

O ENSINO DOS PRINCÍPIOS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS ATRAVÉS DE MULTIMÍDIA.

Tema do Trabalho: Desenvolvimento de Material Didático para o Ensino de Sensoriamento Remoto

Nelson W. Dias¹, Evlyn M. L. M. Novo², Teresa G. Florenzano²

¹ **Universidade de Taubaté,** ² **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**

¹ **Laboratório de Geoprocessamento (LAGEO) – Departamento de Ciências Agrárias**

² **Observação da Terra – Divisão de Sensoriamento Remoto**

Estrada Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000, Bairro Itaim, Taubaté, SP, CEP 12081-010

nelson@agro.unitau.br

ABSTRACT

The educational CD-ROM entitled “Sensoriamento Remoto: Aplicações para a Preservação, Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia” was developed by a joint effort between the Brazilian Institute for Space Research (INPE) and Indiana State University (ISU) and co-funded by NASA (National Aeronautic and Space Administration) and the Brazilian Ministry of Science and Technology (MCT). More than 1,600 college students are currently using this educational CD. The first CD has three sessions: (1) Introduction to Remote Sensing, (2) Preservation and Conservation Principles, and (3) Amazon Case Studies – LBA Examples. The second CD provides remote sensing and GIS data selected from several Brazilian ecosystems and different remote sensing satellites. Results from using similar educational tools indicate that learning improves due to factors such as higher student motivation, change of teacher role from sole source of knowledge to learning mediator, higher knowledge retention due to the multimedia approach adopted, and higher knowledge transfer among different student learning styles.

1. INTRODUÇÃO

A multimídia já é amplamente utilizada no desenvolvimento de produtos educacionais destinados à transferência de tecnologia como o sensoriamento remoto e suas aplicações, por exemplo. A maioria desses produtos foi desenvolvida na Europa e na América do Norte dos quais alguns exemplos incluem: *Antarctic Expeditions: Ozone, Exploring Wetlands with Satellite Remote Sensing, CEOS Resources in Earth Observation, DataSlate, Exploring Remote Sensing: a Hands-on Approach, Geomorphology from Space, Pacific Expeditions: El Niño, River Expeditions: The Amazon, Signals of Spring* e *Visit to an Ocean Planet (NASA Earth Science Enterprise Education Products, <http://earth.nasa.gov/education/catalog/products.html>)*.

O crescimento deste tipo de produto para a educação de sensoriamento remoto acompanha o crescimento geral dos materiais didáticos que utilizam a multimídia (CDROM, Internet e vídeo-conferência).

A educação à distância no Brasil é ainda uma modalidade de ensino em desenvolvimento, mas sua expansão crescente é favorecida pelas novas demandas educativas e pelo desenvolvimento das tecnologias da

informação (Alonso, 2000; Litwin, 2001). A qualidade de um sistema de educação, independentemente da modalidade do curso (à distância, presencial ou semi-presencial), depende da qualidade da proposta educativa, da qualidade do corpo docente e dos materiais, da efetiva relação entre aluno e professor e de um processo adequado de avaliação que abranja aluno, conhecimento e professor. (Litwin, 2001; Preti, 2000).

No Brasil existe hoje uma grande demanda por educação de nível universitário. Esta demanda é particularmente grande na Região Amazônica visto que os centros de ensino mais avançados do Brasil se concentram na região Sudeste. O número total de estudantes universitários no Brasil em 2000 era de 2.694.245 e representava apenas 7,7 % do total da população entre 20 e 24 anos (Faria et al., 2000). A lacuna entre demanda e oferta de oportunidades de acesso à educação só poderá ser rapidamente preenchida se forem ampliados os métodos de educação à distância e o uso de multimídia, tendo em vista os recursos humanos, materiais e financeiros muito escassos hoje em dia.

Esse cenário tem levado a um crescente interesse no desenvolvimento de métodos de ensino baseados no uso de computador como suporte à programas de educação à distância. Esses métodos incluem a mudança no foco da

aprendizagem do conteúdo para o processo em si, o que amplia a capacidade do aluno de aprender de forma autônoma e independente. O professor se transforma em um estimulador do processo de aprendizagem oferecendo material estruturado para a pesquisa e desenvolvimento de habilidades específicas. Esta visão do processo de aprendizagem torna possível o ensino à distância para aquelas pessoas que não podem freqüentar a sala de aula de uma Universidade, o que torna o processo mais democrático e aumenta o nível de inclusão social.

As pesquisas com temas ambientais e os estudos do meio ambiente favorecem as práticas pedagógicas interdisciplinares. As imagens de sensores remotos, como fonte de dados sobre o meio ambiente, são um recurso que facilita tanto o estudo do meio ambiente como a prática da interdisciplinaridade (Florenzano, 2002). Imagens de sensores remotos de diferentes escalas e resoluções favorecem a leitura das implicações regionais com a qualidade de vida local e vice-versa. Elas permitem confirmar que, de maneira geral, os problemas ambientais não são pontuais. Neste sentido, como salienta Santos (1998, 2002), o sensoriamento remoto torna-se um instrumento para a compreensão, conscientização e busca de soluções para os problemas da realidade sócio-ambiental contribuindo assim na formação da cidadania.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em colaboração com a Universidade Estadual de Indiana (ISU, EUA) e co-patrocínio da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos (NASA) lançou o CD-ROM duplo intitulado “Sensoriamento Remoto: Aplicações para a Preservação, Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia” (Dias et al., 2003). Com essa iniciativa o INPE procurava difundir a tecnologia de Sensoriamento Remoto e suas aplicações para estudantes de graduação em todo o país, uma vez que uma de suas missões é a transferência de tecnologia. No entanto, com esta iniciativa o INPE acabou fazendo muito mais pelo ensino de ciência e tecnologia no Brasil, porque o CD não somente explica, mas exemplifica como as imagens de satélite são coletadas e analisadas (tecnologia de sensoriamento remoto); oferece um conteúdo extenso sobre as ciências ambientais (princípios de preservação, conservação e desenvolvimento sustentável) e ainda uma revisão abrangente sobre as características naturais e humanas da Amazônia brasileira.

2. COMPONENTES DO MATERIAL DIDÁTICO

Este material foi desenvolvido tomando como base um CD-ROM anteriormente desenvolvido pela ISU. O aproveitamento da estrutura em multimídia e partes do conteúdo existente naquele CD permitiu gerar de forma eficiente e econômica essa versão do CD duplo

educacional em português. O CD No. 1 contém três partes: 1) Introdução ao Sensoriamento Remoto; 2) Princípios de Preservação e Conservação; e 3) Estudos de caso na Amazônia – Exemplos do LBA. Nessa versão brasileira foram incluídos aspectos relevantes para o Brasil como por exemplo os marcos históricos brasileiros, na sessão História do Sensoriamento Remoto, e os satélites CBERS, IKONOS e QUICKBIRD na sessão Satélites e Sensores. Os tópicos incluídos em cada uma das três sessões principais do CD estão listados na Tabela 1.

No CD No. 2 estão disponibilizadas imagens de satélite reais (LANDSAT, CBERS, SPOT, etc.) e planos vetoriais georeferenciados e pré-processados de diversos ambientes brasileiros. Este CD inclui uma cópia para a instalação do programa SPRING versão 3.6, desenvolvido pelo INPE, e tutoriais (instruções animadas) que explicam como utilizar as funções básicas do SPRING, além das descrições interativas de cada base de dados e de sugestões para estudos e experimentos utilizando estes dados. O objetivo deste CD é oferecer aos alunos a oportunidade de explorar livremente dados reais de sensoriamento remoto e ferramentas de processamento comumente utilizadas por pesquisadores. Desta maneira eles podem exercitar a sua criatividade e a sua intuição científica.

A navegação dos CDs é simples e o conteúdo é apresentado na forma de textos curtos, com narração e ilustrado com mais de 800 figuras e animações. Os professores podem navegar facilmente pelos tópicos, atividades e provas.

A abordagem utilizada no desenvolvimento deste material visa suavizar o processo de transferência de tecnologia para jovens e adultos que desejam se aperfeiçoar profissionalmente e, ao mesmo tempo, ampliar o processo de democratização do conhecimento entre a comunidade científica e o cidadão brasileiro. Foi também criada uma página na Internet que poder ser acessada diretamente do CD e que disponibiliza uma compilação de artigos e capítulos de livros selecionados para complementar o conteúdo apresentado nos CDs.

O conteúdo da sessão Princípios de Preservação e Conservação, que destaca os ecossistemas amazônicos, foi elaborado especificamente para as necessidades atuais de ensino. A última sessão, intitulada Estudos de Caso na Amazônia, utilizou exemplos do projeto LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia) que está gerando conhecimentos visando entender o funcionamento climatológico, ecológico, biogeoquímico e hidrológico da Amazônia, bem como o impacto das mudanças no uso da terra nesse funcionamento e as interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global de nosso planeta. Os exemplos de pesquisas são formatados em um ambiente controlado por multimídia, de forma que nenhum erro possa ser cometido enquanto os alunos simulam os mesmos passos percorridos pelos cientistas.

O conteúdo e a estratégia didática adotados na concepção dos CDs os torna um material valioso para cursos de

Geologia, Geografia, Biologia, Agronomia, Engenharia Florestal e para aqueles ligados à Cartografia, Arquitetura, Engenharia Civil, Engenharia Ambiental e outros ligados às ciências da terra e à ciência ambiental. A melhoria na infra-estrutura das universidades e escolas no tocante à disponibilidade de computadores conectados à Internet bem como o desenvolvimento de aplicativos que facilitam não só a

TABELA 1 - LISTA DE TÓPICOS INCLUÍDOS NO CD “SENSORIAMENTO REMOTO: APLICAÇÕES PARA A PRESERVAÇÃO, CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA”.

LISTA DE TÓPICOS DO CD EDUCACIONAL DO INPE	
PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO	A. Desflorestamento
I – Introdução	B. Pecuária
A. As Ciências Ambientais	C. Pesca Comercial
B. O Panorama Mundial	D. Aproveitamento Hidrelétrico
C. A Amazônia	VIII – Alternativas Para a Preservação e Conservação dos Ecossistemas Amazônicos
D. O Desenvolvimento na Amazônia	A. Exploração Florestal
E. Desenvolvimento Sustentável	B. Pecuária e Psicultura
F. Legislação Ambiental	C. Extrativismo e Ecoturismo
G. Educação Ambiental	D. Sistemas Agroflorestais
II – Conceitos Básicos	E. Exploração Mineral
A. Ecossistemas	
B. A Estrutura dos Ecossistemas	SENSORIAMENTO REMOTO
C. Distribuição dos Ecossistemas	I - Introdução ao Sensoriamento Remoto
D. Como Funcionam os Ecossistemas	II – História do Sensoriamento Remoto
III – Recursos Naturais	III – Princípios do Sensoriamento Remoto
A. Introdução	A. Introdução aos Princípios do Sensoriamento Remoto
B. Água	B. O Espectro Eletromagnético
C. Solos e Minerais	C. Sensores e Satélites
D. Atmosfera e Clima	D. Interações da Radiação Eletromagnética com a Superfície Terrestre
E. Flora e Fauna	IV - Interpretação de Imagens
F. Ecossistemas como Recurso Natural	A. Introdução
IV – Energia	B. Interpretação Visual
A. Introdução	C. Composição Colorida
B. Combustíveis Fósseis	V – Interpretação por Computador
C. Produção de Energia Elétrica	A. Introdução
D. Alternativas Sustentáveis	B. Respostas Espectrais
V – Impactos Ambientais	VI – Classificação e Exatidão
A. Introdução	A. Introdução
B. Poluição por Agentes Químicos	B. Classificação Supervisionada
C. Poluição do Ar	C. Classificação Não-supervisionada
D. Impactos Físicos	D. Estimativa de Exatidão
E. Contenção Versus Prevenção de Impactos	VII – Aplicações de Sensoriamento Remoto
VI – Os Ecossistemas Amazônicos	
A. Ecossistemas Inundáveis	EXEMPLOS DO LBA
B. Ecossistemas de Terra Firme	I – Mudanças de Cobertura e Uso da Terra ao Nível de Propriedades Rurais na Amazônia
VII – Impactos da Atividade Humana Sobre os Ecossistemas Amazônicos	II – Projeto PRODES – Estimativa Anual do Desmatamento na Amazônia

transferência rápida de dados, mas também o uso desses meios por pessoas sem grande conhecimento técnico de informática, criaram novas oportunidades para o uso de material didático no formato aqui utilizado. Dentre as

vantagens desse tipo de material destacam-se a possibilidade de tornar o ensino mais divertido a partir do uso amplo de figuras, gráficos e animações que tornam o processo de leitura mais dinâmico e o processo de

aprendizagem mais completo por estimular diferentes circuitos que envolvem o processo cognitivo (visão, audição, tato, etc). Isto amplia a capacidade de assimilação de conceitos complexos (Bem-Ari, 1999; Wu et al., 2001, Crown, 2001) e, ao mesmo tempo, utiliza-se um ambiente de trabalho muito semelhante àquele onde são desenvolvidas as atividades de sensoriamento remoto, ou seja, o ambiente computacional (Dias et al., 2002).

Os professores podem facilmente navegar pelo conteúdo, atividades interativas e provas para prepararem suas aulas e ajustarem o uso deste material (todo ou em parte) ao tempo disponível para o seu curso. O professor também tem acesso a um banco de dados que acumula informações sobre a pontuação dos alunos, bem como, o tempo despendido para a realização de cada uma das atividades.

3. ESTRATÉGIA ADOTADA

O conteúdo do CD é apresentado na forma de textos curtos, com narração e ilustrado com mais de 800 figuras e animações. A razão pela qual a multimídia foi selecionada para o desenvolvimento deste material não é somente pelo fato de que esta seja uma tecnologia considerada “estado-da-arte”, mas principalmente por se tratar de uma tecnologia que comprovadamente otimiza o aprendizado. Sabe-se que entre um grupo de alunos existe uma ampla variedade de perfis cognitivos. Os estilos de aprendizagem de cada perfil variam desde alunos que aprendem preferencialmente pelo estímulo visual (gráfico), auditivo (narração) ou pela leitura (texto). A multimídia amplifica a assimilação do conteúdo pelos alunos por seu caráter inato de transferir a informação de forma a atender as demandas de diferentes estilos de aprendizagem. Desta forma, o aluno que aprende mais facilmente ouvindo recebe o mesmo conteúdo que outro aluno que prefere ler o conteúdo e assim ambos assimilam a informação através do seu estilo preferido. O estímulo gráfico seja ele animado ou estático beneficia a maioria dos estilos de aprendizagem, mas especialmente aqueles alunos que têm preferência pelo estímulo visual.

Um aspecto importante do CD é que os alunos podem avançar em qualquer ritmo e tomar notas no próprio computador toda a vez que quiserem guardar um conceito, um valor, uma data ou qualquer outra informação considerada importante. O papel do professor muda muito com o uso deste tipo de material. O professor deixa de fazer a intervenção, ou seja, deixa o papel tradicional de provedor do conteúdo ensinado e passa a ser um agente facilitador do aprendizado dos alunos.

É fundamental que o professor conheça o conteúdo do CD com profundidade e avalie sua adequação ao conteúdo que deseja ensinar. A partir daí os alunos têm total liberdade de avançar no estudo no ritmo que desejarem mas, cabe ao professor detectar dificuldades, apresentar caminhos alternativos, sugerir material complementar, propor atividades complementares,

expandir os conceitos apresentados para a realidade mais próxima aos alunos e aprofundar conteúdos que julgue essenciais para atingir os objetivos desejados em sua classe.

O conteúdo disponível neste CD é extenso. Caso fosse convertido em texto convencional (descartando as ilustrações) contemplaria mais de 230 páginas. Da forma como está organizado, o material é apresentado em mais de 1.000 páginas interativas. Além do conteúdo teórico existem 22 atividades interativas (veja exemplo na Figura 1) distribuídas no final dos capítulos. Nestas atividades os alunos praticam o conhecimento adquirido nos capítulos mais recentes em um ambiente atraente e inovador.

Depois das atividades os alunos testam o que aprenderam em 28 provas interativas com cinco perguntas cada uma. No começo de cada prova o aluno decide se deseja ou não ler as suas anotações antes de fazer a prova. Caso deseje revisar seus apontamentos, o texto por ele escrito é apresentado numa caixa de leitura. As provas e atividades acumulam pontos e o aluno pode acompanhar a média de pontos obtidos a cada etapa ao visitar a página de índice.

Na intenção de tornar o material ainda mais completo, o INPE criou uma página na Internet que pode ser acessada pelo aluno, diretamente do CD, ou pelo endereço <http://www.inpe.br/cdrom>, na qual ele encontrará material complementar para o seu estudo através de uma compilação de artigos e capítulos de livros selecionados de acordo com os tópicos disponíveis no CD. O acesso a este material é restrito aos usuários do CD e controlado através de “Usuário” e “Senha” os quais são fornecidos aos interessados após o seu registro na página de acesso e a aprovação do INPE.

A combinação do CD-ROM com a Internet proporciona uma ferramenta muito mais completa para os alunos porque lhes possibilita não só ter acesso à informação que está no CD, mas também à informação que pode ser periodicamente atualizada na página do projeto. Outra vantagem desta estratégia adotada é que mesmo alunos que não tenham acesso à Internet podem desfrutar do conteúdo disponível no CD em qualquer região do país.

Esta estratégia de disseminação do material se ajusta melhor à realidade do Brasil. Muitas universidades ainda possuem infra-estrutura computacional limitada bem como acesso restrito ou instável à Internet. No entanto, todas as universidades possuem jovens que necessitam ter acesso ao conhecimento para que possam buscar a formação profissional que desejam ter.

4. CONCLUSÃO

O uso deste material para o ensino médio é viável pedagogicamente, mas para tanto é necessário maior investimento na capacitação de professores, no emprego de técnicas modernas de ensino e na infra-estrutura computacional das escolas, principalmente as públicas. Resultados obtidos com o uso deste e de outros materiais interativos semelhantes apontam para o aumento da

motivação dos alunos. O uso deste meio de instrução, a mudança do papel do professor em sala de aula passando de fonte principal do conhecimento para mediador do

processo de aprendizado, o aumento da retenção dos conhecimentos disponibilizados através da adoção de uma estratégia pedagógica amparada pela multimídia e a

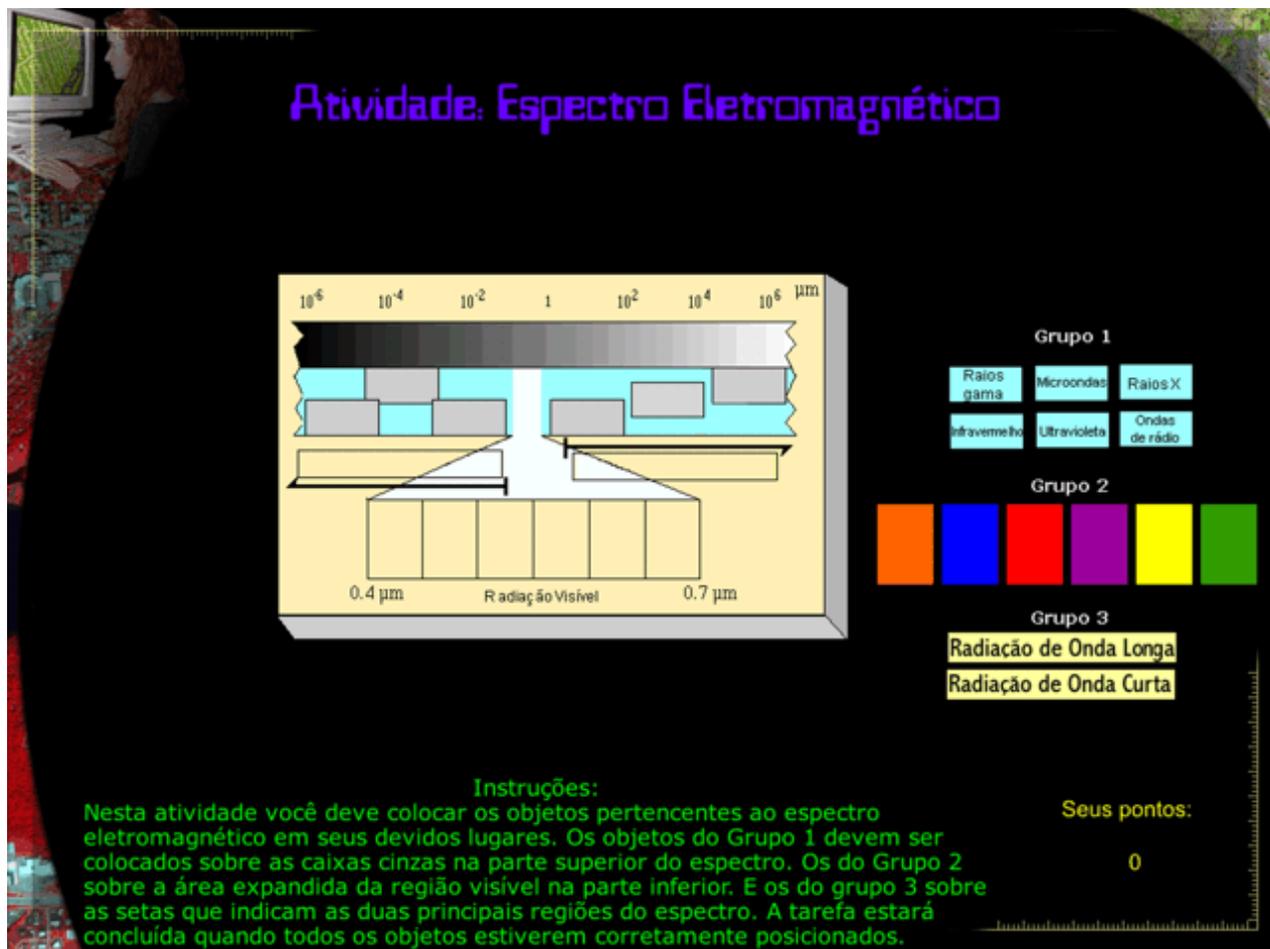


Fig. 1 - Exemplo de uma das 22 atividades interativas disponíveis no CD. Esta atividade pertence ao capítulo Espectro Eletromagnético na sessão de Sensoriamento Remoto.

disseminação mais efetiva do conhecimento através da otimização da transferência de conhecimento aos diferentes estilos de aprendizagem possibilitada pela multimídia são fatores que sustentam a motivação do aluno.

A abordagem utilizada para o desenvolvimento deste material, ou seja, a de se utilizar resultados de pesquisa para o desenvolvimento de material didático atinge dois objetivos principais. Primeiramente, criam-se elos entre o conhecimento científico disponível e as mentes sedentas por conhecimento que freqüentam nossas escolas e universidades. Com a criação desses elos, suaviza-se o processo de transferência de tecnologia para jovens e adultos que desejam se aperfeiçoar profissionalmente. Em segundo lugar, amplia-se o processo de democratização do conhecimento removendo-se as barreiras entre o cientista e o cidadão leigo, visto que hoje os saberes encontram-se aprisionados em laboratórios de pesquisa

espalhados pelo país e retidos pelos poucos que tiveram o privilégio de dominar uma parcela do conhecimento existente. Apesar de ainda se saber muito pouco sobre a riqueza do conhecimento científico hoje disponível e dominado no país, sabe-se que existe muito conhecimento para ser difundido e compartilhado entre a comunidade científica brasileira e a sociedade em geral.

Novos mecanismos de disseminação, hoje proporcionados pelo rápido desenvolvimento das tecnologias da informação e por iniciativas de grupos ainda isolados no Brasil, dão início a um processo que pode, potencialmente, revolucionar o acesso de professores e alunos, dos mais variados níveis de instrução, aos materiais didáticos ricos em conhecimento científico e que proporcionam uma experiência cognitiva iluminadora e construtiva para seus usuários.

Esperamos que esta seja uma iniciativa estimuladora e que dê início a um novo capítulo desta

história não somente do INPE, mas de muitas outras instituições de pesquisa e ensino superior do país que tanto tem a dividir e contribuir com a capacitação técnica e profissional dos brasileiros. Que este exemplo venha iluminar outras mentes detentoras de conhecimento e que elas compreendam esta oportunidade não só como uma forma de difundir o que sabem, mas principalmente de contribuir com a formação das próximas gerações de profissionais e cientistas brasileiros.

Como esse material didático foi desenvolvido com recursos públicos (governos brasileiro e americano) ele está disponível de forma ampla e financeiramente democratizada. Cópias podem ser solicitadas através do endereço <http://www.inpe.br/cdrom> e serão cobrados apenas os custos de reprodução e remessa. Espera-se que este material tenha uma divulgação ampla disseminando-se pela maior parte das universidades brasileiras que tenham programas voltados para sensoriamento remoto e meio ambiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, K.M. Novas Tecnologias e Formação de Professores: um intento de compreensão, In Preti, O. (org.) *Educação à Distância: Construindo Significados*, Cuiabá, NEAD/IE – UFMT; Brasília, Plano, 2000, cap 5.

Bem-Ari, E.T. Electronic Publishing: Past, Present, and Future. *BioScience*, 49(3), pp. 229-234, 1999.
XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, 5 a 9 de abril, 2003, arquivos:07-418 pdf, 1-6.

Litwin, E. *Educação à Distância: Temas para o Debate de uma Nova Agenda Educativa*, Porto Alegre, Artmed, 2001.

Preti, O. (org.) *Educação à Distância: Construindo Significados*, Cuiabá, NEAD/IE – UFMT; Brasília, Plano, 2000.

Santos, G.L. A Gestão de Relações Educativas Apoiadas pelo Computador por meio da Pedagogia de Projetos. In: Santos, G.L. (org.) *Tecnologias na Educação e Formação de Professores*. Brasília, Plano, 2003, cap. III.

Santos, V.M.N. dos. *Escola, Cidadania e Novas Tecnologias: O Sensoriamento Remoto no Ensino*, São Paulo, Paulinas, 2002.

Wu, H. K.; Krajcik, J. S.; Soloway, E. Student's Use of a Chemistry Visualization Tool. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), pp. 821-842, 2001.

Crown, S. W. Improving Visualization Skills of Engineering Graphics Students Using Simple JavaScript Web Based Games. *Journal of Engineering Education*, 90(3), pp. 347-355, 2001.

Dias, N.W., G. Batista, E.M.L. Novo, P.W. Mausel, and T. Krug. Sensoriamento remoto : aplicações para a preservação, conservação e desenvolvimento sustentável da Amazônia. CD-ROM educacional, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

Dias, N.W., Batista, G., Mausel, P.W., Novo, E.M.L., Skelton, L. and Krug, T. Remote Sensing Education CD-ROM: an Interactive Approach to Technology Transfer Utilizing Real Research Results. *Anais do ISPRS Commission VI Mid-Term Symposium on New Approaches for Education and Communication*, São José dos Campos, Brazil, September 16-18, 2002.

Faria, D. S., Rondelli, E., and Leite, S. D., 2000. UniRede: Um Projeto Estratégico para a Educação Superior. *Parcerias Estratégicas*, 9, pp. 71-83.

Florenzano, T.G. *Imagens de Satélite para Estudos Ambientais*. São Paulo, Oficina de Textos, 2002.

Florenzano, T.G.; Santos, V.M.N. dos Difusão do Sensoriamento Remoto através de Projetos Escolares. In: *Anais do*