

CD-ROM EDUCACIONAL DESTINADO A BIÓLOGOS INTERESSADOS EM SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO.

MARISA DANTAS BITENCOURT

LEPaC – Departamento de Ecologia – Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo
Rua do Matão, travessa 14 # 321 – CEP 05508-900 – São Paulo – São Paulo, Brasil.
tencourt@ib.usp.br

Abstract: Biologists interested in the geographical scale of the environment, are shifting to the use of remote sensing and geoprocessing techniques to better study the Earth. However, the lack of remote sensing teaching material in Portuguese, and the peculiar Brazilian biology syllabus, is raising difficulties to new users. Although theoretical material is absolutely necessary, there must be new ways of constructing the student learning. To motivate and inform at the same time, a teaching material were prepared using now-a-days environmental problems, all of them solved using both, remote sensing and geoprocessing techniques. The examples used, cover natural and semi-natural environments, vegetation, water and human settlements occupation, ecosystem calibration, temporal analysis, environmental modelling, focusing a broad ecological approach. The examples are in the paper format, which should properly prepare the beginners for further studies. The availability of a fundamentals text will guarantee continuous student preparation. The methods used in the CD-ROM elaboration which merge text, image, examples and video will hopefully hold the student's attention more efficiently than if they were reading a book. The hyperlink between examples and fundamentals text will help the student to organise their readings.

Keywords: motivation, contents, remote sensing, geoprocessing, ecology.

1. Introdução

Os computadores e as redes mundiais, responsáveis por uma forte mudança no comportamento do homem, podem ter um importante papel na vida do educador, se utilizados em atividades teórico/práticas de diferentes temas (Thornburg, 1991). Entretanto, a grande exclusão causada pela heterogeneidade do país no que tange a disponibilidade de equipamentos de informática e internet, exige que outras mídias sejam utilizadas nestas atividades. Neste contexto, o CD-ROM pode ter um papel divulgador mais eficiente e mais barato, especialmente em locais onde os sistemas de redes mundiais não chegam.

No Brasil, há também falta de material didático em português voltados ao ensino de sensoriamento remoto e geoprocessamento. A maior parte do há disponível não são educacionais e sim de treinamento. No caso particular de pessoas com o perfil do biólogo, não há nada direcionado ao aprendizado destas tecnologias. Há algum material voltados para a geologia, a geografia e a agronomia, mas não há nada para biólogos.

As tecnologias de informação e comunicação estão transformando a maneira de pensar do homem moderno, assim como as suas relações sociais. A aplicação destas tecnologias na educação visa estimular o aluno a buscar seu próprio ritmo de aprendizado (Gardner, 1993; Papert, 1994). O ambiente educacional deve oferecer momentos de interação e colaboração entre os atores do processo de ensino (Harel & Papert, 1991; Greenfield, 1988; Lévy, 1993). De acordo com Warman (1991), o aprendizado é mais eficiente quando o aluno compreende a importância do assunto tratado e quando esse interesse é mantido ao longo do processo. O estudante só aprende de fato quando aceita o assunto como importante.

Assim, para motivar e informar ao mesmo tempo, o conteúdo deve ser premiado assim como a navegabilidade e cordialidade da mídia. Para atingir alunos do nível superior, a autora deste CD escolheu temas de interesse ecológico que utiliza sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. Para

alcançar o público visado, os textos foram escritos em uma linguagem apropriada para aqueles biólogos interessados no ambiente, a partir da escala geográfica.

Com o objetivo de levar para escolas do interior do Brasil as experiências acumuladas na Universidade de São Paulo e, como a autora acredita, que o conteúdo é o principal motivador do aluno de terceiro grau, vários problemas práticos foram organizados de modo a despertar os interessados.

Assim, quatro grandes linhas do conhecimento ecológico atuais foram abordados: 1) Conservação e desenvolvimento sustentado; 2) Ecologia de paisagem; 3) Epidemiologia paisagística; e 4) Pesquisa básica de sensoriamento remoto na ecologia. Em cada uma destas linhas foi escolhido uma Dissertação de mestrado já defendida por estudantes do Departamento de Ecologia do IB/USP. Cada uma delas foi resumida e possui inúmeros hiperlinks com um texto com os fundamentos de sensoriamento remoto, geoprocessamento e cartografia. Dessa maneira definições e informações básicas não serão nem repetidas nem esquecidas, deixando o processo de leitura mais dinâmico, permitindo que o estudante siga seu próprio ritmo. Dependendo do exemplo há gráficos, imagens de campo, mapas temáticos derivados de imagens de satélite, assim como protocolos de interpretação.

Os pontos mais importantes destas duas tecnologias são aplicadas em três grandes vertentes: distribuição e qualidade da cobertura das terras, dos corpos d'água e das pegadas deixadas pelo homem. Para atingir o interesse destes biólogos a forma mais direta é começar com a cobertura vegetal. A maneira como a natureza distribui os componentes terrestres é bastante peculiar, levando o observador a distinguir áreas perturbadas e das não perturbadas. Por outro lado, a maneira como o homem modifica a superfície terrestre também é bastante peculiar. Usando-se imagens obtidas por satélites, o usuário pode quantificar as modificações feitas pelo homem, não apenas no presente como também no passado. Através de processamento de imagens o usuário pode quantificar a qualidade da vegetação verde presente e a velocidade do desaparecimento da mesma. Também é possível quantificar a degradação, bem como a regeneração, seja a degradação causada pelo sobrepastejo seja pelo plantio de culturas.

Com técnicas de geoprocessamento, um usuário pode medir área, perímetro e distância de fatores ambientais de interesse de biólogos que trabalham com o meio ambiente. Através do modelo numérico do terreno (MNT) é possível simular condições topográficas relacionadas com habitats de plantas e animais. Com sistema de informações geográficas (SIG) é possível combinar diversos conjuntos de dados derivados de diferentes fontes e examiná-los. Finalmente, o usuário pode modelar várias situações ambientais e produzir mapas que possam auxiliar tomadores de decisão e investigações de campo.

Em vista da complexidade dos temas ecológicos e do grande volume de dados usualmente requerido, a habilidade no uso dos SIGs tem se tornado uma necessidade para aqueles biólogos interessados em avaliação ambiental.

Assim, o objetivo geral deste CD é motivar e informar biólogos interessados no meio ambiente, utilizando exemplos e texto com fundamentos. Este CD visa a distribuição para Faculdades e Universidades do interior do Brasil.

2. Material e Métodos:

O conteúdo do CD consiste de três conjunto de dados: um texto com os fundamentos teóricos, exemplos em texto resumido e vídeos explicativos convidando o aluno a visitar os vários exemplo. Além disso, os texto de fundamentos também vem no formato PDF assim como algumas das Dissertação na integra,

também em PDF. O texto com fundamentos foi escrito pela autora deste CD, baseando-se nas mais atuais referências bibliográficas. Os exemplos foram resumidos pela autora do CD mas está totalmente baseada nas Dissertações de Mestrado orientadas pela mesma no Programa da Ecologia, do Instituto de Biociências da USP, durante 1995 e 2001.

Cada exemplo apresenta suas próprias referências bibliográficas que poderão ser muito úteis para aqueles que quiserem se iniciar no assunto. O CD pode ser rodado em Windows 98 e contém um arquivo auto-exec para PC, com a resolução ideal para visualização de 800x600.

O produto final apresenta cinco exemplos de pesquisa relacionado com temas ecológicos, sensoriamento remoto e geoprocessamento. Ao longo da navegação o estudante encontrará vocábulos ou expressões que requerem explorações adicionais. Assim, através de hiperlink o usuário é levado para um arquivo com fundamentos, com parágrafos ou páginas de explicações, dependendo da complexidade do assunto. Introduzindo cada exemplo há um vídeo com uma breve introdução levando o aluno a escolher o que mais lhe agrada. Dessa maneira o aluno escolherá seu assunto de interesse somente ouvindo.

3. Resultados e Discussões:

Para otimizar o processo de aprendizagem, foram escolhidas quatro linhas de pesquisa da ecologia que usualmente utilizam sensoriamento remoto e geoprocessamento. Algumas destas linhas foram fortemente modificadas pelos recentes avanços em processamento de imagens pelas melhorias nos vários sistemas de resolução.

A linha # 1 trata de um zoneamento ecológico da zona tampão da Reserva da Biosfera do Parque Nacional de Manú – Peru, localizado na nascente do rio Amazonas. Por ser uma zona tampão, o uso sustentado é permitido. Assim, mesclando em ambiente de SIG dados de campo, cartográficos e informações obtidas por sensores remotos, é possível estabelecer zonas de livre pastagem, pastagem moderada e pastagem proibida. O uso sustentado de recursos naturais só é possível se houver um planejamento de uso regional, levando em consideração as características dos seus agroecossistemas. Para tanto é necessários ordenar o território de modo a incluir os distintos graus de proteção e intervenção. Uma maneira de zonedar pode ser relacionando capacidade de carga com parâmetros bióticos e abióticos. Em vista das condições geográficas e climáticas o Parque Nacional de Manú apresenta uma vegetação típica, predominantemente herbácea, chamada “páramos”. Esta paisagem é usada como pastagem natural, tanto para animais selvagens como para animais domesticados, como o gado, que bem mais numeroso que os selvagens. Assim o uso dos páramos pelo gado pode causar significativa degradação, como a perda de espécies comestíveis e erosão do solo. Para estabelecer o uso sustentável deste tipo de ecossistema é necessário levar em conta a capacidade de carga, a densidade e a espécies comestíveis, bem como alguns fatores abióticos. Entre os abióticos se destacam a altitude e a declividade e entre os bióticos se destacam a diversidade de espécies e as condições da vegetação. Combinando todos estes fatores em ambiente de SIG tem-se um mapa de zonas ecológicas baseadas na capacidade de carga do ambiente e na necessidade animal do gado.

A linha # 2 é um outro zoneamento ecológico, baseado nos fundamentos da ecologia de paisagem. O local de estudo é o município de Pedregulho-SP-Brasil, onde se encontra o Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, dentro do domínio paulista do bioma Cerrado. O zoneamento foi feito com três objetivos: preservação, uso humano e restauração. Os critérios de cada objetivo foi avaliado segundo um processo

analítico hierárquico. Uma função de pertinência *fuzzy* foi aplicada para standardizar os critérios para uma mesma base de comparação. Um processo iterativo de alocação de áreas separou os objetivos conflitantes. Para tanto foi utilizado um modelo de tomada de decisão em ambiente de SIG disponível no programa IDRISI. Para distinguir as classes de uso e ocupação foi utilizado um sistema de classificação *fuzzy* de modo a gerar classes menos rígidas. Dois aspectos da conservação foram considerados: recurso natural e uso sustentado. Os conflitos de conservação são discutidos, bem como as estratégias de solução, frente a legislação vigente.

A linha # 3 traz dois exemplos.

O primeiro tem o objetivo de avaliar o risco espacial de contato entre o homem e o vetor de malária (*Anopheles darlingis*) após a inundação da UHE de Porto Primavera em São Paulo-Brasil. O vetor malárico tem as seguintes necessidades ambientais: um para criadouro (água fresca e sombreada), um para refúgio (vegetação arbustivo/arbóreo), e outro para fonte hematofágica (gente/domicílios e gado/pastos). Assim, usando técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e cartografia foram construídos os mapas das necessidades ambientais do vetor malárico. Com imagens de satélite se mapeou as matas, os pastos e os domicílios. Os criadouros foram quantificados a partir da simulação da inundação através da análise espacial utilizando imagem MNT. O resultado foi um modelo de risco de contato entre a população do Assentamento Lagoa São Paulo e as áreas de criadouros, no período de estiagem e de chuvas, levando em consideração a autonomia de vôo do mosquito.

O segundo exemplo investiga os fatores ambientais que envolvem o contato vetor/homem em casos reais de Leishmaniose tegumentar brasilienses (LTB), em Itapira-São Paulo-Brasil. Primeiramente, as zonas de contato entre o vetor de LTB e o homem foram delimitadas. Os fragmentos de vegetação, delimitados por imagens de satélite, são os habitats do mosquito. Os limites dos fragmentos foram expandidos de acordo com o critério de autonomia de vôo do mosquito vetor (1000, 500 e 250 m), gerando mapas. Dentro dessas zonas, para cada critério, foram extraídas classes de altitude e de índice de vegetação. A avaliação temporal da vegetação foi feita por análise de componentes principais com imagens de duas datas (1992 e 1999). A segunda componente principal (PC2) é então classificada e analisada de modo a indicar em que direção ocorreu desmatamento na região. Esta informação é de grande valia para a tomada de decisão em saúde pública, pois esta doença é historicamente associada ao desmatamento e a ocupações humanas recentes.

Finalmente, a linha # 4 apresenta um estudo de caso da análise espacial e temporal do comportamento espectral das fisionomias de cerrado. A área de estudo é a Gleba Pé-de-Gigante, em Santa Rita do Passa Quatro-SP, Brasil que é uma área preservada deste bioma. Assim, diversas imagens de satélite foram usadas para definir o padrão espectral de cada fisionomia, entre o início do período de seca e o período de chuvas. Desde 1985 que se tenta estudar o cerrado através de imagens de satélite, mais especificamente com imagem índice de vegetação. O resultado é que nenhuma data separa todas as fisionomias de cerrado. As formas mais campestres são melhor separadas no período de pré-estiagem. As formas mais florestais são melhor separadas no auge do período seco. Para trabalhar com imagens de diferentes datas é absolutamente necessário a conversão dos números digitais da imagem para grandezas físicas. Além disso, é também foi necessário compensar as diferentes condições de iluminação para que os NDVIs de cada data pudessem ser comparados de uma data para outra.

Com estes exemplos o CD cobre os mais importantes usos do sensoriamento remoto e geoprocessamento para resolver problemas ecológicos. A presença a ausência de vegetação constitui a mais importante pista importantes relacionadas às ecologias vegetal, animal e humana. O uso de índices de vegetação espectrais para estimar presença e ausência de fitomassa verde é o uso mais interessa ecólogos.

A classificação da cobertura vegetal é a primeira avaliação feita para diagnosticar ou otimizar viagens de campo. Assim, entender a resposta espectral dos alvos em todas as faixas é a primeira etapa a ser vencida por qualquer amador no assunto. A conversão de número digital em reflectância evitando erros de interpretação, são absolutamente necessários em análises sazonais.

No exemplo da linha # 4, cinco fisionomias de cerrados são acompanhadas, no campo e em imagens de satélite, começando no período seco e entrando no período de chuva do ano seguinte.

Nos exemplos apresentados, o MNT é usado para simular situações do ambiente e para indicar diversidade de habitats. No exemplo da linha # 3 o MNT é usado para prever áreas de águas rasas que são prováveis criadouros do vetor malárico. No exemplo da linha # 1 o MNT é usado para mapear a fragilidade abiótica dos páramos baseados em altitude, declividade e orientação de vertentes.

O uso de rotação de imagens (ou APC) de datas distintas não é muito familiar. Contudo, isso pode se tornar usual se for bem compreendido. O único pré-requisito para tanto é saber como cada alvo responde ao interagir com a radiação eletromagnética. No exemplo da linha # 3 a imagem na faixa do vermelho é analisada em função do tempo para indicar as áreas desmatadas no período que o LTB ocorreu em Itapira. A faixa do vermelho foi usada porque a falta de vegetação apresenta alta reflectância.

O uso de álgebra de mapas com o propósito de zonear pode ser muito perigoso se não for bem entendido. Nos exemplos apresentados este procedimento foi utilizado em diversas situações tanto para alocar a melhor área como para encontrar a zona de menor risco de contato com a malária. Do mesmo modo a álgebra de mapas pode ajudar a ordenar o uso potencial das terras baseando-se nas condições ambientais. Nos exemplos das linhas # 1, 2 e 3 o uso de álgebra de mapas é bastante freqüente.

Os modelos de tomada de decisão também não são muito utilizados dos ecólogos por conta das dificuldades de lidar com grandes conjuntos de dados em ambiente computacional, como geralmente acontece na ecologia. Em ambiente de SIG é preciso tomar muito cuidado para tomar a decisão certa. É preciso escolher corretamente os objetivos e os impedimentos o que requer grande habilidade. Nos exemplos escolhidos são dadas pistas de como fazer a melhor escolha. No exemplo da linha # 2 é oferecida uma chance de usar um modelo de tomada de decisão bastante útil.

Para suprir o CD com conceitos básicos, um texto de 70 páginas é apresentado no formato PDF é oferecido para aqueles mais interessados. Neste texto encontra-se os fundamentos físicos do sensoriamento remoto, do comportamento espectral dos mais importantes alvos, os principais tratamentos de imagens para as faixas do óptico, termal e radar. O texto traz também os conceitos mínimos de cartografia e geoprocessamento. Há também uma boa revisão bibliográfica sobre índices de vegetação, sobre o sensoriamento remoto da vegetação e da água. Há também os conceitos básicos sobre o termal e sobre microondas.

5. Conclusões:

Com tantos exemplos em ecologia, um número maior de estudantes tomarão contato com estas tecnologias. A diversidade de assuntos também contribui para melhor o uso adequado do sensoriamento remoto, dando ao estudante a chance experimentar outras abordagens. Com estes exemplos os principais usos que se pode fazer de imagens de satélite são apresentados. A variação sazonal do NDVI, as variações na assinatura espectral, a rotação de imagens e a classificação de imagens multiespectrais são apenas alguns dos tópicos tratados nos exemplos. No que tange às técnicas de geoprocessamento, os exemplos apresentados aqui tratam dos tópicos mais marcantes. O geo-referenciamento de imagens de satélite, a análise espacial do MNT, a álgebra de mapas e os modelos de tomada de decisão. Como as

atividades do Departamento de Ecologia da USP deverão prosseguir, em pouco tempo será possível fornecer um novo CD com exemplos de temas atualizados e métodos mais modernos.

4. Referências:

- APARÍCIO, C. 2001 – “Utilização de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Orbital para análise espacial de paisagem com incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana “.Dissertação de Mestrado no Departamento de Ecologia – IB/USP, 93 pp
- BECERRA, J.A.B. 1999 - “Zoneamento Ecológico visando pastejo de comunidades vegetais das montanhas tropicais andinas, do Parque Nacional de Manú, Peru. ”. Dissertação de Mestrado no Departamento de Ecologia – IB/USP, 72 pp
- GARDNER, H. 1985 - Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books.
- GREENFIELD, P. M.. 1988 - O Desenvolvimento do Raciocínio na Era da Eletrônica: os efeitos da TV, computadores e videogames. São Paulo: Summus, 162 p.
- HAREL, P.; PAPERT,L. 1991 - SSs (Eds). Constructionism. Ablex Publishing.
- LÉVY, P. 1993 - As tecnologias da Inteligência: o Futuro do Pensamento na Era da Informática. Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34.
- LUZ, B.R. 2000 – “Zoneamento Ecológico do Parque das Furnas do Bom Jesus, em Pedregulho-SP, usando Sensoriamento remoto e SIG”. Dissertação de Mestrado no Departamento de Ecologia – IB/USP. 63p.
- MESQUITA JR, H.N. 1998 – “Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga – SP) “Dissertação de Mestrado no Departamento de Ecologia – IB/USP 118 pp.
- MUCCI, L.F. 1999 – “Modelagem espacial do risco epidemiológico para malária em porção paulista da zona de influência do reservatório de Porto Primavera” Dissertação de Mestrado no Departamento de Ecologia – IB/USP 108 pp.
- THORNBURG, D. D. 1991 - Education, Technology and Paradigms of change for the 21st century, USA: Starsong Publications, p. 29 e 143.
- WARMAN, R. S. 1991 - Ansiedade da informação: como transformar informação em compreensão. São Paulo, Cultura Ed. Associados.

5. Agradecimentos:

Ao Programa SIAE-2001, financiado pela Universidade de São Paulo (www.usp.br/siae).