

## Formação de professores universitários em Sensoriamento Remoto através de ensino à distância

Teresa Gallotti Florenzano <sup>1</sup>  
Hilcéa Santos. Ferreira <sup>1</sup>  
Elisabete Caria Moraes <sup>1</sup>  
Nelson Wellausen Dias <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Caixa Postal 515 – 12201-970 – São José dos Campos, SP – Brasil  
{teresa, bete}@dsr.inpe.br  
hilcea@dpi.inpe.br

<sup>2</sup> Universidade de Taubaté - UNITAU  
Est. Municipal. Dr. José Luiz Cembranelli, 5.000, Bairro do Itaim - CEP 12081-010 –  
Taubaté, SP – Brasil  
nelson@agro.unitau.br

**Abstract.** This paper presents the results of two short-term distance education courses entitled The Use of Remote Sensing for Environmental Studies for undergraduate professors. In Brazil it is critical to invest in distance learning due to its continental dimensions and lack of educational resources. The main goal of these introductory courses is to diffuse the use of remote sensing as part of the curriculum and pedagogical resource to teaching science topics in universities, reinforcing the importance of applying new technologies and encouraging professors to disseminate what they have learned among students and colleagues. A distance education system called Teleduc has been used to support the web-based courses. Based on these two experiences and students' suggestions, there will be some readjustments to the next course that will be offered in 2005. The outcome of these courses was positive and our group intends to keep improving and encouraging the creation of more advanced distance courses such as remote sensing applied to Hydrosphere, Agriculture, and Urban Studies.

**Palavras-Chave:** remote sensing, in-service teacher training, e-learning, distance education, sensoriamento remoto, formação de professores, educação à distância, TelEduc, CBERS

### 1. Introdução

O ensino de Sensoriamento Remoto no INPE teve início em 1972 com a criação do curso de mestrado nesta área. Mais recentemente, em 1998, foi implementado o curso de doutorado. No nível de especialização, em 1985, foi criado o Curso Internacional em Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas com uma duração média de nove meses e que oferece 15 vagas, sendo 10 voltadas para a América Latina e 5 para o Brasil (Sausen, 2003). Vários outros cursos de Sensoriamento Remoto de curta duração (uma a duas semanas) têm sido oferecidos pelo INPE, dentro e fora de suas dependências.

Desde 1999 a Divisão de Processamento de Imagens (DPI) da OBT (Coordenação-Geral de Observação da Terra), em parceria com a Sociedade Latino-Americana de Percepção Remota (SELPER-Brasil), oferece cursos em Geotecnologias (Introdução ao Sensoriamento Remoto; Processamento Digital de Imagens, Análise Espacial, Banco de Dados Geográfico, Modelo Digital do Terreno e SPRING - Sistema de Processamento de Informação Georeferenciada). Esses cursos de curta-duração (40 horas) atendem pesquisadores, professores, alunos de pós-graduação e técnicos de várias áreas (agronomia, geologia, geografia, cartografia etc.) ligados a instituições de pesquisa, universidades e empresas que usam geotecnologias.

A Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR) da OBT oferece ainda, desde 1998, nas férias escolares de julho, o curso “O Uso Escolar do Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio

Ambiente”. Com duração de 40 horas, destina-se à capacitação de professores do Ensino Fundamental e Médio da rede pública e particular de todo o país. O seu objetivo principal é difundir o uso do sensoriamento remoto como conteúdo e recurso didático nas escolas. Neste tipo de capacitação incentiva-se a elaboração de projetos pedagógicos.

À medida que crescem as aplicações das geotecnologias, aumenta a procura por cursos nessa área. Considerando a escassez de recursos e as dimensões do Brasil, que dificultam o acesso à informação e formação, é fundamental investir em educação à distância para este tipo de capacitação. A expansão crescente desta modalidade de ensino no Brasil e no mundo é favorecida pelas novas demandas educativas e pelo desenvolvimento das tecnologias da informação (Prete, 2000; Litwin, 2001).

A educação à distância é um modelo educativo que aplica a tecnologia no processo de aprendizagem, supera os limites de lugar e tempo e proporciona grande flexibilidade. Ela promove o desenvolvimento de novas metodologias, levando professores e alunos a assumirem novos papéis e novas atitudes. A educação à distância eficiente envolve interatividade entre professores e alunos, entre alunos e o ambiente de aprendizado, e entre os próprios alunos. Um dos principais desafios atualmente é a busca por um padrão de ensino à distância de alta qualidade.

O INPE foi pioneiro na área de educação à distância ao criar, em 1968, um sistema tecnológico de comunicação para a educação à distância, o projeto SACI-Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares. Entretanto, embora bem sucedido, em 1976 o programa foi extinto depois de ser transferido, por razões políticas, para o CNPq, o MEC e o governo do estado do Rio Grande do Norte, onde se desenvolveu um projeto piloto. Estas instituições não tinham a estrutura necessária e nem meios para levá-lo adiante. O “know-how” de educação à distância criado pelo INPE não tinha sido totalmente transferido para elas, Fernando Mendonça (2002).

Recentemente, embora de uma outra forma, o INPE volta a investir na capacitação à distância usando o TelEduc, ambiente computacional de ensino à distância desenvolvido pela UNICAMP, que permite realizar cursos através da Internet. Este ambiente vem sendo utilizado e testado na Coordenação-Geral de Observação da Terra (OBT), desde 2002, como suporte aos cursos presenciais de Pós Graduação de Sensoriamento Remoto (Introdução ao Geoprocessamento, Processamento Digital de Imagens e Estatística: Aplicação ao Sensoriamento Remoto, Interpretação de Imagens e Comportamento Espectral de alvos), em um modelo híbrido de ensino e aprendizagem. O Teleduc foi introduzido também no curso “O Uso Escolar do Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente” para a orientação e o acompanhamento dos projetos escolares. O uso deste ambiente deverá ser testado ainda nos cursos de Geotecnologias, de curta duração, oferecidos pela DPI (Ferreira et al., 2002).

Em 2004 a OBT com o objetivo de difundir o sensoriamento remoto, e demais geotecnologias, e desenvolver novas metodologias de ensino usando sistemas de educação à distância, implementou um programa de formação de professores em Sensoriamento Remoto totalmente à distância. Inicialmente optou-se pela capacitação de professores universitários devido ao seu papel de multiplicador e pela disponibilidade de infra-estrutura computacional existente nas universidades. No futuro, pretende-se expandir o programa também para professores do ensino médio. Selecionou-se o sistema TelEduc por ser um software livre, fácil de usar e porque foi desenvolvido visando à formação de professores que é o objetivo deste programa.

A primeira capacitação foi realizada em maio de 2004, um curso piloto de apenas três semanas. A segunda com duração maior foi realizada de 17 de agosto a 28 de setembro do mesmo ano. Uma avaliação dessas experiências é apresentada neste trabalho. Uma terceira capacitação está sendo planejada para início de 2005. O objetivo da OBT é aprimorar este

curso básico de Sensoriamento Remoto e incentivar a criação de novos cursos mais avançados e específicos como, por exemplo, Sensoriamento Remoto aplicado aos Estudos Urbanos; Sensoriamento Remoto aplicado à Agricultura; Sensoriamento Remoto da Hidrosfera, Processamento de Imagens de Sensores Remotos, Banco de dados etc. que também utilizem esta modalidade de ensino.

## **2. Materiais**

Na capacitação dos professores utilizou-se o ambiente TelEduc de ensino à distância, versões 3.1.8 e 3.2.3, respectivamente, para o primeiro e segundo cursos. Como material didático básico foram usados: tutoriais para o uso do sistema SPRING, desenvolvidos pelo INPE : (<http://www.dpi.inpe.br/spring> e <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/>); rotinas para a aquisição, leitura e georreferenciamento de imagens dos satélites LANDSAT e CBERS (Kalil et al. 2004); o livro “Imagens de satélite para estudos ambientais” (Florenzano, 2002) e o CD educacional "Sensoriamento Remoto: Aplicações para a preservação, conservação e desenvolvimento sustentável da Amazônia" (Dias et al., 2003).

O livro fornece, em linguagem simples, informações básicas de sensoriamento remoto: ilustra como são obtidas as imagens de satélites, descreve os tipos de sensores e satélites existentes e destaca o programa espacial brasileiro. Aborda a relação entre imagem e mapa e o processo de interpretação de imagens obtidas por sensoriamento remoto. Ele mostra como as imagens de satélites podem contribuir para o estudo de fenômenos ambientais, de ambientes naturais e daqueles transformados pelo homem. Finalizando, ele destaca o uso do sensoriamento remoto como recurso didático multi e interdisciplinar.

No segundo curso utilizou-se ainda o livro: “Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação” (Moreira, 2003), embora tenha sido menos explorado por não ser um texto introdutório como é esta capacitação.

Entre os anos de 1997 e 2000 a *Indiana State University* (ISU), com apoio financeiro da NASA, desenvolveu três CD-ROMs interativos que enfocam o sensoriamento remoto aplicado ao estudo do meio ambiente. Esses CD interativos contêm textos, exercícios, atividades, testes, visitas virtuais, fotos, áudio, músicas, tabelas, bloco de anotações, figuras ilustrativas, imagens de sensores remotos e um programa para o processamento de imagens. Portanto, não se trata de apenas mais um “livro-texto eletrônico”. Por outro lado, seu manuseio é bastante simples e feito através de menus com cinco botões de comando.

A versão brasileira desse material compõe-se de dois CDs (Dias et al. 2003). O CD1, utilizado nesta capacitação, contém três partes: 1) Introdução ao Sensoriamento Remoto (incluíram-se os marcos históricos brasileiros e os satélites CBERS, IKONOS e QUICKBIRD); 2) Princípios de Preservação e Conservação, que destaca os ecossistemas amazônicos; 3) Estudos de caso na Amazônia – Exemplos do LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia).

## **3. Método**

O primeiro curso, totalmente à distância, teve a duração de 3 semanas. Por ser um curso piloto foram oferecidas apenas 18 vagas para um total de 4 formadores. O segundo curso teve uma duração de 7 semanas e foram oferecidas 30 vagas para o mesmo número de formadores. O público alvo, professores universitários, foi o mesmo e os critérios de seleção também: ser professor universitário no exercício de sua função; ser vinculado às ciências da terra e ambientais (Geografia, Geologia, Biologia, Agronomia), Cartografia, Arquitetura e Engenharia Civil, Florestal e Ambiental; ter dificuldade de acesso à informação. A divulgação dos cursos foi feita apenas pelo sítio do INPE, por um período de duas semanas.

O primeiro curso foi estruturado com uma carga horária média de 12 horas semanais, distribuídas entre aulas (leituras obrigatórias), atividades, leituras complementares e opcionais, além de um contato síncrono semanal. As aulas, um total de nove (três por semana), abordaram: 1) Como usar o TelEduc e orientação para elaborar uma proposta de projeto; 2) Conceitos Básicos sobre o Meio Ambiente; 3) Recursos Naturais e Impactos Ambientais; 4) Princípios de Sensoriamento Remoto; 5) Interpretação de Imagens; 6) Classificação Automática de Imagens; 7) Aplicações de Sensoriamento Remoto-1; 8) Aplicações de Sensoriamento Remoto-2; 9) Acompanhamento da proposta de projeto e Avaliação do curso.

Com um período total de duração maior que o anterior, o segundo curso foi estruturado para ter uma carga horária média menor, 8 horas semanais. O conteúdo deste curso, abordado em duas aulas semanais, foi basicamente o mesmo do primeiro, porém com uma ênfase maior na parte de processamento digital de imagens.

Tanto o aumento na duração do segundo curso, como a realização de sessões de bate-papo em dois períodos (manhã e tarde), foram modificações introduzidas a partir das sugestões dadas pelos alunos do primeiro curso. Além disso, vários ajustes foram realizados durante o decorrer do curso como a inclusão de três formadores e sessões extras de bate-papo (6, inclusive uma no período noturno).

Nas duas capacitações realizadas foram avaliados os formadores, os alunos, o material didático e o uso do ambiente TelEduc. A avaliação dos alunos, de caráter formativo (contínua colocando ênfase em todo o processo de ensino e aprendizagem) tomou como base as atividades por eles realizadas e uma auto-avaliação. As atividades incluíram a elaboração de uma proposta de projeto com uma temática ambiental e o uso de sensoriamento remoto. Com relação à proposta de projeto, no segundo curso foi dada uma opção alternativa: um projeto na área de educação voltado para o ensino de sensoriamento remoto.

Foi incentivada a utilização das imagens CBERS e dos mosaicos LANDSAT da NASA, bem como a do software SPRING, todos disponíveis, sem custo, pela Internet.

Os alunos, que realizaram pelo menos 70% das atividades, receberam um certificado do INPE com menções “Excelente”, “Muito Bom” ou “Bom”, emitido pelo Serviço de Treinamento e Desenvolvimento (STD) do INPE. O STD tem a atribuição de emitir certificados para cursos de curta duração ou de extensão realizados pelo INPE.

## **4. Resultados**

### **4.1 Primeiro Curso**

De um total de 61 candidatos, selecionaram-se 18 professores, dos quais 14 fizeram a inscrição. Finalizaram o curso com mais de 75% de aproveitamento, 70% dos alunos. A formação dos participantes incluiu engenharia civil (4) e agrônômica (4), geografia (2), biologia (3) e arquitetura e urbanismo (1). Com relação à distribuição regional, houve participantes de todas as regiões brasileiras: 7 do sudeste, 3 do centro-oeste, 2 do nordeste, 1 do norte e 1 do sul.

Após a realização do primeiro curso, observou-se a necessidade de estender a duração do curso, levando em consideração, no entanto, que um período muito longo poderia prejudicar o comprometimento dos alunos no curso. Quanto ao número dos alunos, avaliou-se que ele poderia ser ampliado para no máximo 30, devido à demanda pela correção das atividades e a intensidade das discussões durante as sessões de bate-papo. Concluiu-se que para otimizar o aproveitamento dos encontros síncronos eles deveriam ser direcionados/orientados para evitar a dispersão das discussões.

A modalidade do curso à distância foi facilitada pelo suporte do material didático, considerado ótimo pela maioria dos alunos, enviado a eles antes do início do curso. Os alunos sugeriram a indicação de um número maior de bibliografia complementar, textos impressos ou em formato digital e sítios na Internet. O desempenho dos formadores foi considerado muito bom pela maioria dos alunos. O ambiente TelEduc foi essencial para o desenvolvimento do curso, sendo considerado por todos muito eficiente e amigável (Florenzano et al., 2004).

#### **4.2 Segundo Curso**

Selecionaram-se 30 professores, de um total de 96 candidatos, dos quais 22 fizeram a inscrição. Finalizaram o curso com mais de 75% de aproveitamento, 64% dos alunos. A formação dos participantes incluiu: engenharia civil (2), engenharia de pesca (1) e agrícola (3), geologia (4), geografia (5), agronomia (4), biologia (1), química (1), e arquitetura e urbanismo (1). Com relação à distribuição regional, houve participantes de todas as regiões brasileiras: 4 do sudeste, 2 do centro-oeste, 10 do nordeste, 5 do norte e 1 do sul.

Apesar do curso ter sido mais longo que o anterior, 70% dos alunos consideraram que ele deveria ter uma duração ainda maior. Isto é explicado pelas dificuldades encontradas pelos alunos e, conseqüentemente no tempo gasto, na realização das atividades relacionadas com a aquisição, leitura, georreferenciamento e processamento de imagens de satélite. Para dar suporte a estas atividades foram disponibilizadas rotinas que vinham sendo utilizadas com sucesso pelos alunos dos cursos presenciais: o de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto e o Internacional em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. As dificuldades observadas na sua utilização pelos alunos do curso à distância motivaram a elaboração de uma nova versão destas rotinas (Kalil et al. 2004), as quais serão testadas no próximo curso à distância. Os demais materiais didáticos utilizados foram considerados ótimos pela maioria dos alunos.

#### **4.3 Planejamento do Terceiro Curso**

A terceira versão do curso à distância, a ser realizado de 15 de fevereiro a 4 de abril de 2005, está em fase de planejamento. Serão feitas alterações com base na avaliação das experiências anteriores e nas sugestões dos alunos. Serão utilizadas as novas versões das rotinas referentes à aquisição, leitura, georreferenciamento e processamento de imagens CBERS e LANDSAT (Kalil et al. 2004), bem como o material complementar que está sendo elaborado especificamente para cursos à distância. As atividades relacionadas a esses procedimentos deverão ser gravadas em um CD-ROM e enviadas aos alunos. Neste CD será incluído um exercício pronto que envolva todos os procedimentos a serem realizados. Para isto, serão selecionadas algumas imagens de satélite, principalmente do CBERS-2, que representem diferentes ambientes como, por exemplo, uma de cada ecossistema ou região do Brasil.

Outras modificações, ainda em estudo, referem-se à definição do número de formadores, considerando que serão selecionados 30 alunos. Na seleção dos alunos serão analisados, além dos dados da ficha de inscrição, aqueles do curriculum vitae. E deverá ser aplicada uma avaliação diagnóstica.

Consta na literatura que a porcentagem de desistência em um curso à distância varia em torno de 30%. A experiência realizada confirma este dado. Observou-se uma desistência média de 25%, antes mesmo do início dos cursos. Neste sentido, decidiu-se que nas próximas edições serão convocados os alunos relacionados em uma lista de espera.

As sessões síncronas são uma das ferramentas mais importantes de um curso à distância. Por outro lado, é a ferramenta mais difícil de ser gerenciada. Estudos estão sendo desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do NIED - Núcleo de Informática Aplicada à Educação

(UNICAMP), visando melhorar o desempenho desta ferramenta (Otsuka et al., 2003). O grupo da OBT, envolvido com educação à distância, também pretende colaborar no sentido de otimizar o uso das sessões síncronas testando algumas modificações, ainda em estudo, na próxima capacitação. Nas 16 sessões de bate-papo realizadas, houve a participação média de 6 alunos (além dos formadores que estavam sempre presentes). Para maximizar o número de participantes, os horários e dias da semana das sessões síncronas serão definidos somente após uma consulta, antes do início do curso, com os alunos selecionados.

## **5. Conclusão**

Apesar das dificuldades encontradas, principalmente no segundo curso, o desempenho médio dos alunos foi muito bom, considerando a amplitude dos temas abordados, a heterogeneidade dos alunos em cursos desta natureza e a duração do curso. Entretanto, a experiência mostrou que alguns ajustes deverão ser realizados para melhorar as futuras edições como, por exemplo, redefinir o número de formadores; gerar materiais didáticos complementares em forma de tutoriais ou rotinas; otimizar o uso das sessões síncronas; estimular a interação entre alunos e entre estes e os formadores; utilizar a ferramenta: perguntas frequentes não usada nos cursos anteriores; explorar mais as ferramentas de avaliação dentro do TelEduc e aprimorar o processo de avaliação formativa.

O objetivo de difundir os dados CBERS foi plenamente atingido na medida em que todos os alunos pesquisaram e adquiriram estes dados e a ajuda da rotina específica para esta tarefa foi fundamental.

Até alguns anos atrás, a ementa de um curso de introdução ao sensoriamento remoto restringia-se aos tópicos: princípios físicos de sensoriamento remoto, sensores e satélites, interpretação de imagens e exemplos de aplicações. Atualmente, com a utilização quase que exclusiva dos dados de sensores remotos no formato digital, é praticamente impossível ministrar um curso de sensoriamento remoto sem incluir um tópico referente ao processamento digital de imagens. O aumento da demanda pela parte de processamento de imagens é motivada pela crescente disponibilidade desses dados na Internet de forma gratuita como, por exemplo, aqueles dos satélites CBERS-2 ([www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br)) e LANDSAT (<http://glcf.umiacs.umd.edu/data>)

Nesse sentido, serão elaborados tutoriais de introdução ao processamento de imagens, específicos para cursos à distância, que demandam o desenvolvimento de novas metodologias de ensino. Nesta tarefa, a experiência adquirida com os cursos realizados anteriormente, principalmente no segundo, será fundamental. Finalmente, verificou-se a necessidade de incluir nos próximos cursos um tópico de conceitos básicos de cartografia.

## **Agradecimentos**

Eliana Maria Kalil Mello e Íris de Marcelhas e Souza da Divisão de Sensoriamento Remoto (OBT-INPE); José Carlos Moreira, João Benedito Diehl, Julio César Lima d'Alge e Ricardo Cartaxo da Divisão de Processamento de Imagens (OBT-INPE) e Wilton Renato Pedroso da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL, São Paulo).

## **Referências**

Dias, N.W.; Batista, G.; Novo, E.M.M.; Mausel, P.W.; Krug, T. 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.

Fernando Mendonça: entrevista realizada por Mayla Yara Porto (advogada e bolsista da Fapesp no Programa Mídia-Ciência de Incentivo ao Jornalismo Científico) e Evlyn M.Moraes Novo (pesquisadora do DSR - INPE), 31 de janeiro de 2002.

Ferreira, H.S.; Fonseca, L.M.G.; D'Alge, J.C.L.; Monteiro, A.M. New Approach on Teaching Geotechnology. In: *Anais do ISPRS Commission VI Mid-Term Symposium on New Approaches for Education and Communication*, São José dos Campos, Brazil, September 16-18, 2002.

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

Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). *Informe Preliminar dos Resultados da Avaliação Educacional do Projeto SACI/EXERN – EXPERIMENTO Educacional do Rio Grande do Norte*. São José dos Campos, 1975 (INPE-766-NTE/033).

Kalil, E. M. M.; Moreira, J. C.; Florenzano, T. G.; Souza, I. de M. O uso de imagens CBERS no monitoramento do desflorestamento da Amazônia Brasileira, artigo submetido ao XII SBSR, 2004.

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

Moreira, M.A. *Fundamentos de Sensoriamento Remoto e metodologias de Aplicação*. 2º ed. Viçosa, UFV, 2003.

Otsuka, J.L.; Ferreira, T.B.; Lachi, R.L.; Rocha, H.V. Um Modelo de Suporte à Avaliação Formativa no Ambiente TelEduc", em *Revista Brasileira de Informática na Educação* da SBC (Sociedade Brasileira de Computação) (no prelo).

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

Sausen; T.M. Centro Regional de Educação em Ciência e Tecnologia Espacial para América Latina e Caribe CRECTEALC-Campus Brasil. In: *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Belo Horizonte, 5 a 9 de abril, 2003, arquivos:07-075 pdf, 1-7.