

## **O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL NA PESQUISA SOCIOECONÔMICA**

**MARINO JUNIOR, Edgard**

Professor da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça (FAEF)

emjr.faef@terra.com.br

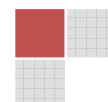
### **RESUMO**

O sensoriamento remoto orbital é um sistema de coleta de dados sobre o ambiente terrestre a partir de sensores à bordo de satélites. O aprimoramento constante dessa tecnologia têm possibilitado a disponibilização e um grande avanço no uso de imagens digitais por parte de profissionais de diversas áreas. Atualmente, existe um interesse crescente no uso de dados de sensoriamento remoto para o desenvolvimento da pesquisa socioeconômica. Informações coletadas por meio do sensoriamento remoto podem colaborar no entendimento dos processos de transformações ambientais de origem natural ou antrópica. Por outro lado, profissionais das ciências sociais podem contribuir no processo de validação dos dados coletados por meio do sensoriamento remoto orbital. Este trabalho apresenta uma revisão de literatura da evolução do sensoriamento remoto orbital, com ênfase no sistema Landsat. Também é de interesse observar como o sensoriamento remoto orbital e as ciências sociais podem conjuntamente melhorar o entendimento das interações do homem com o ambiente.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Landsat, Meio Ambiente, Satélite

Tema Central: Agronomia

### **ABSTRACT**



The Orbital Remote Sensing is a satellite sensor system for collecting data from the environment. The improvement of this technology has contributed to the availability and the use of the digital images in several research areas. Recently, many socioeconomic researchers have been pay attention to the use of remote sensing data. Remote sensing data can make possible better understanding of the environmental transformation processes that happened because of human actions. This paper presents a literature review of the remote sensing systems development with approach on Landsat System. Also, this paper pays attention on the integration of the remote sensing and social sciences with special attention of the interaction between human and environment.

Key Words: Remote Sensing, Landsat, Environment, Satellite

## **1. INTRODUÇÃO**

O sensoriamento remoto orbital não é uma tecnologia recente. Imagens digitais extraídas de sensores remotos à bordo de satélites têm sido uma realidade nas últimas três décadas (ESTES e JENSEN, 1980; MORAIN, 1998, RINDFUSS e STERN, 1998).

O primeiro programa espacial de sensoriamento remoto orbital originou-se nos Estados Unidos, embora atualmente países como França, Índia, Japão, Canada, Rússia, Brasil, China e União Européia operam satélites com sensores especializados em coletar informações ambientais da Terra.

O desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto orbital teve seu início na década de sessenta nos Estados Unidos e tinha como objetivo auxiliar na pesquisa científica aplicada à agricultura, floresta, geologia e água. Inicialmente com o nome ERTS (Earth Resources Technology Satellite), o programa Landsat se tornou realidade com o lançamento do primeiro satélite (Landsat-1), em julho de 1972, com dois tipos de sensores à bordo: o RBV (Return Beam Vidicon) e o MSS (Multispectral Scanner Subsystem). O primeiro foi planejado para aplicações cartográficas enquanto que o segundo foi planejado para análises espectrais de feições terrestres. As mesmas

características foram mantidas para os dois satélites seguintes, Landsat 2 e 3 lançados em 1975 e 1978, respectivamente (MORAIN, 1998).

As primeiras mudanças substanciais ocorridas no programa Landsat ocorreram com o lançamento das versões 4 e 5 desses satélites, em 1982 e 1984, respectivamente. Para essas versões foram concebidas melhoras na capacidade de aquisição de dados orbitais por meio da inclusão de dois sistemas sensores mais eficientes: o MSS e o TM e, ainda, a possibilidade de melhoria da eficiência do processamento da informação (NOVO, 1992).

O sucesso do programa Landsat associado ao crescente interesse mundial de informações obtidas por meio de sensoriamento remoto orbital fez com que surgissem novos programas de satélites em diversos países. Muitos programas, tais como: SPOT (França), IRS (Índia) e RESURS (Rússia) foram lançados na década de oitenta e possuíam características semelhantes ao programa Landsat, embora com variações nas resoluções temporais, espaciais, entre outras.

A década de noventa foi marcada pela melhoria dos programas já existentes e o surgimento de uma nova geração de satélites com sensores capazes de obter melhor resolução espacial abrindo, assim, a possibilidade de estudos mais detalhados das feições da terra. Exemplos desses programas são o IKONOS e o Quikbird que geram imagens com resoluções espaciais de até 1 X 1 m em determinados canais (JENSEN, 2000).

Vale ressaltar que a década de noventa foi importante devido ao surgimento de cooperações entre países emergentes como o Brasil e a China, que lançaram o programa CBERS criando, dessa forma, a possibilidade de aquisição de imagens digitais com menor custo para os usuários (MORAIN, 1998). Ainda nessa mesma década, foram lançados os satélites Landsat 6 e 7 carregando o sistema sensor ETM. O Landsat 6 não chegou a entrar em órbita devido a um problema no lançamento enquanto que o Landsat 7, lançado em 1998, obteve sucesso e apresenta resolução espacial de 15 X 15 m com baixo custo quando comparado à outros sistemas.

Para Morain (1998), o surgimento da tecnologia de sensoriamento remoto orbital promoveu uma nova compreensão na investigação das ciências ligadas ao ambiente. Atualmente, é possível o desenvolvimento de estudos em diversas escalas geométricas o que, certamente, poderá ajudar na conservação dos recursos naturais nas diferentes

regiões do planeta. Desta forma, o Sensoriamento Remoto apresenta-se como uma importante alternativa para estudos integrados envolvendo as mais diversas áreas de pesquisas.

## **2. A INTEGRAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO COM AS CIÊNCIAS SOCIAIS**

Atualmente existe um grande interesse na integração da tecnologia de sensoriamento remoto orbital e da pesquisa socioeconômica. A diversidade de sensores remotos em órbita está proporcionando a imagem e o envio de informações ambientais da superfície terrestre com as mais variadas resoluções espaciais, espectrais e temporais. As agências espaciais coletoras de dados de sensoriamento remoto mostram um interesse crescente em tornar essas informações úteis e disponíveis para os cientistas sociais.

Rindfuss e Stern (1998) alertam que o uso do sensoriamento remoto pode favorecer a melhoria da pesquisa socioeconômica de várias formas, embora o uso deste recurso progresso tenha sido tema de argumentações entre a comunidade científica. Alguns exemplos de como o Sensoriamento Remoto pode colaborar com as ciências sociais podem ser destacados: a) medida do contexto de fenômenos sociais; b) medida dos efeitos dos fenômenos sociais; c) conexões entre níveis de análises; e d) estudos temporais ou séries históricas.

As teorias sociais relacionam o comportamento humano com o contexto onde esses indivíduos estão locados. O contexto, por sua vez, pode denotar uma série de entidades, tais como: unidades administrativas, escolas, grupos raciais, etc.. A medida de um contexto pode ser feita de várias maneiras. Por exemplo, por meio de um censo em que informações socioeconômicas de um grupo representativo dos domicílios de um país podem ser obtidas e agregadas por estados, municípios, distritos e bairros. Desta forma, uma série de variáveis podem ser usadas em hipóteses que testam a relação entre os indivíduos e o contexto em que vivem. Informação adicional relacionada ao contexto biofísico pode ser grande utilidade nestes casos e o sensoriamento remoto aparece como uma excelente alternativa para coleta desse tipo de informação (RINDFUSS e STERN, 1998).

Allen e Barnes (1985) relataram uma correlação significativa entre o crescimento populacional do período de 1970 a 1979 e o desmatamento florestal de 1975 a 1980 em 76 países tropicais. Para isso, usaram dados de sensoriamento remoto orbital. Já Skole (1994) examinou o crescimento populacional de áreas rurais e o desmatamento da Amazônia Legal Brasileira. Em seu estudo, Skole basicamente tabulou dados de sensoriamento remoto (desmatamento) e o censo do IBGE para o período de 1975 a 1979, em cada município amazônico. Os resultados obtidos por Skole (1994) evidenciaram alta correlação entre o crescimento populacional e o desmatamento na Amazônia Legal.

Wood e Skole (1998) testaram a correlação entre o desmatamento na Amazônia, usando, para esse fim, dados de Landsat MSS e indicadores do censo demográfico de 1980. Vale ressaltar que o censo brasileiro possui uma série de indicadores, em especial, a densidade populacional, que podem ser desagregados em nível de município. Os resultados das análises realizadas por Wood e Skole mostraram uma correlação estatística significativa entre a densidade populacional e o desmatamento. Contudo, os autores concluíram que a densidade populacional isoladamente tem baixo poder explanatório com relação ao desmatamento na Amazônia. Ao incluir indicadores de migração entre áreas rurais e urbanas na análise, Wood e Skole puderam constatar que o desmatamento está mais intimamente ligado ao povoamento de áreas rurais com baixa densidade populacional.

Moran e Brondizio (1998) estudaram as mudanças do uso da terra após desmatamentos na Amazônia. O projeto integrou métodos antropológicos tradicionais, coleta biológica de campo e dados de sensoriamento remoto (Landsat TM). O objetivo do estudo era o de entender como as decisões humanas influenciam o desmatamento, o subsequente uso da terra e, ainda, o repovoamento de floresta secundária na Amazônia. Alguns dos parâmetros utilizados no estudo realizado por Moran e Brondizio (1998) para medir a sobrevivência de espécies florestais após o uso da terra incluíram: (a) a escolha do solo pelos posseiros, (b) a escolha da área à ser limpa, (c) o método de limpeza da área, (d) a escolha das variedades utilizadas após a limpeza, e (e) a frequência de semeadura. Os autores concluíram que o uso da tecnologia de sensoriamento remoto propiciou uma amostragem melhor distribuída quando comparada aos métodos tradicionais. O uso de tal recurso favoreceu o contato com

domicílios, solos e paisagens os quais não seriam amostrados com o uso somente de métodos tradicionais.

Masek et al. (2000) relacionaram imagem Landsat TM à dados socioeconômicos na área de Washington D.C.. Os resultados da pesquisa mostraram uma correlação entre o crescimento populacional e o aumento da área construída na região. O mesmo estudo concluiu que as áreas que mais sofreram transformações ao longo do tempo eram aquelas provenientes de bairros rurais que, então, passaram a ser locais residenciais ou comerciais.

Os relatos descritos acima permitem evidenciar (ou concluir) que observações feitas por meio de sensoriamento remoto podem ser de grande importância para as ciências sociais. Mas o que as ciências sociais podem colaborar para a tecnologia do sensoriamento remoto? Rindfuss e Stern (1998) argumentam que as ciências sociais podem ajudar na interpretação e validação de dados coletados por meio do sensoriamento remoto.

De forma geral, especialistas em sensoriamento remoto reconhecem a necessidade de um confronto entre dados coletados pelo sensoriamento remoto e a verdade terrestre o que, por sua vez, permite assegurar níveis de classificações satisfatórios das imagens de satélite. Exemplos desta afirmação podem ser evidenciados nos vários estudos citados anteriormente (ALLEN E BARNES, 1985; MORAM e BRONDIZIO, 1998; WOOD e SKOLE, 1998).

A fim de se atingir tal confronto, torna-se necessário a realização de observações em nível de campo para o desenvolvimento de um algoritmo que seja capaz de distinguir espectralmente entre duas ou mais categorias de cobertura terrestre.

Embora a classificação de categorias de coberturas da terra requera observações locais, a ciências sociais não têm sido usualmente considerada para esta atividade. No entanto, algumas verdades terrestres que são envolvidas em classificações remotas dependem de informações socioeconômicas. Um exemplo habitual desta categoria exclui a classificação de um determinado uso da terra que pode ser classificado de maneira a não corresponder exatamente com a categoria de cobertura de solo. Neste sentido, coberturas de árvores podem ser classificadas socialmente como florestas, parques, bosques, pomares, agroflorestas produtivas, entre outras (RINDFUSS e STERN, 1998).

Outros aspectos importantes em que os cientistas sociais podem colaborar na aquisição e disseminação de dados de sensoriamento remoto estão relacionados à confiabilidade e ao uso público desses dados.

Os especialistas em sensoriamento remoto geralmente enfrentam o aspecto “confiabilidade” no momento de disseminação das informações extraídas remotamente. Muitas técnicas de coleta de dados, tais como: entrevistas, observações e dinâmica de grupo requerem uma motivação constante por parte dos respondentes para que informações honestas, abertas e responsáveis possam ser coletadas e administradas. Nestes casos, os cientistas sociais podem ter uma participação indispensável no processo. Por exemplo, muitas universidades e órgãos de pesquisas possuem um conselho de revisores (review boards) próprio da instituição para revisar planos de pesquisas e garantir a privacidade e proteção das pessoas pesquisadas, ou seja, uma forma de garantir que os dados coletados irão ser usados somente com o propósito estatístico ou de pesquisa (RINDFUSS e STERN, 1998).

O uso público de dados de sensoriamento remoto vem ganhando atenção especial por parte da comunidade internacional. A discussão central gira em torno da invasão de privacidade à que estão sujeitos os proprietários ou moradores das localidades estudadas.

Entwisle et al. (1998) comentaram a reação de surpresa, por parte dos tailandeses, quando os mesmos viram, durante um seminário, as imagens de satélite das áreas de estudos locais. A primeira pergunta surgida nesse seminário foi: “onde vocês (pesquisadores) conseguiram estas imagens?” A reação dos tailandeses evidenciou a preocupação dos mesmos sobre o fato de que qualquer um pode simplesmente comprar aqueles tipos de imagens. Entwisle et al. (1998) argumentaram que a reação dos tailandeses não são isoladas e que muitos proprietários mostram preocupação com a violação de seus segredos nas práticas do uso da terra principalmente se estas são contrárias às exigidas por órgãos governamentais.

Como ainda não existe uma lei internacional voltada para a regulamentação do uso de dados de sensoriamento remoto orbital, vários conflitos surgem em decorrência desta prática. Rindfuss e Stern (1998) reconhecem as habilidades dos cientistas sociais em lidar com este tipo de problema o que torna viável muitos projetos de pesquisa que envolvem a participação de pessoas individualmente ou coletivamente.

### 3. CONCLUSÕES

As informações apresentadas neste trabalho constituem uma breve demonstração de como a integração do sensoriamento remoto com as ciências sociais pode melhorar o entendimento das interações ocorridas entre o homem e o ambiente. A crescente disponibilização de dados de sensoriamento remoto bem como o aprimoramento das técnicas de processamento dos dados despertam, cada vez mais, o interesse por parte de profissionais oriundos de outras áreas em utilizar esta tecnologia.

Por outro lado, analistas de dados de sensoriamento remoto tendem a buscar apoio de profissionais especialistas das mais diversas áreas no sentido de aperfeiçoar a coleta e administração de informações obtidas por meio do sensoriamento remoto. Assim, conclui-se que a referida integração pode ajudar no desenvolvimento dos seguintes aspectos: Interpretação da dinâmica dos recursos naturais em escala local, regional e global; Entendimento dos efeitos humanos no ambiente e suas conseqüências; Modelagem e predições de futuras mudanças que podem ocorrer no ambiente; Maior precisão no planejamento e tomada de decisões por parte das pessoas.

Finalmente, é possível concluir que muitas das dificuldades encontradas por profissionais especialistas que se aventuram em outras áreas de conhecimento podem ser amenizadas com a criação da consciência de formação de profissionais treinados para combinar habilidades de sensoriamento remoto e ciências sociais.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, J.C.; D.F. BARNES. The Causes of Deforestation in Developing Countries. In **Annals of the Association of American Geographers** 75(2):163-184, 1985.

ESTES, J.E.; JENSEN, J.R. Impacts of Remote Sensing on U.S. Geography. In: **Remote Sensing of Environment**, 10:43-80, 1980.

JENSEN, J.R. Remote Sensing of the Environment: An **Earth Resources Perspective**. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, 2000.

MORAIN, S.A. A Brief History of Remote Sensing Applications, with Emphasis on Landsat. In **People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science**. D.



Liverman, E.F. Moran, R.R. Rindfuss, and P.C. Stern, (Eds). **Nacional Academy Press**, Washington, D.C. pp 70-93, 1998.

MORAN, E.F., BRONDIZIO, E. Land-Use Change After Deforestation in Amazon. In: People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science. D. Liverman, E.F. Moran, R.R. Rindfuss, and P.C. Stern, Editors. **Nacional Academy Press**, Washington, D.C. pp 94-120, 1998.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgar Blücher, 1992. 308p.

RINDFUSS R.R; STERN, P.C. Linking Remote Sensing and Social Science: The Need and The Challenges. In People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science. D. Liverman, E.F. Moran, R.R. Rindfuss, and P.C. Stern, (Eds). **Nacional Academy Press**, Washington, D.C. pp 70-93, 1998.

SKOLE, D.L. Data on Global Land-cover Change: Acquisition, Assessment, and Analysis. In Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective, William B. Meyer and B.L. Turner II (Eds.) **Cambridge University Press**, New York, NY pp 437-469, 1994.

WOOD, C.H.; SKOLE, D. Linking Satellite, Census, and Survey Data to Study Deforestation in the Brazilian Amazon. In People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science. D. Liverman, E.F. Moran, R.R. Rindfuss, and P.C. Stern, (Eds). **Nacional Academy Press**, Washington, D.C. pp 70-93, 1998.