

ATLAS MULTIMÍDIA SOBRE MOVIMENTOS DE MASSA NA SERRA DO MAR PAULISTA - MUNICÍPIO DE CUBATÃO/SP

Multimedia Atlas on Landslides in Serra do Mar - City of Cubatão, Sao Paulo State, Brazil

Mirley Ribeiro Moreira¹
Paulina Setti Riedel²
Cristhiane da Silva Ramos³

Universidade Estadual Paulista - UNESP
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Avenida 24-A nº1515 – 13506-900 – Rio Claro/SP

¹mirleyrm@gmail.com

²psriedel@rc.unesp.br

³cristhiane.ramos@uol.com.br

RESUMO

Os movimentos de massa na Serra do Mar são alvos de muito interesse e estudo devido à alta incidência e aos conseqüentes impactos ambientais e econômicos. Portanto, reunir várias informações sobre movimentos de massa e disponibilizá-los como um produto de fácil aquisição e de navegabilidade para o conhecimento de alunos de graduação, é o desafio desse trabalho. Como área de aplicação, escolheu-se o município de Cubatão, pela significativa incidência de escorregamentos e pela importância da região no contexto nacional, frente a aspectos econômicos e ambientais. Desta forma, o objetivo principal é produzir um Atlas Multimídia sobre os processos de movimentos de massa, como contribuição ao ensino de graduação, nas áreas de Ciências da Terra e Engenharia e avaliar a aplicabilidade da linguagem SVG (*Scalable Vectorial Graphics*) na produção de mapas interativos. O Atlas interativo elaborado, voltado especificamente a escorregamentos, usando interfaces gráficas na linguagem SVG, mostrou que é possível a publicação de aplicações cartográficas interativas utilizando o SVG. Acredita-se que a utilização deste tipo de material como apoio ao ensino e aprendizado seja uma tendência crescente, impulsionada pelos avanços tecnológicos e pela forte inserção da informática em todos os setores de atividade.

Palavras chaves: Atlas multimídia, Movimentos de Massa, Serra do Mar, Cubatão, Gráficos Vetoriais Escaláveis.

ABSTRACT

Landslides of Serra do Mar are the subject of much interest and study due to its high incidence, and the consequent environmental and economic impacts. This paper describes a research project aiming at developing a multimedia atlas that would make information about this process more widely available and could be used as an education tool for undergraduate courses. The study area was the city of Cubatão, an area of significant incidence of landslides. Cubatão is also an important industrial hub in Sao Paulo State and historically it has suffered significant environmental degradation. Thus, the main goal was to produce a Multimedia Atlas about processes of mass movements, to contribute to the education of undergraduate students in Earth Sciences and Engineering areas and evaluate the applicability of the SVG (*Scalable Vectorial Graphics*) language in the production of interactive maps. The Interactive Atlas prepared, specifically to landslide, using graphical interfaces in the SVG language, showed that it is possible to publish interactive mapping applications using SVG. It was believed that the use of such material to support teaching and learning is a growing trend, driven by technological advances and the strong integration of computer science technology in all sectors of this activity.

Keywords: Atlas multimedia, Landslides, Serra do Mar, Cubatão, Scalable Vector Graphics.

1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas foram palco de inúmeras transformações, dentre elas a revolução digital. Essa realidade está provocando mudanças na comunicação, nos conteúdos e, principalmente, no processo de aprendizagem.

A passagem do conteúdo científico para a mídia eletrônica fez com que a linguagem visual fosse reavaliada visando o aprendizado virtual. As imagens exercem importante papel no processo de aprendizado, uma vez que as cores, formas e tamanhos a elas associados são absorvidos pelo sistema visual facilitando a compreensão e memorização.

A multimídia introduz a possibilidade de se trabalhar com imagens, fotos, desenhos, vídeos, animações, áudio, etc; tornando possível ao aluno a interação. Atualmente, trabalha-se com a questão da visualização cartográfica como um instrumento de análise, na qual o leitor, a partir da interatividade dos dados representados em forma de mapas, tabelas e gráficos, pode, por si só, formular hipóteses e chegar a um resultado.

O processo de comunicação visual interativa é de fundamental importância no processo da visualização e produção cartográfica. Os mapas que até então eram estáticos, com informações temáticas ou pontuais, tornaram-se dinâmicos com a interatividade, permitindo ao usuário realizar análises em diferentes graus de detalhamento, com a finalidade de entender e compreender os diferentes fenômenos a serem estudados.

Dentre vários produtos cartográficos, o Atlas é um dos que vêm se modificando diante dessa realidade. O seu modo de produção alterou-se com o passar dos tempos e o papel, que era o principal meio para a divulgação de informações, passou a ser secundário e a rede *web* tornou-se uma disponibilizadora de mapas, hoje vistos como objetos de navegação interativa.

O mapa sempre foi um meio de navegação, respondendo com clareza a pergunta “onde”, mas atualmente, na era da informação eles precisam responder outras questões como: “por que”, “por quem” e “para que finalidade”. Precisam também transmitir ao usuário a compreensão de uma variedade mais ampla de temas do que era necessário anteriormente (TAYLOR, 1994).

A era da informação transformou a finalidade da produção de mapas; assim, o que antigamente era apenas comunicação de resultados, hoje em dia se divide em três processos: o da comunicação, o da exploração e o da análise.

O Atlas, atualmente, não é somente um conjunto de mapas e sim um conjunto de conceitos que, freqüentemente, eram restritos ao domínio privado ou à área científica. Hoje, no Brasil, ainda de maneira lenta, alguns Atlas começam a despontar na Internet, desde o Atlas de Anatomia Vegetal (KRAUS e PISANESCHI, 2006), Atlas Digital de Histologia (LEAL, 2005), Atlas de Hematologia em CD-ROM (FARGA, 2006) até

chegar ao mais tradicional, trabalhado na disciplina de Geografia no ensino tradicional, o Atlas Geográfico Escolar (IBGE, 2005).

Entretanto, com relação aos Atlas digitais direcionados ao estudo de impactos ambientais, dentre eles os movimentos de massa, não existem ainda produtos disponíveis para consulta. Segundo Guidicini e Nieble (1983), o tema escorregamentos apresenta uma grande dificuldade de análise e síntese, devido à complexidade dos processos envolvidos e à multiplicidade de ambiente de ocorrência. A produção de um Atlas sobre o assunto pode contribuir para a melhor compreensão dos processos, por parte de alunos de graduação, nas áreas de Ciências da Terra e Engenharia, que são áreas diretamente envolvidas com esta temática, seja na compreensão dos condicionantes do processo, seja na busca de soluções para as suas conseqüências, por possibilitar um fácil acesso a informações, a partir de figuras, desenhos, mapas e demais dados.

Frente ao exposto, este trabalho tem como objetivo principal produzir um Atlas Multimídia sobre os processos de movimentos de massa, como contribuição ao ensino de graduação, nas áreas de Ciências da Terra e Engenharia. Como objetivo específico, pretende-se também avaliar a aplicabilidade e utilização da linguagem SVG ou *Scalable Vectorial Graphics* na produção de mapas interativos.

1.1 Movimentos de Massa

Os movimentos gravitacionais de massa envolvem o deslocamento de rochas e/ou solo ao longo das vertentes e têm sido objeto de estudo em todo o mundo, não só pela sua importância como agentes da evolução do relevo, mas também em função de suas implicações, principalmente sociais e econômicas (GUIDICINI e NIEBLE, 1976).

Os movimentos de massa mais atuantes na dinâmica superficial da Serra do Mar são: rastejo corridas de massa, queda de blocos, escorregamentos e movimentos complexos de massas. Com base em Guidicini e Nieble (1983), Suertegaray (2003), Fernandes e Amaral (2004) e Guerra e Guerra (2005), serão abordados, a seguir, esses movimentos de forma mais detalhada.

1) Rastejo (*Creep / Soil Creep*): caracterizado por movimentos lentos e contínuos de material nas encostas (solo ou rocha), não apresentando um plano de movimentação bem definido. O rastejo é ocasionado pelo movimento de expansão (solo ressecado) e contração (solo úmido) das partículas no solo, devido às variações de temperatura e umidade. A partícula do solo, quando em expansão, eleva-se em direção à perpendicularidade da superfície, enquanto que, em contração, move-se para baixo, no sentido vertical. Árvores com seus troncos inclinados, postes e cercas constituem indicativos desse processo.

2) Corridas de massa (*Flows*): são movimentos rápidos, nos quais os materiais se comportam como

fluidos altamente viscosos. As corridas são geralmente provocadas por encharcamento do solo por pesadas chuvas ou longos períodos de chuva de menor intensidade. Na Serra do Mar, segundo Santos (2004), tais corridas constituem os movimentos de massa de maior poder destrutivo; comportam-se como verdadeiras avalanches de solo, água e blocos de rocha que correm ao longo dos talwegues de vales.

3) Queda de Blocos (*Rockfall*): é definida por uma ação de queda livre, em que os blocos caem devido à ação da gravidade, estando ausente a superfície de movimentação. Tais quedas ocorrem em encostas íngremes de paredões rochosos e contribuem decisivamente para a formação dos depósitos de tálus. Tal ocorrência é favorecida pela presença de descontinuidades na rocha, como fraturas e bandamentos composicionais, assim como pelo avanço dos processos de intemperismo físico e químico.

4) Escorregamentos (*slides/landslides*): são movimentos rápidos de curta duração, detonados geralmente por intensas precipitações pluviométricas e intensificados devido à gravidade em estruturas inclinadas. Possuem um plano de ruptura bem definido, permitindo a distinção entre o material deslizado e aquele não-movimentado. Os escorregamentos constituem o processo mais comum na evolução das encostas da Serra do Mar (AUGUSTO FILHO e CERRI, 1988).

Os escorregamentos podem movimentar solo, solo e rocha ou apenas rocha e possuem a geometria circular, planar ou em cunha. Os escorregamentos classificam-se segundo à forma do plano de ruptura em translacionais, que são rasos, e rotacionais, mais profundos.

1.2 A identificação de cicatrizes de escorregamento nas imagens orbitais

Segundo Brunsden (1993), Mantovani et al. (1996), Walsh e Butler (1997) e Zinck et al. (2001), o sensoriamento remoto (SR), através das imagens orbitais, possui grande potencial para detecção e monitoramento de escorregamentos. McKean et al. (1991) afirmam que os dados obtidos por SR também podem ser usados para avaliar as conseqüências diretas dos escorregamentos através da identificação e mensuração da área de abrangência do fenômeno. Além da identificação da cicatrizes, o sensoriamento remoto também pode contribuir, de forma significativa, no mapeamento dos condicionantes do processo, que são a cobertura vegetal, o uso da terra, a forma das vertentes, o tipo de relevo, etc.

A baixa resolução espacial dos antigos satélites dificultava a extração e identificação das cicatrizes de escorregamento e, apesar da melhoria significativa de resolução das atuais imagens, as fotografias aéreas são ainda o produto mais utilizado para esta finalidade.

Segundo Mantovani et al. (1996), a escala adequada para o reconhecimento do tipo e as causas dos escorregamentos deve ser igual ou maior que 1:25.000. Brunsden (1993) também apresenta uma similar relação

pixel-cicatriz. O autor comenta que para uma resolução espacial 20 x 20 m, como a existente nas bandas multiespectrais do SPOT, seriam necessários 9 pixels para que uma cicatriz pudesse ser diferenciada dos demais alvos presentes na cena.

Com relação aos novos sensores, tem-se atualmente uma resolução de 2,5m na banda pancromática do SPOT, o que possibilita a identificação de cicatrizes de 25m, em situação de alto contraste. Analisando-se os produtos IKONOS, com 1,0 m de resolução na banda pancromática, seria possível a identificação de feições da ordem de 10m, também em condições de alto contraste.

Mantovani et al. (1996) mencionam que esta relação pode ser comprometida se não existir um alto contraste entre as cicatrizes e os outros alvos ao redor da mesma. As técnicas de processamento digital podem melhorar ainda mais a capacidade de reconhecimento destas feições, aumentando o contraste entre a resposta espectral das cicatrizes em relação aos seus arredores.

1.3 A tecnologia digital e a Cartografia

Chen (1999) avalia que a última década do século XX foi marcada por mudanças tecnológicas nos três principais ramos das tecnologias de informação: a informática, as comunicações e os conteúdos. Ele considera que o surgimento dos computadores pessoais, das redes mundiais de transmissão, do disco ótico e outros meios de armazenamento em massa, da tecnologia de vídeo interativo, das técnicas de tratamento de imagens, das tecnologias de computação gráfica possibilitaram o crescimento de grandes bases de dados públicos e privados.

De certa forma independentes durante os primeiros anos, os três grandes ramos estão cada vez mais integrados, cujo alcance e impacto são quase mundiais, levando a crer que esta evolução vai continuar em um ritmo cada vez mais veloz (CHEN, 1999).

A tecnologia computacional mudou e aperfeiçoou o ramo da cartografia, os computadores agora são utilizados para coletar dados, para produzir e divulgar os mapas, seja na forma de papel ou de uma consulta a partir da *Web*.

Por volta de 1995, pesquisas relacionadas à produção de mapas e à internet tornaram-se importantes, devido à forte associação com o desenvolvimento da *World Wide Web* (WWW). A WWW passou a ser um meio importante para apresentar e disseminar dados espaciais e por constituir uma plataforma virtual independente, incomparável em freqüência de atualização. Além disso, e mais particularmente em relação a mapas, permite uma disseminação dinâmica e interativa de dados geoespaciais, oferecendo novas técnicas de mapeamento e possibilidades de uso não vistas antes com mapas tradicionais impressos, como a interação da multimídia (KRAAK; 2001b).

Para Peterson (2003), a internet tem o potencial para melhorar a qualidade do mapa como uma forma de

comunicação, mudando as representações mentais que as pessoas têm do mundo e de como as pessoas mentalmente processam idéias sobre relações espaciais. Outro fator considerável a ser analisado é que a presença da multimídia conduziu os mapas a formas mais interativas, os mapas podem ser associados a gráficos, som, texto, imagens móveis, havendo também o aumento da disponibilidade de animações no uso do mapa.

Os mapas mais comumente encontrados na WWW são aqueles de visão estática, escaneados de produtos originais e colocados sob a forma de *bitmaps*. Devido a esse procedimento, muitos desses produtos cartográficos não possuem uma adequada legibilidade, principalmente devido à densidade de informação, o que muitas vezes confunde o usuário na sua leitura.

Kraak (2001a) alerta que os mapas estáticos podem também ser interativos, daí serem chamados de mapas “cliqueáveis”. O mapa pode funcionar como uma interface a outras informações na página da *Web*. Interatividade pode também ser um meio que o usuário possui, a opção de “*zoom*” e “*pan*” são ferramentas que permitem ao usuário visualizar os objetos de forma ampliada e reduzida. Existe a habilitação ou desabilitação das diferentes camadas presentes no mapa, a fim de que o usuário possa trabalhar somente informações do seu interesse. Há também a possibilidade de escolher a simbologia e as cores para cada mapa, dessa forma, um Web mapa com fundo interativo permite ao usuário clicar sobre objetos cartográficos, direcionando-os a dados quantitativos e qualitativos.

A internet tem mudado o processo de mapeamento e o uso de mapas. O novo meio já conduziu a formas mais interativas de mapeamento e aumentou a disponibilidade de animações em mapa. A cartografia multimídia pretende comunicar melhor a imagem e mostrar uma realidade mais verdadeira, que pode ser descrita pelo próprio mapa, criando para o usuário um ambiente de uso mais conducente, podendo atrair pessoas que normalmente não usam mapas de papel (PETERSON, 2003).

1.4 A Internet, o mundo digital e a educação

Para Andrade (2003), as tecnologias digitais delineiam uma nova etapa nas relações de produção, na gestão social do conhecimento e no fluxo de informações da história da humanidade. Na verdade, vive-se, hoje, numa sociedade do conhecimento que está vinculada a uma sociedade tecnológica capaz de modificar as práticas educacionais. Uma nova educação está sendo apresentada, devido aos avanços científicos, tecnológicos e ambientais, com novas formas convivência, aprendizagem e conhecimento que se estabeleceram com recursos de mídias, chats, orkut, correio eletrônico, dentre outros.

Muitas entidades de ensino ainda estabelecem o estilo da aula convencional, em que o professor fala mais do que o aluno e o tempo é usado de acordo com os interesses do mestre. A educação brasileira não foge

muito aos padrões normais de ensino, mas vem mudando com o passar dos anos, pois muitos docentes se adequaram às necessidades do mercado, que passou a exigir um profissional crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, de trabalhar em grupo e de se conhecer como indivíduo, resolver problemas e a responder às mudanças contínuas (LUCENA e FUCKS, 2000; MERCADO, 2002).

A educação via internet compatibiliza-se com o conhecimento tecnológico que o Brasil e o mundo experimentam no momento atual que é o de representar e processar qualquer tipo de informação de uma única forma: a digital. Esse processo pode acontecer através do oferecimento de uma educação com materiais de ensino dirigidos à Internet, como apoio aos cursos presenciais (MISKULIN et al. 2005) ou, principalmente, como interessante ferramenta nos cursos à distância.

Os softwares educacionais permitem associar a forma didática tradicional com o envolvimento ativo do aluno, num ensino envolvente e motivador, podendo ativar sua participação dentro da sala de aula. A inibição que acompanha muitos alunos se perde no ato corporativo da turma. Eles têm a liberdade de aprender juntos, e conseguem soltar-se, desenvolvendo seu talento e habilidades.

Segundo Melo e Antunes (2002), os softwares educativos são programas especificamente concebidos para o ensino-aprendizagem, sendo muitas vezes considerados como a chave que poderá abrir a porta ao uso bem sucedido dos computadores nas escolas. Todavia, a prática tem demonstrado que isso não é verdade. As melhores formas de utilização das novas tecnologias da informação e da comunicação são aquelas que encorajam os alunos a terem hábitos de pesquisa, sistematização da informação, que favorecem e possibilitam explorações enriquecedoras na aprendizagem.

Na opinião de Marques e Caetano (2002), o perfil do professor poderá sofrer modificações ao aproveitar a potencialidade dos recursos digitais e da Internet, diversificando suas práticas pedagógicas. Baseiam-se os autores no consenso da facilidade de acesso aos conhecimentos mais atuais e na troca de informações entre os educadores e interessados no processo.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O município de Cubatão, localizado no Estado de São Paulo, limita-se ao norte com o município de Santo André e São Bernardo; ao sul e a leste com o município de Santos e a oeste com o município de São Vicente.

As vias de acesso das rodovias estaduais são: a SP-160 (Rod. Dos Imigrantes), SP-150 (Rod. Anchieta), SP-059 (Via Interligação da Baixada Santista), SP-148 (Caminho do Mar), SP- 55 (Padre Manoel da Nóbrega) e SP- 140 (Cônego Domenico Rangoni). A área assume um caráter estratégico devido ao transporte de bens de

importação e exportação do porto de Santos, o maior porto exportador e importador do país.

A área de estudo está localizada entre as longitudes W46° 37' a W 46° 16' e latitudes S 23° 58' a S 23° 42', abrangendo considerável porção serrana.

A área apresenta três dutovias que transportam cerca de 24 milhões de toneladas de petróleo, representando aproximadamente metade da importação nacional.

3. MÉTODOS

3.1 Metodologia

A metodologia foi subdividida em etapas, para um melhor desenvolvimento do trabalho, conforme segue:

1. Consulta a docentes da área de Ciências da Terra, sobre o interesse na utilização de material didático multimídia como apoio ensino e aprendizado

Foi aplicado um questionário a docentes dos cursos de Geografia e Geologia (quando existente), na área de Ciências da Terra. Perguntou-se sobre a existência do tópico de movimentos de massa nos conteúdos programáticos na disciplina de geomorfologia e sobre o interesse na utilização de um CD educacional sobre movimentos de massa, na forma de um ATLAS, como apoio ao ensino e aprendizado.

2. Análise dos resultados das consultas

Foram analisados 60 questionários de alunos de graduação e somente cinco questionários de docentes. Os resultados obtidos pelos alunos da graduação foram tabulados, com a utilização do software Excel e representados na forma de diagramas de barras. As respostas dos docentes foram analisadas e colocadas como citação no decorrer do texto.

3. Seleção da área de estudo

A área selecionada para exemplificar o caso de movimentos de massa foi o município de Cubatão, localizado na Serra do Mar paulista. Trata-se de área com altas declividades, sujeita a índices elevados de pluviosidade e marcada pelo seu histórico de movimentos de massa, principalmente escorregamentos translacionais rasos e corridas de lama, durante períodos chuvosos de verão.

4. Revisão Bibliográfica

Foram levantados materiais sobre o município de Cubatão, seu histórico de ocupação e desenvolvimento, sobre os movimentos de massa, seus condicionantes, suas conseqüências e ações da defesa civil. Também foram utilizados livros e projetos relacionados à importância dos produtos de sensoriamento remoto na detecção de escorregamentos na Serra do Mar.

5. Aquisição e análise dos produtos existentes

Nesta fase, houve o levantamento de dados pré-existent sobre o tema de escorregamentos e sobre o município de Cubatão, principalmente em projetos, teses e dissertação e de alunos, complementado por buscas na internet.

6. Projeto da estrutura do Atlas

Segundo Ramos (2001), no momento em que se busca elaborar um sistema multimídia, algumas questões devem ser levadas em consideração. Entre elas:

6.1 - Público-alvo da aplicação

Numa primeira instância, o material tem com público alvo alunos de cursos de graduação em Ciências da Terra, o que não impede que o material seja também utilizado por alunos do ensino médio, em instituições que busquem uma melhor formação a seus alunos. Acredita-se que este material pode ser alvo de interesse principalmente em escolas dentro de municípios que vivam a realidade de escorregamentos.

6.2 - Definição do conteúdo

Movimentos de Massa (✓Definição ✓Tipos de Movimentos)

Procurou-se abordar o assunto sobre os movimentos de massa buscando primeiramente a sua definição, associado a um conjunto de ilustrações e informações, sobre diferentes tipos de movimentos de massa ocorridos no Brasil. Já numa segunda parte buscou-se definir os principais movimentos atuantes, que se distinguiram em: rastejo, escorregamento, queda de blocos, corridas de massa e movimentos complexos de massa.

Fatores Condicionantes (✓Geológico ✓Geomorfológico ✓Cobertura Vegetal ✓Antrópico ✓Fator Deflagrador)

Para qualquer diagnóstico é indispensável o conhecimento dos condicionantes envolvidos no desencadeamento dos movimentos de Massa. Desta forma procurou-se mostrar os fatores do meio físico e sua influência no processo de deflagração de deslizamentos nas encostas.

Serra do Mar (✓Sua Evolução ✓Sua paisagem)

Deve-se entender que a Serra do Mar é uma escarpa que apresenta um processo geológico de evolução de milhões de anos, portanto o seu estudo é de grande importância para o entendimento de suas formas atuais de relevo.

Estudo de caso: Cubatão (✓Localização ✓Povoamento ✓Industrialização ✓Meio ambiente ✓Caracterização Fisiográfica)

Buscou-se estabelecer um resgate histórico sobre o povoamento, a industrialização e o meio ambiente do local escolhido para o trabalho. Foram coletados dados referentes a todas as épocas, que imagens, textos, vídeos

tornaram presentes. Na caracterização fisiográfica procurou-se mostrar os aspectos sobre a geomorfologia, geologia regional e estrutural, solos, clima e vegetação de forma concisa, para que os leitores conhecessem a área em estudo.

Sensoriamento Remoto (✓Definição ✓Sensores remotos orbitais ✓Imagens de satélite ✓Fotografia aérea ✓Processamento Digital de Imagens ✓Fotointerpretação)

Considerando a importância da utilização dos produtos de sensoriamento remoto no monitoramento dos movimentos de massa, procurou-se abordar a definição de sensoriamento, bem como a utilização de seus produtos na identificação e monitoramento destes processos nas encostas da Serra do Mar, seja na localização das cicatrizes, seja no estudo dos fatores condicionantes.

Planos Preventivos (✓Prevenção de Riscos ✓Defesa civil)

A partir dos planos preventivos, buscou-se relatar a importância das ações assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres decorrentes dos movimentos de massa ao longo das encostas.

6.3 - Mídias a serem utilizadas

A aplicação cartográfica desenvolvida no decorrer desta pesquisa integrou textos, desenhos, mapas e animações, na forma de CD-ROM.

6.4 - Meio de distribuição

O meio de distribuição será inicialmente por CD-ROM, acompanhado por um texto explicativo, com alguns detalhes sobre a linguagem utilizada.

Baseado nestas premissas, que envolvem um material simples, a ser utilizado por alunos de graduação e, secundariamente, por alunos do ensino médio, voltado ao estudo dos movimentos de massa na região de Cubatão, elaborou-se a estrutura do Atlas.

No projeto de estrutura, procurou-se enfatizar três grandes frentes de informação:

1 – Os movimentos de massa, com a definição dos movimentos de massa de uma forma ampla, abordando todos os tipos de movimentos, direcionando o aluno ao estudo dos escorregamentos como um dos tipos de movimentos de massa, seguido pelos fatores condicionantes dos escorregamentos, considerando-se em detalhe cada um deles e os planos preventivos desenvolvidos pela Defesa Civil;

2- o município de Cubatão, com seu histórico de ocupação, que culminou com a implantação de um Pólo Petroquímico na região;

3- o sensoriamento remoto para o estudo dos movimentos de massa na Serra do Mar.

Após várias tentativas, buscou-se uma estrutura que enfocasse do geral para o particular, onde inicialmente fossem abordados os movimentos de

massa, de uma forma ampla, depois os escorregamentos e em seguida fosse apresentada a situação da Serra do Mar. Na sequência, detalhou-se a área de Cubatão, dentro do contexto da Serra do Mar. Como complemento a estes dados, pensou-se em instrumentos que auxiliassem no monitoramento do processo de escorregamentos, o que conduziu à utilização de produtos de sensoriamento remoto. Por último, pensou-se nos planos preventivos operados pela Defesa Civil, que são trabalhos realizados principalmente em campo.

7. Estudo da linguagem SVG e aplicação dos códigos SVG para o tema proposto: Escorregamentos na Serra do Mar

Um dos pressupostos adotados nesta pesquisa, foi o da adoção de tecnologias abertas (open source) que amplia o universo de possibilidades de utilização. A linguagem SVG (*Scalable Vector Graphics*) foi a tecnologia escolhida para o desenvolvimento dos elementos multimídia da aplicação.

A utilização da linguagem SVG deve-se ao fato desta ser um formato gráfico baseado em XML para descrever gráficos em formatos vetoriais em duas dimensões, visando principalmente a publicação na Web. Segundo Neumann e Winter (2001), o SVG permite três tipos de objetos gráficos: 1) formas gráficas vetoriais (apresentação de linhas, retas e curvas), 2) imagens e 3) textos. Segundo W3C (*World Wide Web Consortium*) “esse formato pode ser interativo e dinâmico”, o que faz da SVG uma linguagem adequada para a publicação de aplicações cartográficas interativas na Web

8. Elaboração do CD educacional

Com base no material coletado e no estudo da linguagem SVG, foi desenvolvido o CD educacional proposto, buscando sempre a interatividade e uma maior visualização gráfica.

4. RESULTADOS E ANÁLISE

4.1 Elaboração do Atlas interativo, voltado ao estudo de movimentos de massa.

A construção do Atlas Digital se subdividiu no trabalho da compreensão da linguagem SVG, e na busca de códigos, sua adaptação e posterior aplicação para a confecção das páginas com os específicos temas.

O primeiro passo dado foi a elaboração do menu de navegação localizado no topo da página. No projeto inicial, procurou-se adotar como foco principal os movimentos de massa e secundariamente o município de Cubatão como a área exemplificadora dos movimentos de massa na Serra do Mar. Portanto, a barra de menu de navegação se dividiu em 6 partes, reorganizadas com uma nova sequência e itemização, segundo a estrutura final concebida, ilustrada na Figura 1.



Figura 1 - Estrutura adotada para o Atlas.

Na apresentação dos mapas a interface utilizada está focada em quatro elementos: o primeiro é o mapa original, exportado como um arquivo vetorial em SVG. O segundo é uma legenda interativa, localizada no canto superior direito da página, que permite ao usuário deixar as informações visíveis ou invisíveis. Esse procedimento controla a apresentação das diferentes categorias existentes no mapa, o usuário pode nomear uma ou todas as camadas para serem visualizadas ao mesmo tempo. Geralmente o usuário clica com o botão esquerdo do mouse sobre os retângulos da legenda, habilitando-as ou desabilitando-as (Figura 2).

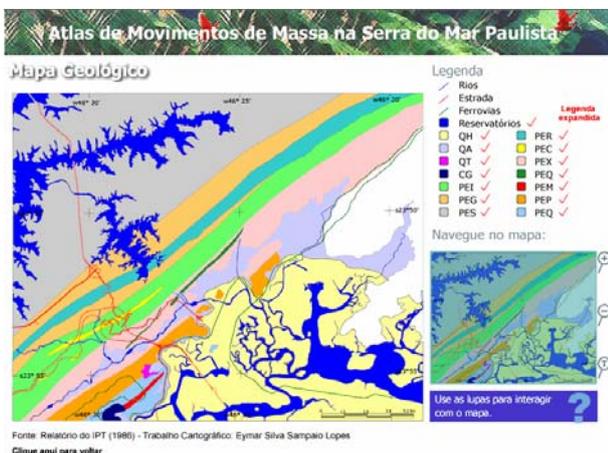


Figura 2 - Mapa geológico do Atlas de Movimentos de massa na Serra do Mar.

Outra interface trabalhada foi o da arquitetura de informações hierárquica. Esse modelo de interface sugeriu a produção de um modelo onde vários tópicos relacionados a uma mesma informação fossem abordados num mesmo espaço. Como se trabalhou com diversos tipos de movimentos de massas, foi necessário que todos os tipos fossem colocados em uma mesma página, para que houvesse uma correlação. Portanto, ao se clicar em determinado termo, a tela principal é substituída por uma segunda caixa de texto, referente à explicação sobre o termo selecionado (Figura 3 e 4).



Figura 3 - Interface hierárquica entre as telas – Quais são os tipos de movimentos de massa?



Figura 4 - Interface hierárquica entre as telas – Processamento Digital de Imagens.

Uma interatividade muito trabalhada foi por tópicos clicáveis, ao clicar sobre uma figura ou texto as informações relacionadas a esse tópico são exibidas com informações mais detalhadas. Esse modelo funcional é muito utilizado quando não há espaço para uma grande quantidade de informações numa mesma página (Figura 5).



Figura 5 – A palavra ao ser clicada muda de cor e, conseqüentemente, o texto referente ao tópico aparece.

Um código muito utilizado foi o da linha temporal, que gira da direita para a esquerda, no momento em que o usuário clica nas setas de navegação localizadas à direita da tela. O usuário tem a opção de avançar e retroceder as informações de acordo com seu interesse.

Essa interface da linha cronológica possibilitou que o usuário interagisse com a página, pois no momento que clica nas setas de navegação, consegue visualizar todas as imagens e textos ali relacionados.

No Atlas de Movimentos de Massa na Serra do Mar Paulista procurou-se explorar essa interface com imagens, a fim de se obter uma maior quantidade bem como sua distribuição horizontal numa mesma página (Figura 6 e 7).



Figura 6 - Interface interativa sobre fatores antrópicos adotada no Atlas de Movimentos de Massa.



Figura 7 - Interface interativa adotada no condicionante geomorfológico para Movimentos de Massa.

Quando se trabalhou com a localização de Cubatão, foram utilizadas somente três interfaces, baseadas em um modelo linear de apresentações. O usuário para navegar nas telas é convidado a clicar em setas de navegação localizadas no canto inferior da página ou ficar atento às pistas fornecidas no decorrer da leitura. Foi utilizado uma lupa, ferramenta essa, que produz o aumento da imagem, fazendo com que o aluno se interaja com a página (Figura 8).



Figura 8 - Interface interativa adotada no Atlas de Movimentos de Massa.

Esta pesquisa sempre buscou a adaptação dos códigos para a apresentação e representação das informações. A interatividade entre o usuário e a informação contida na página sempre foi priorizada. Não existiu um consenso de estilos gráficos, ou seja, uma padronização de interfaces. Buscou-se apenas priorizar a qualidade visual do conteúdo, bem como a aplicação de modelos diferenciados numa mesma página.

Sempre no momento da finalização de cada interface, uma última leitura era realizada, nesse processo buscava-se pontos a serem aperfeiçoados e ajustados, de acordo com a necessidade do usuário, sempre pensando que este será um aluno de graduação ou mesmo um aluno do ensino médio.

4.2 Avaliação dos questionários dos docentes

Mediante a avaliação dos questionários respondidos por professores de diferentes universidades, na área de Ciências da Terra, pode-se constatar que o tema de escorregamentos é abordado no conteúdo programático de disciplinas que envolvem o estudo da dinâmica das vertentes, de dobramentos modernos e morfologias climáticas quentes e úmidas, de processos morfogenéticos exógenos e no estudo de casos sobre ocupação de encostas em áreas de risco.

O conteúdo geralmente é ministrado em apenas um semestre e os recursos pedagógicos mais comuns são as fotografias aéreas e imagens de satélite. Alguns professores admitiram já ter utilizado CDs educativos em suas aulas, e ressaltaram que achariam muito interessante a construção de um Atlas sobre o tema de movimentos de massa. Porém, algumas considerações foram feitas sobre a produção de um Atlas que abordasse escorregamentos, aqui reproduzidas na íntegra:

“Todas as ciências ligadas à natureza devem procurar novas técnicas e métodos para o melhor aprendizado. São disciplinas que trabalham muito com o aspecto visual. É impossível trabalhar com escorregamentos sem

mostrar desenhos esquemáticos, simulações e muitas fotos reais.”

“Acho válidas todas as formas de transmitir e facilitar o acesso ao conhecimento, tanto para alunos quanto para qualquer tipo de pesquisador que se interessem pela aquisição de conhecimentos diferenciados.”

“deve-se ter o cuidado de embasar cientificamente o trabalho, fato pouco comum neste tipo de mídia. Além disso, registrar as fontes de informação de forma detalhada, respeitando autorias e viabilizando o julgamento desse instrumento em termos científicos.”

As respostas dadas pelos docentes mostraram o interesse no desenvolvimento do material focado em movimentos de massa, mas também a preocupação com a sua qualidade e com o embasamento científico para que este material possa ser incorporado às suas disciplinas.

Um projeto de CD educacional somente faz sentido se houver um mercado consumidor, e nesse campo o professor é o maior responsável, pois é a partir dele que os alunos entram em contato com a maioria de bibliografias oferecidas no decorrer de uma exposição teórica em sala de aula. Para que haja real aproveitamento desse mundo novo que a *Web* oferece, é necessário que o corpo docente dedique tempo para preparar seus cursos e muito esforço para se manter atualizado com as novas tecnologias. E é a partir dessa realidade que se espera que professores, divulguem a tecnologia de CDs educacionais e que futuramente estes façam parte de seus recursos didáticos.

5. CONCLUSÃO

O Atlas produzido, sobre movimentos de massa, mostrou que é possível a publicação de aplicações cartográficas interativas utilizando o SVG.

Uma das vantagens do uso do SVG sobre tecnologias mais recentes, como: *Google Earth*, *Virtual Earth*, *Google Maps API*, é que o usuário não precisa estar conectado a internet para ter acesso às informações do Atlas, pois ele pode ser distribuído em CD-ROM. Outra vantagem dessa linguagem é que a aplicação em SVG não é controlada por uma grande corporação (como *Google* e *Microsoft*). Tem-se o total domínio e controle do conteúdo do seu Atlas, sem interferências de propagandas que estas empresas divulgam.

O material desenvolvido, que teve como público alvo alunos de graduação e, secundariamente, alunos do ensino médio, pode ser utilizado também para o desenvolvimento de material didático voltado ao público do ensino fundamental, desde que seja simplificado, de forma a ser adaptado a este público. Para o público mais jovem, a interatividade e a animação devem predominar e os textos devem ser bastante reduzidos. A utilização deste material no

ensino fundamental pode ser interessante, principalmente no caso de escolas localizadas em municípios sujeitos a riscos de escorregamentos.

O material foi desenvolvido com foco voltado ao apoio ao docente e aluno em sala de aula, supondo cursos presenciais, mas o mesmo pode ser também utilizado em cursos à distância, estando de acordo com a política governamental, a partir do programa de inclusão digital.

Seria também interessante, para os dois casos, a inserção de questões, sejam questões abertas ou na forma de teste, através das quais o aluno poderia avaliar sua compreensão sobre o assunto abordado no CD.

O Atlas, que foi produzido sobre movimentos de massa, pela facilidade na obtenção de material sobre o tema, pode ser ampliado para outros processos do meio físico, envolvendo, por exemplo, inundações, subsidências, erosões lineares e assoreamentos.

Acredita-se que a utilização deste tipo de material como apoio ao ensino e aprendizado seja uma tendência crescente, impulsionada pelos avanços tecnológicos e pela forte inserção da informática em todos os setores de atividade. Inseridos neste contexto, os atuais alunos, desde muito cedo, vivem a informática nos seus cotidianos e a inserção destes recursos em sala de aula torna os cursos mais atrativos para este público.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido, a Darlene de Cássia Armbrust, pelo apoio técnico na editoração e a Mariliana A. F. A. Penteado pela revisão e correção ortográfica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. F. de, Aprender por projetos, formar educadores. Capítulo 4, In: VALENTE, J. A. (Org.) **Formação de educadores para o uso da informática na escola**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2003, 203 pg.

AUGUSTO FILHO, O. e CERRI L. E. S. **Programa Serra do Mar: Carta Geotécnica da Serra do Mar nas folhas de Santos e Riacho Grande**, IPT, 20 de outubro de 1988 – ELETROPAULO E SCT, DMGA, E-333/88, Relatório nº. 26, 48pg.

BRUNSDEN, D. Mass movement; the research frontier and beyond: a geomorphological approach. **Geomorphology**, v. 7, p. 85-128, 1993.

CHEN C. C., As tecnologias multimídia. Capítulo 2, pg. 26 – 47. In: **A informação: tendências para o novo milênio** – Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 1999, 211pg.

- DANIEL, J. **Educação e tecnologia num mundo globalizado**. Brasília: UNESCO, 2003, 216 pg.
- FARGA, J. C., **Atlas de Hematologia** em CD-ROM. www.cybercell.com.mx/. Acesso em 2006.
- FERNANDES, N. F. e AMARAL, C. P. do, Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5ª ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, 372 pg.
- GUERRA, A. T. e GUERRA, A. J. T.; **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 4ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 648 pg.
- GUIDICINI, G. e NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo, Edgard Blucher, 1983, 194 pg.
- GUIDICINI, G. e IWASA, O. Y., **Ensaio de Correlação entre Pluviosidade e Escorregamento em Meio Tropical**. Publicação IPT/São Paulo, nº. 1080, 1976; pp.48
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, **Atlas geográfico escolar multimídia**, CD_ROM, 2005
- KRAAK, M. J.; Settings and needs for web cartography, In: **Web Cartography: developments and prospects**. Ed.: Taylor & Francis: London, 2001a, 1-7 pg.
- KRAAK, M. J. e BROWN, A., Trends in Cartography, In: **Web cartography: developments and prospects**. Ed.: Taylor & Francis, London, 2001b, pgs 9 – 19 pg.
- KRAUS, J. E. e Pisaneschi, J.; **Atlas de Anatomia Vegetal**. Última atualização em 13/10/98. Disponível em: <[http:// atlasveg@ib.usp.br](http://atlasveg@ib.usp.br)>. Acesso em 2005.
- LEAL. L. H. M.. **Atlas Digital de Histologia**. Disponível em : <<http://www2.uerj.br/micron/atlas/>> Acesso em 2005.
- LUCENA, C. e FUKS, H. **A educação na Era da Internet**. ; edição e organização: Nilton Santos – Rio de Janeiro: Clube do Futuro , 2000, 160 pg.
- MCKEAN, J.; BUECHEL, S.; GAYDOS, L. Remote sensing and landslide hazard assessment. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 57, n. 9, p. 1185-1193, Set. 1991.
- MANTOVANI, F.; SOETERS, R.; WESTEN, C. J. Remote sensing techniques for landslides studies and hazard zonation in Europe. **Geomorphology**, v. 15, n. 3-4, p. 213-225, Abr. 1996.
- MARQUES, A. C. e CAETANO, J. da S. Utilização da informática na escola, In: MERCADO, L. P. L. (Org.) **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**, Maceió: Edufal, 2002. 131 – 168 pg.
- MELO, M. M. M. e ANTUNES, M.C.T. Software livre na educação, In: MERCADO, L. P. L. (Org.) **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**, Maceió: Edufal, 2002. 63 – 86 pg.
- MERCADO, L. P. L., Formação docente e novas tecnologias, In: MERCADO, L. P. L. (Org.) **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**, Maceió: Edufal, 2002. 11 – 28 pg.
- MISKULIN, R. G. S., AMORIM, J. de A. e SILVA, M. da R. C., As possibilidades pedagógicas do ambiente computacional TELEDUC na exploração, na disseminação e na representação de conceitos matemáticos. In: BARBOSA, R.M. (Org.). **Ambientes virtuais de aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2005, 71 – 83 pg.
- NEWMANN, A. e WINTER, A. M.; Vector –based Web Cartography: Enabler SVG. Disponível em : <<http://www.carto.net/papers/svg/>>. Acesso em jul. 2006.
- PETERSON, M. P., **Foundations of Research in internet cartography**. In: maps and the internet. Oxford: Pergamon Press, 2003 Chapter 28, 437 -445 pg.
- RAMOS, C. da Silva. **Visualização Cartográfica: possibilidade de desenvolvimento em meio digital**. Dissertação de Mestrado (Área de concentração: análise da informação espacial) UNESP – Rio Claro, 2001, 193 pg.
- SANTOS, A. R. dos; **A grande barreira da Serra do Mar: da trilha dos Tupiniquis à Rodovia dos imigrantes**. São Paulo: o nome da rosa, 2004. 123 pg.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; **Terra: feições ilustradas**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 263 pg.
- TAYLOR, D. R. F. Perspectives on Visualization and Modern Cartography. (Chapter 17) In: MacEachren, A. M. and Taylor, D. R. F.; **Visualization in modern cartography**, 1 ed., Grã-Bretanha: Pergamon, 1994, 333- 341 pg.
- WALSH, S. J.; BUTLER, D. R. Morphometric and multispectral image analysis of debris flows for natural hazard assessment. **Geocarto International**, v. 12, n. 1, p. 59-70, Mar. 1997.
- ZINCK, J. A.; LÓPEZ, J.; METTERNICHT, G. I.; SHRESTHA, D. P.; VÁSQUEZ-SELEM, L. Mapping and modelling mass movements and gullies in mountainous areas using remote sensing and GIS techniques. **JAG: International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 3, n. 1, p. 43-53, 2001.