



# CONTRIBUIÇÕES DO SENSORIAMENTO REMOTO AO ESTUDO DE BIOMAS BRASILEIROS

## REMOTE SENSING CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF BRAZILIAN BIOMES

**Juliana Mariani Santos<sup>1</sup>**

**Regis Alexandre Lahm<sup>2</sup>, Valderéz Marina do Rosário Lima<sup>3</sup>, Regina Maria Rabello Borges<sup>4</sup>**

1 PUCRS/ Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, ju.mariani@gmail.com

2 PUCRS/ Faculdade de Geografia, lahm@pucrs.br

3 PUCRS/ Pró-Reitoria de Graduação, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/PUCRS, valderéz.lima@pucrs.br

4 PUCRS/ Faculdade de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, rborges@pucrs.br

### Resumo

Este artigo apresenta uma pesquisa bibliográfica realizada a partir do problema: como atualizar o estudo escolar sobre biomas por meio do sensoriamento remoto? O trabalho serviu de base a uma proposta educacional que foi testada junto a professores em formação, em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, sendo avaliada a percepção dos participantes quanto à contribuição desse recurso ao estudo de Ecologia e à sua formação como professores de Ciências. Os resultados indicam avanços na construção de novos saberes e a importância da atualização conceitual e metodológica para o ensino de Ciências na educação básica.

**Palavras-chave:** Biomas Brasileiros; Sensoriamento Remoto; Formação de professores; Educação em Ciências.

### Abstract

This paper presents a literature research from the problem: how to update the school study on biomes through remote sensing? The work formed the basis for an educational proposal that was tested with teachers in training in a course of degree in Biological Sciences, and assessed the perception of participants about the contribution of this feature to the study of ecology and their training as teachers of science. The results indicate progress in the construction of new knowledge and the importance of conceptual and methodological update for teaching science in elementary education.

**Keywords:** Brazilian Biomes, Remote Sensing, Teachers Training, Science Education.

## **INTRODUÇÃO**

Este artigo apresenta resultados de um estudo interdisciplinar relacionado à utilização do sensoriamento remoto no estudo de biomas brasileiros, que fundamentaram a proposta educacional implementada em um estágio docente, em um curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. O estudo faz parte de uma dissertação de mestrado (Autor 1, 2009) cujo objetivo foi avaliar uma proposta educacional sobre ecossistemas em um trabalho integrado com licenciandos em Ciências Biológicas, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta. Este objetivo se desdobrou em quatro objetivos específicos: identificar as idéias prévias dos participantes quanto aos biomas e sensoriamento remoto; acompanhar a avaliar seu desempenho na aplicação, em sala de aula, do sensoriamento remoto como ferramenta no ensino de Ciências; avaliar contribuições do estudo à aprendizagem de conceitos de ecologia; avaliar a proposta no contexto da formação de professores de Ciências.

Em artigos submetidos a revistas, foram apresentados resultados e contribuições da pesquisa empírica. Neste, porém, o foco está direcionado à integração entre subsídios teóricos a partir do problema: como o sensoriamento remoto pode contribuir à atualização do estudo sobre biomas brasileiros, em aulas de biologia no ensino médio?

A resposta a essa questão envolveu um trabalho participativo junto a licenciandos em Ciências Biológicas que realizavam, em escolas da rede pública estadual do Rio Grande do Sul, seus estágios docentes curriculares e obrigatórios. Eles avaliaram a proposta concretizada em uma oficina pedagógica. Entretanto, para que esse trabalho se tornasse possível, foi necessário antes aprofundar o estudo a respeito, conforme a síntese aqui apresentada.

A reflexão sobre práticas pedagógicas que se valem de ferramentas tecnológicas atuais para os processos de ensino e aprendizagem é essencial para auxiliar os sistemas de ensino na adequação às novas condições da sociedade moderna, preparando profissionalmente e incluindo também os aspectos culturais, sociais e éticos na formação docente, para um exercício da cidadania condizente com a sustentabilidade e a vida no planeta.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (PCN+) (BRASIL, 2008) destacam a importância do conhecimento científico e tecnológico na educação básica. De tal modo, em coerência com essas orientações, há incentivo à introdução de novas tecnologias, como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, no ensino fundamental e médio. Isso é válido também para a educação superior, na busca da qualidade pela formação do professor e qualificação de sua prática docente (ZABALZA, 2004).

Junto à atualização tecnológica, a reflexão sobre assuntos ligados à Ecologia e à educação ambiental é necessária para atualização da educação básica e superior, preferencialmente com uma abordagem CTS, relacionando ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (DELIZOICOV e AULER, 2006). Por essas razões, uma nova abordagem para o estudo dos biomas foi considerada relevante em uma proposta desenvolvida com professores em formação.

## **ESTUDANDO BIOMAS BRASILEIROS COM O SENSORIAMENTO REMOTO**

Bioma, segundo Odum (1998), é um ecossistema terrestre caracterizado por vegetação e outras peculiaridades que o diferenciam de outros ecossistemas. Em uma oficina didático-pedagógica voltada a este tema tão importante da ecologia (SANTOS JÚNIOR, 2007), foi utilizado o sensoriamento remoto, “[...] tecnologia que permite

obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.” (Florenzano, 2002, p.9).

Os biomas costumam ser representados por figuras em livros, descrições e mapas, mas seu estudo em imagens de satélite, em tempo real, é novidade nas escolas, embora já existam trabalhos bem sucedidos sobre educação ambiental com utilização desse recurso, como o de Lima e Batista (2006) e o de Santos Júnior (2007). É importante ampliar contribuições nesse sentido, pois figuras e gráficos podem capturar a essência dos biomas terrestres, segundo Purves (2007). Esse e outros autores, como Odum (1988, 2004), utilizam o método de combinar imagens e textos explicativos para descrever fenômenos e explicitar conteúdos, na tentativa de fazer com que a teoria seja entendida mais facilmente.

Com novos recursos como o sensoriamento remoto, é possível visualizar e estudar ecossistemas com uma nova perspectiva para entender o conjunto de todos eles, a Biosfera, um grande sistema capaz de auto-regulação, sendo, por si próprio, auto-suficiente por sua riqueza de vida e pelo fluxo de energia que o mantém equilibrado (BUSH, 1997; CAPRA, 2006). Mas a ação humana há muito tem lhe causado danos (LORENZ, 1991).

A manutenção, estudo e preservação das áreas restantes de florestas tropicais e outros sistemas ecológicos tornou-se prioridade em diversos países e cada vez mais se cria e investe em áreas de proteção ambiental. No Brasil, a maneira de se manejar e manter áreas de proteção e conservação ainda é precária e alvo de muitas discussões. O controle de impactos e monitoramento dessas áreas é importante para a conservação dos remanescentes, além de um desafio para as instituições encarregadas de tal tarefa. Há preocupações também em relação à conservação do bioma Pampa, no Sul do país (BRASIL, 2007c).

O desmatamento crescente é considerado como um dos problemas mais graves que afetam as Unidades de Conservação em todo território brasileiro, sendo agravado nas áreas de florestas (COSTA, 2004). É importante uma ferramenta para gerar dados e manipulá-los, bem como cruzar informações e utilizá-las para o monitoramento destas áreas. O sensoriamento remoto, o Geoprocessamento, Sistemas Geográficos de Informações (SIG), Sistemas de Análise Geoambiental, que utilizam imagens e informações de satélite têm sido usados em grande escala para fins de análise ambiental e vêm desempenhando papel importante na luta pela preservação de recursos naturais.

Já é comum o uso das imagens de satélite na Biologia, para controle de áreas degradadas, proteção ambiental, monitoramento da qualidade da água e do ar de diversos locais, assim como para determinar áreas de ocorrência de espécies. Além dessas, o sensoriamento remoto pode ter outras aplicações em vários campos do conhecimento, pois resulta de um trabalho multidisciplinar entre diversas Ciências (NOVO, 1992) e vem tendo muitas aplicações (PINHEIRO, KUX, 2005; COSTA, SILVA, 2004). Mas antes de utilizar é preciso conhecer o recurso.

Existem elementos necessários para obtenção das imagens de satélite (NOVO, 1992): o alvo, objeto do qual se quer obter uma imagem - uma cidade, uma pessoa, vegetação, água; a energia, que possibilita visualizarmos o alvo; e o sensor, que captura a energia refletida pelo alvo. Os satélites que ficam em órbita, e que carregam sensores capazes de capturar as imagens, precisam da energia solar para isso, pois não emitem sua própria radiação. Então, a radiação eletromagnética do Sol chega à Terra e é refletida de volta ao satélite, que converte essas informações em imagens e manda diretamente para um sensor na Terra, onde utilizam-se diferentes softwares para colorilas, pois as imagens chegam em tons de cinza.

A tonalidade das imagens depende da refletância do alvo: quanto mais energia refletir, mais próximo ficará do branco, e quanto menos energia, mais perto do preto. Sobre isso Florenzano (2002, p.20) afirma que “Ao projetar e sobrepor essas imagens, através de filtros coloridos, azul, verde e vermelho (cores primárias), é possível gerar imagens coloridas [...]”, cabendo-nos colorir as imagens com diferentes softwares para observar melhor diferentes alvos.

Imagens de uma mesma área podem ser obtidas em diferentes faixas espectrais, chamadas de canais ou bandas. Florenzano (2002, p.14) afirma que isto acontece “Da mesma forma que é possível transmitir um jogo de futebol em diferentes emissoras de rádio e TV, que operam em diferentes frequências de energia, denominadas canais”, em uma analogia que facilita a compreensão do processo

Cada banda possibilita a observação de um alvo. Com a combinação de várias bandas é possível ter, na mesma imagem, vários alvos observáveis, que em uma só não seria possível a obtenção. Sausen (2006, p.5) esclarece que cada sensor carregado em satélites apresenta bandas diversas, capazes de operar em diferentes faixas do espectro eletromagnético, e por isso afirma: “[...] conhecendo o comportamento espectral dos alvos na superfície terrestre é possível escolher as bandas mais adequadas para estudar os recursos naturais.”

Qualquer objeto a ser registrado por imagem de satélite é chamado alvo, desde que possua temperatura absoluta acima de zero (°k) e, portanto, seja capaz de emitir energia. Por exemplo, se um biólogo quiser observar uma mata nativa, seu alvo será a vegetação do lugar. Se quisermos observar nossa casa ela será nosso alvo. No estudo focalizado neste artigo, o alvo é cada bioma existente no Brasil,

É importante lembrar que a biodiversidade da fauna e da flora depende de muitos fatores, como o clima característico de cada região. Dependendo da latitude e longitude, este se altera. Dos pólos em direção ao Equador as temperaturas se elevam, e combinando esse fator a outros, como pluviosidade, tipo de solo e relevo, há diferentes formas de vida, constituindo os biomas terrestres. É possível estabelecer limites para um bioma a partir da constituição da vegetação clímax de cada um destes ambientes.

Então, o bioma é uma classificação construída para facilitar o estudo do meio ambiente. É um ecossistema terrestre caracterizado por vegetação e outras peculiaridades que o diferenciam de outros ecossistemas, mas dentro desse grande ecossistema chamado bioma, existem outros ecossistemas menores, também com sua vegetação e organismos característicos.

Os biomas terrestres podem ser classificados de forma diferente, dependendo do autor, mas os principais biomas do mundo são: a Tundra, a Taiga, as Florestas Temperadas, as Florestas tropicais, os Campos e os desertos.

No Brasil, onde o terreno tem mais de 8 milhões de quilômetros quadrados e grande variabilidade de luminosidade e clima, existem diferentes biomas. Os principais são, conforme o IBGE e o IBAMA, órgãos do governo brasileiro: a Amazônia, a Caatinga, a Mata Atlântica, o Cerrado, o Pantanal e o Pampa, ou Campos do Sul (BRASIL, 2007a, 2007b). Durante a vivência da proposta, os licenciandos tiveram a oportunidade de visualizar esses biomas por imagens de satélite, relacionando a prática e a teoria.

D’Ambrosio (1997, p.75) considera a educação como um espaço para esse tipo de abordagem, afirmando: “[...] vejo como absolutamente necessário na educação em geral: espaço para críticas e polêmicas.”. Ora, a situação dos biomas, não só brasileiros, mas de todo o mundo, gera polêmica e precisa ser tratada criticamente pela população.

A fim de compreender melhor as contribuições do sensoriamento remoto à atualização metodológica do estudo de biomas, imagens de satélite dessas áreas foram

comparadas a figuras apresentadas em livros didáticos, que elucidam como os biomas e ecossistemas são estudados habitualmente nas escolas, tanto no ensino fundamental como no médio. Os livros didáticos e mapas geográficos trazem, freqüentemente, os mesmos tipos de imagens e desenhos, com cores diversas às quais os alunos devem relacionar os ambientes naturais.

As informações veiculadas são interessantes. Por exemplo, Linhares e Gewandsznajder (2005, p.504) comparam, com auxílio de uma ilustração, a área de cobertura de ecossistemas brasileiros no ano de 1500 (imagem menor) e no ano de 2001. Para os alunos, entretanto, nem sempre é fácil a compreensão por meio das figuras. Por exemplo, no livro referido acima a Amazônia aparece como uma mancha verde, e também é representada em verde em ilustração do IBGE (BRASIL, 2007a) disponibilizada na internet. Em figura apresentada em outro livro didático (CANTO, 1999, p. 69), entretanto, esse bioma é marcado com a cor azul, tendo limite com o bioma Cerrado, que aparece com diferentes colorações dependendo do livro – em Linhares; Gewandsznajder (2005, p.504) é de cor marrom, e aparece em cor de rosa nos ecossistemas naturais do Brasil representados por Canto (1999, p. 69), sendo também rosa em figura que mostra a distribuição dos biomas brasileiros segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL, 2007a).

Nas ilustrações esquemáticas, os limites dos biomas se tornam restritos e aparecem como linhas, barreiras de vegetação, ou padrão de cores, dependendo da imaginação do aluno, perdendo suas características das zonas de borda, onde os tipos de vegetação misturam-se, criando novas paisagens inexistentes adentrando os biomas principais. Estas áreas de transição entre ecossistemas são importantes para o estudo do meio ambiente. Entretanto, essa abordagem não é contemplada em desenhos esquemáticos apresentados em livros, e deveria ser complementada com outros recursos.

Frota-Pessoa (2001, p.80) apresenta uma ilustração de biomas brasileiros em suas áreas originais de ocorrência, e em outra figura, na mesma página, uma separação entre biomas e área antrópica. Nessa segunda figura há um isolamento da área antrópica em relação aos ecossistemas. Enquanto a primeira figura mostra os biomas em suas áreas originais, como consequência das diferenças de temperatura e solo do território brasileiro, na imagem seguinte há um afastamento entre biomas e o espaço ocupado pelos seres humanos, designado como “área antrópica”. É interessante esse registro, pois, atualmente, problemas significativos relacionados ao meio ambiente vêm sendo causados por uma espécie em particular, o *Homo sapiens*. Esta destruição do habitat é a principal causa de extinção ou ameaça para as espécies, inclusive a nossa (PURVES, 2005).

Quanto aos livros, o Programa Nacional do Livro Didático, do Ministério da Educação (BRASIL, 2007c), defende o acesso ao livro didático como um direito dos alunos, pois esse instrumento é um recurso eficaz para o processo de aprendizagem e a prática docente, promovendo a inclusão social e qualificando a educação básica. Recomenda ainda cuidados aos professores para bem selecionar os livros, embora esses já tenham sido previamente avaliados antes de serem disponibilizados.

Certamente os desenhos referidos neste texto estão corretos e adequados, conforme a finalidade a que se propõem, pois as cores e as linhas que aparecem nos mapas são convencionais e isto é devidamente explicitado neles. Ainda assim, cabe ressaltar o quanto pode ser extraordinária a mudança de percepção dos biomas proporcionada por recursos como as imagens de satélite do território brasileiro, adquiridas pelo aplicativo *Google Earth*, como, por exemplo, um mapa do Brasil

disponibilizado em: <http://earth.google.com/intl/pt/index.html>. Por que não utilizar esse recurso de modo complementar?

~~Ainda que os livros didáticos sejam importantes na educação e que, em alguns casos, seja esse o único recurso de que se dispõe, é importante buscar introduzir nas aulas outras fontes de informações, metodologias diferenciadas e novas tecnologias, como a maior parte dos livros recomenda, em coerência com as orientações do próprio PNLD.~~

Os biomas podem ser percebidos como algo mais do que somente um quebra-cabeça colorido na página do livro. Seu estudo pode ser apaixonante, pois constituem uma rede de relações entre todos os sistemas vivos.

## **O SENSORIAMENTO REMOTO EM ESTUDOS AMBIENTAIS**

O futuro da biodiversidade e a qualidade de vida das próximas gerações dependem das escolhas e atitudes tomadas no presente (ODUM, 2004). A educação sobre os ambientes naturais é fundamental para cultivar-se o respeito, conhecimento e consciência do meio ambiente e do lugar do ser humano nele. Por essas razões é importante a educação ambiental na escola, criando oportunidade de conhecer e respeitar o grande sistema ecológico do planeta como um todo, e entender-se como parte dele.

Odum (2004) considera que o estudo do meio ambiente pode ser beneficiado com o recurso das imagens obtidas por sensoriamento remoto, sejam elas obtidas de satélites, aviões ou fotografias. Diferentes distâncias propiciam a análise de diferentes inter-relações de organismos e ambiente. Apresenta, então, diversas ilustrações para evidenciar isto, com fotos de grande nitidez. Uma delas mostra a Terra em maior distância, no nível de biosfera, na qual em primeiro plano encontra-se a superfície lunar. Na imagem de baixo, em distância menor, é possível observar ecossistemas como uma floresta e a costa da Geórgia, nos Estados Unidos, em uma fotografia que foi feita por um astronauta a bordo da Apollo 9 (ODUM, 2004, p. V).

Ilustrações da biosfera terrestre com nível de maior detalhamento podem mostrar diferentes níveis de organização dos seres vivos. O nível de comunidade pode de ser visualizado em infravermelhos, evidenciando, por exemplo, etapas da sucessão de uma floresta, em que manchas mais acinzentadas indicam árvores que perderam suas folhas durante a estação de seca (ODUM, 2004, p. VI).

Distâncias diferentes possibilitam a percepção de novas evidências e características do meio ambiente. Assim como as imagens da superfície da Terra capturadas pelos primeiros foguetes tripulados, em 1960, as imagens capturadas por satélites e disponíveis em aplicativos como o *Google Earth* permitem uma visão diferenciada do planeta. Ao olhar de longe existem novas perspectivas: “[...] Terra e seres humanos emergem como uma única entidade.” (BOFF, 2005, p. 15).

Atualmente há um crescente avanço e popularidade de *softwares* gratuitos como o *Google Earth*, que permitem a aquisição dessas imagens. É provável, então, que essa tecnologia tenha muito a contribuir à escola, criando novas oportunidades para uma prática docente inovadora, especialmente em relação ao estudo de biomas. O estudo dos ecossistemas e biomas brasileiros pode ocorrer de uma maneira mais atualizada e desenvolvendo novas habilidades, a partir da observação e análises de imagens de satélite. O aluno poderá observar e perceber de maneira diferente essas áreas e assim construir conhecimentos, fazer análises críticas sobre os conteúdos, bem como constatar as ações antrópicas no meio ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados da pesquisa bibliográfica, a resposta à questão problema que serviu como eixo central ao estudo é afirmativa. A utilização do sensoriamento remoto como ferramenta pedagógica é adequada à utilização em sala de aula e pode constituir uma forma diferenciada de aprender e ensinar o conteúdo científico em sala de aula, sendo uma contribuição válida ao estudo de biomas, em coerência com trabalhos de Lima e Batista (2006) e Santos Júnior (2007) em educação ambiental, utilizando também o recurso das imagens de satélite. É importante ampliar contribuições neste sentido.

A importância da utilização de tecnologias como o sensoriamento remoto em aulas de ecologia e no estudo de diversos ecossistemas, como por exemplo os biomas brasileiros, aqui focalizados, não desmerece a utilização concomitante de outros recursos, como livros didáticos. Mas ainda que os livros didáticos sejam importantes na educação e que, em alguns casos, possam constituir o único recurso de que se dispõe, é importante buscar introduzir nas aulas outras fontes de informações, metodologias diferenciadas e novas tecnologias, como a maior parte dos livros recomenda, em coerência com as orientações do próprio PNLD (Plano Nacional do Livro Didático).

Destacamos que a pesquisa bibliográfica apresentada correspondeu a uma pesquisa empírica, na mesma dissertação de mestrado (SANTOS, 2009). No contexto da avaliação de uma oficina didático-pedagógica fundamentada neste estudo, os depoimentos dos participantes evidenciaram vontade de fazer um ensino diferente do tradicional e destacaram que a utilização de novas tecnologias em aula incentiva a curiosidade e a busca por novos conhecimentos, levando a pensar, construir argumentos e aprimorar a análise crítica.

Assim, a proposta desenvolvida junto aos licenciandos em Ciências Biológicas a partir do estudo apresentado neste artigo possibilitou que alunos de graduação refletissem, analisassem e criticassem o espaço e tempo em que vivem, encarando de uma nova maneira a forma de trabalhar o conteúdo junto aos seus alunos, para que cada um entenda melhor a realidade e a sociedade em que se encontra e decida fazer uso responsável da ciência e da tecnologia.

Pelos resultados da análise, os licenciandos consideram o estudo do ambiente como fundamental na educação básica, para a formação de cidadãos com consciência ecológica e respeito à natureza (SANTOS, 2009). O estudo dos biomas é importante neste sentido. Eles reconheceram o sensoriamento remoto e as imagens de satélite como recursos educacionais importantes para sua prática pedagógica, que pode ser inovadora e inspiradora tanto para professores quanto para alunos de diferentes níveis de escolaridade. Concordaram também que a atualização do ensino superior é fundamental para a atualização dos outros sistemas de ensino.

Nesse contexto, os licenciandos em Ciências Biológicas que vivenciaram e avaliaram a proposta, aprofundando-se nesse estudo, consideraram o sensoriamento remoto um ótimo recurso para utilizar em sala de aula, possibilitando tornar o processo de ensino e a aprendizagem mais interessante e interativo.

## REFERÊNCIAS

BOFF, Leonardo. *Ética da vida*. Rio de Janeiro: Sextante, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2007a.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2007b.

BRASIL. Ministério da Educação. Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio / PNLEM. Disponível em:  
[http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=com\\_content&task=view&id=920&Itemid=&sistemas=1](http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=com_content&task=view&id=920&Itemid=&sistemas=1). Acesso em: 19 jan. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o Ensino Médio*. Volume 2 - Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Capítulo 1 - Conhecimentos de Biologia. Disponível em:  
<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=680&Itemid=704>. Acesso em: 12 set. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Marluza Mattos. Grupo de trabalho terá agenda para conservação do bioma Pampa. Disponível em:  
[http://www.brasil.gov.br/noticias/ultimas\\_noticias/bioma\\_pampa/view?searchterm=biomas](http://www.brasil.gov.br/noticias/ultimas_noticias/bioma_pampa/view?searchterm=biomas). Acesso em: 01 nov. 2007c.

BUSH, Mark B. *Ecology of a changing planet*. New Jersey, Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.

CANTO, Eduardo Leite do. *Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano*. São Paulo: Moderna, 1999.

CAPRA, Fritjof. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 2006.

COSTA, Nadja Maria Castilho da; SILVA, Jorge Xavier da. Cap. 2. Geoprocessamento aplicado à criação de planos de manejo: o caso do Parque da Pedra Branca – RJ. p. 67-114. In: SILVA, Jorge Xavier da; ZAIDAN, Ricardo Tavares (Org.). *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Athena, 1997.

DELIZOICOV, Demétrio; AULER, Décio. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol.5, nº2, 2006, p. 337-355. Disponível em:  
[www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8\\_Vol5\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf). Acesso em: 03 jul. 2007.

ENRICONE, Délcia. (Org.) *A docência na educação superior: sete olhares*. Porto Alegre: Evangraf, 2006.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002.



FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FROTA-PESSOA, Oswaldo. *Os caminhos da vida: biologia no ensino médio: ecologia e reprodução*. São Paulo: Scipione, 2001.

LIMA, Suely Franco S.; BATISTA, Getúlio T. Implementação do sensoriamento remoto para educação ambiental básica em escolas públicas. *Anais GEOVAP 2006: Primeiro Seminário de Geoprocessamento do Vale do Paraíba*, Taubaté, Brasil, dez. 2006, UNITAU, P.38-53. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br/soac/viewabstract.php?id=2&cf=1>. Acesso em: 03 jul. 2007.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Biologia*: volume único. São Paulo: Ática, 2005.

LORENZ, Konrad. *Os 8 pecados mortais do homem civilizado*. 2. ed. Tradução Henrique Beck. São Paulo: Editora Brasiliense, 1991.

NOVO, Evlyn M.L. de Moraes. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

ODUM, Eugene P. *Fundamentos de Ecologia*. Tradução de Antônio M. A. Gomes. 7. ed. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian. 2004.

ODUM, Eugene P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

PINHEIRO, Eduardo da Silva; KUX, Hermann J. Heinrich. Imagens QuickBird aplicadas ao mapeamento do uso e cobertura da Terra do centro de pesquisas e conservação da natureza Pró-Mata. IN: BLASCHKE, Thomas; KUX, Hermann. (Orgs.). *Sensoriamento remoto e SIG: novos sistemas sensores; métodos inovadores*. São Paulo: Oficina de textos, p. 263-279, 2005.

PURVES, William K. et al. *Vida: a ciência da biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SANTOS, Juliana Mariani. *Avaliação de uma oficina sobre biomas brasileiros junto à licenciandos em Ciências Biológicas, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTOS JÚNIOR, Donarte Nunes dos. *Geografia do espaço percebido: uma educação subjetiva*. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - PUCRS, Fac. de Física, 2007. Porto Alegre, 2007. 280 f.

SAUSEN, Tânia Maria. Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais. Disponível em: <http://www.herbario.com.br/fotomicrografia07>. Acesso em: 03 jul. 2007.