A opção cliente/servidor necessitaria de um servidor de médio porte. Já Umn (2005), destaca as possibilidades do MapServer, um sistema freeware que pode ser usado numa plataforma Linux/Apache, mas que está ainda em fase de desenvolvimento.

A proposta de refazer o antigo Atlas, revelou o acerto na opção estrutural e de seleção do *software*. O novo Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí alcança, de acordo com os parâmetros de Crampton (2002), o mais alto grau de interatividade, já que promove interação em nível da Base de Dados, ou seja, a interação com diferentes layers de informação, variando o grau de detalhes mostrado na tela, de acordo com o contexto. Procurou-se ainda, organizar o processo cognitivo dentro do ambiente Atlas através de links, tentando relacionar causas e efeitos, dentro de uma visão sistêmica, conforme já colocaram (SLOCUM et al, 2001). No caso da Cartilha Ambiental, para estudantes do Ensino Fundamental (1ª a 4ª Séries), esta proposta foi explícita, não só no conteúdo da Cartilha, como no texto de instrução aos professores.

Ainda dentro da proposta de atendimento à comunidade, procurou-se dar ao Atlas as características de um portal de acesso a outras bases de dados, conforme já havia comentado Buckley (2003).

c) Validação do Atlas

Os testes de validação foram feitos em dois segmentos: a) Junto aos alunos do Campus e b) Junto a alunos do Ensino Fundamental e Médio; e em dois ambientes: a) Rede do Campus (Intranet) e b) Internet (Normal e Banda Larga). Os testes permitiram melhorar a navegabilidade do Atlas, acrescentando-se novos links entre conteúdos e entre servidores externos, tornando-o mais amigável.

Outro tipo de avaliação foi sobre o tempo de acesso a um tema que tenha gerado um arquivo de grande tamanho (vídeo, mapa ou fotografia). Ajustes foram feitos para diminuir o tamanho (ou compactando) do arquivo, diminuindo o tempo de acesso. No entanto, pelas características do conteúdo (textos e imagens, textos e gráficos, vídeos, etc) o acesso e visualização será sempre mais lento na Internet normal, não existindo problema para aqueles que utilizem a Internet com Banda Larga.

Como já evidenciado em artigos científicos sobre validação de produtos didáticos pela Internet (PECK; WALLACE, 1993; PREECE, 1994), idade e o nível da escolaridade foram as variáveis mais importantes na compreensão do conteúdo do Atlas.

CONCLUSÕES

- A proposta geral de atualizar o conteúdo do antigo Atlas Ambiental da Bacia do Rio Corumbataí foi plenamente satisfeita;
- A plataforma tecnológica estruturada neste projeto revelou-se moderna e confiável, permitindo melhor acesso, interatividade e autonomia aos usuários;
- Desenvolveu-se um módulo interativo para crianças, que poderá ser continuamente ampliado e melhorado. Um módulo sobre Educação Ambiental para o Ensino Fundamental também foi acrescentado;
- Foi realizado um *benchmarking* entre programas comerciais e de uso livre, selecionando-se os que se mostraram mais adequados aos objetivos do presente projeto;

- Embora existam outros atlas cartográficos no Brasil, este se diferencia pela complexidade do conteúdo e pela funcionalidade do sistema;
- A região passa por uma fase de intensa investigação, reflexo do dinamismo da economia regional e das preocupações da sociedade com o meio ambiente. Disto se deduz que, o conteúdo do Atlas precisará ser regularmente complementado.

REFERÊNCIAS

- ANDRIENKO, N.; ANDRIENKO, G.; VOSS, H. Testing the usability of interactive maps using Common GIS. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 29, n. 4, p. 325-343, 2002.
- MAC EACHREN, A.M.; TAYLOR, D.R.F. **Visualization in Modern Cartography**. Oxford: Elsevier, 1994. 368 p.
- BÄR, H.R.; SIEBER, R. Atlas of Switzerland – Multimedia Version: Concepts, functionality and interactive techniques. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ICA, 18., Stockholm, 1997. **Proceedings...** Stockholm: ICA, 1997. 141-149.
- BERTAGNA, S.M.A. Procedimentos de avaliação do terreno. **Geografia**, v. 19, n. 1, p. 179-180, 1994.
- BERTIN, J. **The semiology of graphics**. Madison: University of Wisconsin Press, 1983. 415 p.
- BERTOLOTTO, M.; EGENHOFER, M. Progressive transmission of vector map data over the WORLD WIDE WEB, **Geoinformática**, v. 5, n. 4, p. 345-373, 2001.
- BRANCO, S.M. **Ecossistêmica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 224 p.
- BUCKLEY, A. Atlas mapping in the 21st century. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 30, n. 2, p. 149-157, 2003.
- CARTWRIGHT, W.; CRAMPTON, J.; GARTNER, G.; MILLER, K.M. Geospatial information visualization user interfaces. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 28, n. 1, p. 45-69, 2001.
- CRAMPTON, J.W. Interactivity types in geographic visualization. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 29, n. 2, p. 85-99, 2002.
- DELAZARI, L.S.; CINTRA, J.P. Atlas eletrônico é um sistema de informações geográficas? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 1., Presidente Prudente, 2002. **Anais...** Presidente Prudente: FCT, 2002. 393-396.
- GARCIA, G.J.; ANTONELLO, S.L.; MAGALHÃES, M.G.M. **Desenvolvimento de ferramentas interativas para explorar base de dados geográfica**. Rio Claro: IGCE-UNESP, 2003. (Relatório Científico FAPESP – Proc. nº 00/11126-5).
- GARCIA, G.J.; ANTONELLO, S.L.; MAGALHÃES, M.G.M. Environmental atlas of the Corumbataí watershed. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ICA, 20., Beijing, 2001. **Proceedings...** Beijing: ICA, 2001. 816-823.
- HEARST, M.A. **Research in support of digital libraries at Xerox Parc. Part 1: The changing social roles of documents**. Disponível em: <http://www.dlib.org/dlib>. Acesso em: 04/09/2004.
- HU, S. Integrated multimedia approach to the utilization of an Everglades vegetation database. **Photog. Eng. and Remote Sensing**, Bethesda, v. 65, n. 2, p. 193-198, 1999.

IBGE. **Servidor de Mapas**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php#>. Acesso em: 08/04/2004.

KLEINER, R.M. ; MENEGUETTE, A.A.C. A tecnologia dos sistemas de informações geográficas (SIG) e a Internet. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA, 1., Presidente Prudente, 2002. **Anais...** Presidente Prudente: FCT, 2002. 357-364.

KOOP, O. **Developing Electronic Atlases: an Update**. Disponível em: <http://cartography.geog.uu.nl/research/eatlas1.html>. Acesso em: 20/11/2004.

KRAAK, M.J.; ORMELING, F.J. **Cartography: Visualization of Spatial Data**. London: Longman, 1998. 222 p.

KUHN, W. Paradigms of GIS Use. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING, 5., Charleston, 1992. **Proceedings...** Charleston: IGU, 1992. 91-103.

LIMP, W.F. **Mapping hits warp speed on the World Wide Web**. Disponível em: <http://www.geoplace.com/gw/1999>. Acesso em: 20/09/2005.

LOY, W.G. State atlas creation. **The American Cartographer**, Falls Church, v. 7, n. 2, p. 105-121, 1980.

MacEACHREN, A.M.; KRAAK, M. Research challenges in geovisualization. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2001.

MAGALHÃES, M.G.M. **Metodologia para Integração de Novas Tecnologias na Formação de Professores**. 2004. 148f. Tese (Doutorado em Ciências – Física Computacional) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

McKEE, L. **Web mapping guide: technology trends**. Disponível em: <http://www.geoplace.com.br/webmapping/technology.asp>. Acesso em: 18/11/2004.

MICROSOFT. **Atlas Mundial Encarta**. Washington: Microsoft, 2001. 2 CD.

MIRANDA, J.I.; SOUZA, K.X.S. Como publicar mapas na WEB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., Belo Horizonte, 2003. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. 349-355.

NIELSEN, J.; NORMAN, D. **Web site Usability: Get the right answers from testing**. Disponível em: <http://www.techweb.com/se/directlink.cgi>. Acesso em: 10/08/2004.

PECK, R.M.; WALLACE, C.M. Evaluating distance education courses: initiative, methodology and application. In: DISTANCE EDUCATION FUTURES BIENNIAL FORUM, 11., Adelaide, 1993. **Proceedings...** Adelaide: ASPESA, 1993. 64-70.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H.; CAREY, T. **Human-computer interaction: Concepts and Design**. Wokingham: Addison-Wesley, 1994. 816 p.

RICHARD, D. Development of an internet Atlas of Switzerland. **Computer and Geosciences**, Kingston, v. 26, n. 1, p. 45-50, 2000.

ROSS, J.L.S. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Depto. de Geografia FFLCH-USP**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 65-75, 1995.

SCHNEIDER, B. Integration of Analytical GIS - Functions in multimedia Atlas Information Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ICA, 19., Ottawa, 1999. **Proceedings...** Ottawa: ICA, 1999. 8-15.

SIEKIERKA, E. **Electronic atlases and cartographic multimedia products: from CD-ROM to Internet**. São Paulo: ICA/USP, 1996. 86 p.

SLOCUM, T.A.; BLOCK, C.; JIANG, B. Cognitive and usability issues in geovisualization. **Cartography and Geographic Information Science**, Gaithersburg, v. 28, n. 1, p. 61-84, 2001.

UMN - University of Minnesota. **MapServer**. Disponível em: <http://mapserver.gis.umn.edu>. Acesso em: 09/02/2004.

W3C. **Especificações do Consórcio World Wide Web**. Disponível em: <http://www3.org>. Acesso em: 20/10/2004.

Recebido em janeiro de 2007

Aceito em fevereiro de 2007