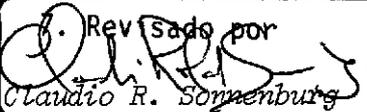
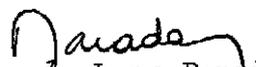


1. Classificação <i>INPE-COM.10/PE</i> <i>CDU: 621.38SR:63</i>		2. Período	4. Critério de Distribuição:  interna <input type="checkbox"/>  externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>SISTEMA LANDSAT</i> <i>SISTEMA AUTOMÁTICO DE INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS</i> <i>LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS</i>			
5. Relatório nº <i>INPE-1153-PE/105</i>	6. Data <i>Novembro 1977</i>	7. Revisado por  <i>Claudio R. Sonnenburg</i>	
8. Título e Sub-Título  <i>APLICAÇÃO DO SISTEMA LANDSAT NA AVALIAÇÃO DE RECURSOS AGRONÔMICOS E FLORESTAIS</i>		9. Autorizado por   <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
10. Setor <i>DSR</i>	Código	11. Nº de cópias <i>10</i>	
12. Autoria <i>Mário Valério Filho</i>		14. Nº de páginas <i>11</i>	
13. Assinatura Responsável 		15. Preço	
16. Sumário/Notas <i>Os sensores multiespectrais dos satélites LANDSAT aplicados ao reconhecimento dos recursos terrestres, tem sido usadas com sucesso no controle das áreas de projetos agropecuários da Amazônia, bem como na avaliação e classificação de áreas reflorestadas, solos e estatísticas agrícolas. Nesse sentido a repetitividade de imageamento associada as demais características tecnológicas dos instrumentos sensores, tem possibilitado o desenvolvimento de metodologias de estudo que admitem critérios de interpretação seletiva fundamentada nas variações espacial e espectral dos produtos gravados pelas estações rastreadoras.</i>			
17. Observações			

APLICAÇÃO DO SISTEMA LANDSAT NA AVALIAÇÃO  
DE RECURSOS AGRONÔMICOS E FLORESTAIS

Engº Agrº M. Valério Filho

Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)  
São José dos Campos - SP

SUMÁRIO

Os sensores multiespectrais dos satélites LANDSAT aplicados ao reconhecimento dos recursos terrestres, tem sido usados com sucesso no controle das áreas de projetos agropecuários da Amazônia, bem como na avaliação e classificação de áreas reflorestadas, solos e estatísticas agrícolas. Nesse sentido a repetitividade de imageamento associada as demais características tecnológicas dos instrumentos sensores, tem possibilitado o desenvolvimento de metodologias de estudo que admitem critérios de interpretação seletiva fundamentada nas variações espacial e espectral dos produtos gravados pelas estações rastreadoras.

## INTRODUÇÃO AO SISTEMA LANDSAT

O mundo de hoje, atravessa uma fase em que há necessidade de instrumentos capazes de fornecerem informações globais e imediatas para o levantamento, a conservação e o controle dos recursos naturais.

A tecnologia do sensoriamento remoto orbital, associada à repetitividade de imageamento e às demais características tecnológicas dos sensores, se oferece como instrumento capaz de contribuir para a solução de tais problemas.

O sensoriamento remoto (aplicação de dispositivos que, colocados em aviões ou satélites, permitem obter informações sobre a superfície e sub-superfície da Terra) teve seu início em meados do século XIX, quando câmaras fotográficas foram colocadas em balões para a obtenção de informações militares.

Somente na década de 60, é que as técnicas de sensoriamento remoto atingiram, de modo mais intenso, o setor das aplicações civis, e apoiados nos resultados alcançados, tanto através de aeronaves como das missões MERCURY, APOLLO e posteriormente os satélites meteorológicos, é que a NASA (National Aeronautics and Space Administration) iniciou o desenvolvimento de um satélite específico para levantamento de recursos naturais.

Tal esforço culminou com o lançamento, em 23 de julho de 1972, do primeiro satélite da série ERTS (Earth Resources Technology Satellite) atualmente LANDSAT, o segundo deles lançado em 22 de janeiro de 1975 (em operação) e o terceiro com lançamento previsto para março de 1978.

Os satélites LANDSAT, Fig. 1, constituem uma versão modificada de satélites meteorológicos da série NIMBUS, representando os primeiros veículos orbitais civis, não tripulados, capazes de levantar informações sinóticas e repetitivas da superfície terrestre durante longos períodos.

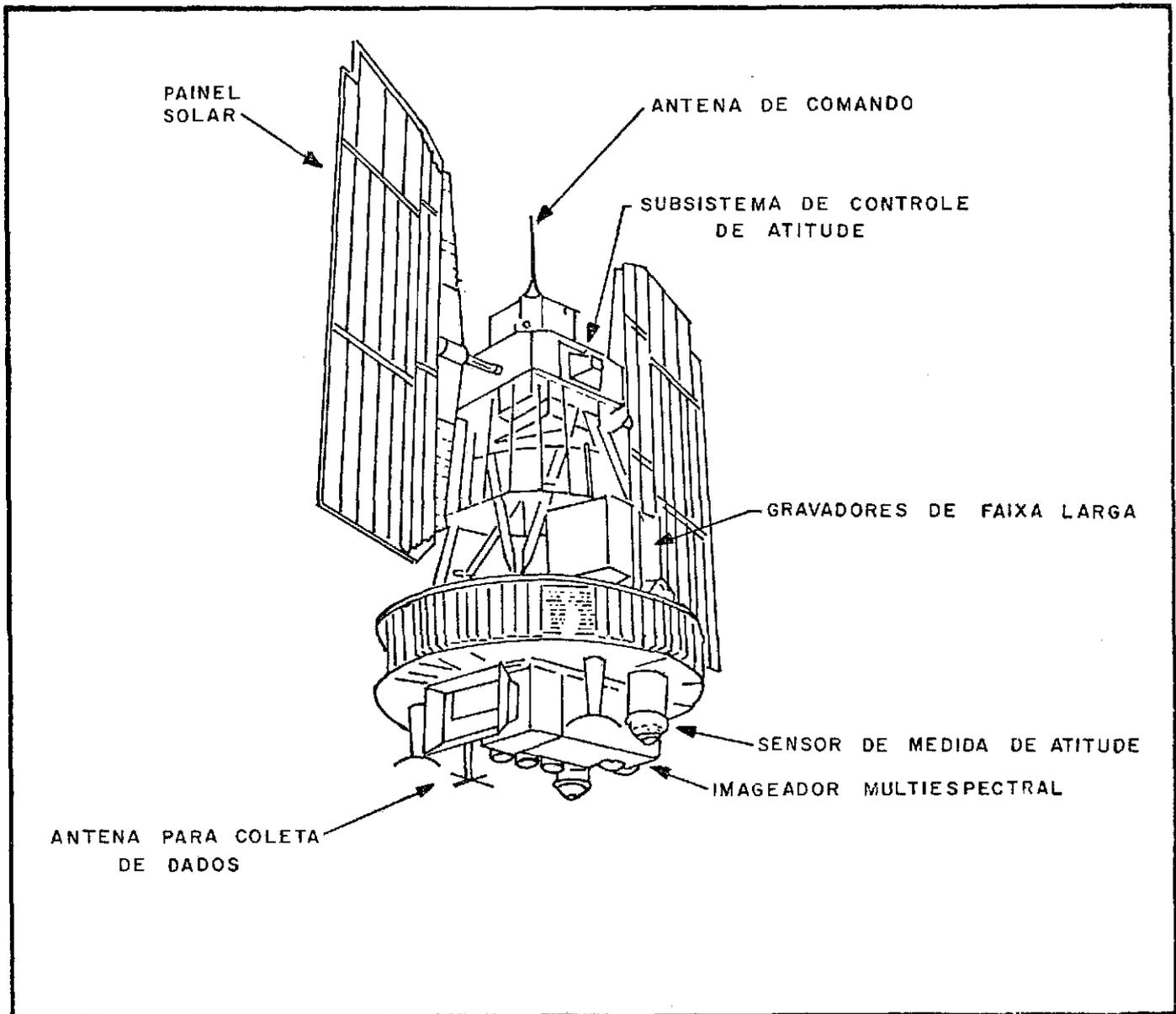


Fig. 1 - Configuração do Satélite LANDSAT

Para atingir os objetivos específicos referentes a recobrimento, cobertura mundial, repetitividade e aquisição de dados, na mesma hora local, os satélites LANDSAT são colocados numa órbita circular, quasi-polar, síncrona com o sol e a uma altura média de 920 km em relação à superfície da Terra.

A passagem sobre o equador, se dá as 9 h 42 min (hora local média), sendo que o período de revolução orbital é de 103 minutos e 16 segundos, completando 14 órbitas em 24 horas.

Isto permite que, após 251 revoluções, o satélite volte a imagear o mesmo local, resultando uma capacidade repetitiva de 18 dias. Essa repetitividade possibilita que uma mesma região seja imageada 20 vezes por ano.

O recobrimento lateral, entre órbitas adjacentes, é de 14% no equador e aumenta, gradativamente, até 35% a 80° de latitude. No Brasil, o maior recobrimento é obtido no Rio Grande do Sul (30°S) onde atinge cerca de 26%.

Dentre os sensores a bordo do satélite, será citado apenas o sub-sistema MSS (Imageador Multiespectral), por ser o que fornece, atualmente, os dados de maior interesse para o levantamento de recursos naturais. Este sensor produz quatro imagens simultâneas (canais 4, 5, 6 e 7) de uma mesma cena imageada.

O MSS cobre a região do espectro eletromagnético, que vai do verde ao infravermelho próximo. O sistema recebe a energia refletida pelos alvos, componentes de uma cena, através de um espelho, que varre um campo de abertura de 11,56 graus, oscilando mais ou menos 2,89 graus na direção leste-oeste, ou seja, transversalmente ao eixo de deslocamento do satélite sobre a órbita (Fig. 2).

Um quadro de imagem contém uma cena de 184,86 km x 184,86 km, que equivalem a 34.173,22 km<sup>2</sup>, definidos em média por 7.973.000 unidades de cerca de 80 x 80 metros no solo. Estes valores estão estreitamente relacionados com a capacidade de resolução do sistema, que é em média de 80 metros, dependendo do contraste entre os alvos.

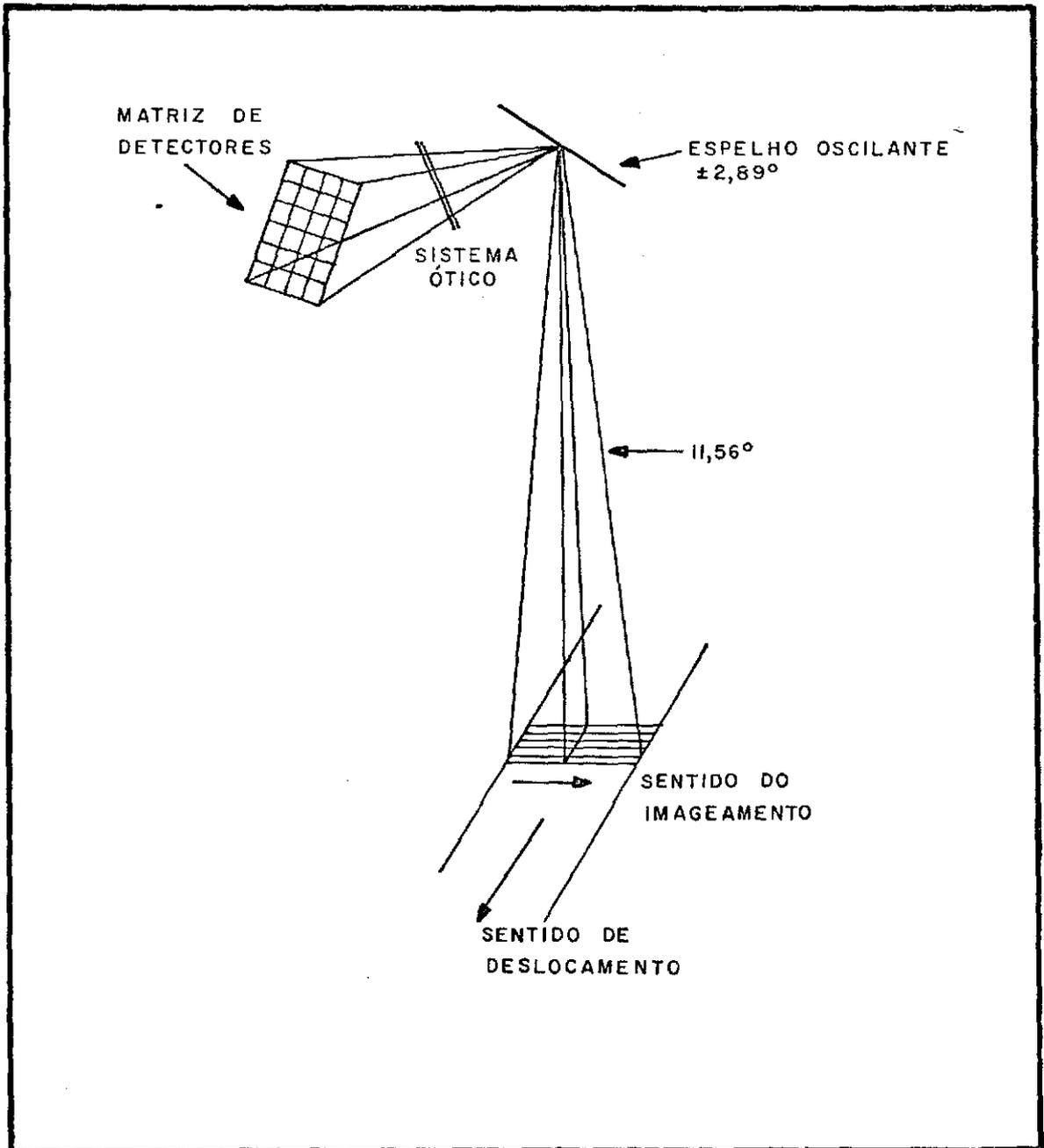


Fig. 2 - Configuração do Sistema de Cobertura no Solo para o Imageador MSS do Satélite LANDSAT

Cada canal do MSS, cobre uma determinada faixa espectral conforme o quadro abaixo.

CANAL	FAIXA NO ESPECTRO ( $\mu\text{m}$ )	DESIGNAÇÃO USUAL
4	0,500 - 0,600	VERDE - LARANJA
5	0,600 - 0,700	LARANJA - VERMELHO
6	0,700 - 0,800	VERMELHO - INFRAVERMELHO PRÓXIMO
7	0,800 - 1,100	INFRAVERMELHO PRÓXIMO

O Brasil, através do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), desde 1973, vem recebendo dados do satélite através de uma Estação Rastreadora, situada em Cuiabá (MT), a qual tem como funções: rastrear os satélites, receber, gravar e monitorar os dados do MSS. Os dados do sensor MSS, além das informações de telemetria, efemérides e manutenção, são lançados em fitas magnéticas e enviadas para a Estação de Processamento de Imagens (EPI), situada em Cachoeira Paulista (SP).

Na EPI os dados obtidos são corrigidos e convertidos em imagens ou fitas CCT (Fitas Compatíveis com Computador).

O primeiro produto fotográfico, é um negativo em 70 milímetros, de cada canal do MSS, na escala aproximada de 1:3.369.000. A partir deste é que são obtidos os demais produtos fotográficos, a saber: transparências negativas e positivas em 70 milímetros e 24,1 centímetros, cópias em papel nas escalas 1:1.000.000, 1:500.000 e 1:250.000; composições coloridas em transparência e em papel.

Face à grande quantidade de informações provenientes de cada cobertura do satélite, foi desenvolvido um Sistema Automático de Interpretação de Imagens (IMAGE-100 ou I-100), para tornar a interpretação mais expedita.

O I-100 é um sistema iterativo, projetado para extrair, automaticamente, informações de imagens terrestres obtidas remotamente por satélites ou aviões.

Baseia-se no princípio de que todos os objetos possuem características espectrais únicas, também chamadas "assinaturas", i.e., cada objeto (solo, vegetação, água etc.) reflete ou emite energia eletromagnética de uma maneira peculiar nas diversas bandas do espectro eletromagnético.

A imagem a ser analisada é carregada no sistema através de fitas magnéticas digitais (CCT), ou, então, de transparências coloridas ou branco e preto. A imagem é analisada, através de testes da pertinência de cada ponto da imagem ("pixel") à "assinatura" definido.

Os pontos, que satisfazem ao critério de pertinência, são realçados de maneira a serem facilmente visualizados numa tela de televisão. O usuário pode avaliar o resultado obtido e, se estiver satisfeito com a classificação, pode armazenar o tema que representa a classe de interesse, ou repetir o processo, com a possibilidade de mostrar simultaneamente na televisão, até 8 temas correspondentes a 8 "assinaturas", ou seja, 8 classes diferentes.

## APLICAÇÕES

Alguns projetos de aplicação, desenvolvidos no Instituto de Pesquisas Espaciais, demonstram, a partir de resultados reais, as vantagens efetivas dos levantamentos a nível orbital, para a observação da ocupação dos solos e do aproveitamento racional dos recursos naturais.

## SOLOS

Em trabalho, realizado no nordeste do Estado de São Paulo (Região de Ribeirão Preto), foram avaliadas as potencialidades das imagens obtidas por intermédio do sub-sistema MSS do LANDSAT, para propósitos de levantamento e caracterização de solos, a partir da análise de elementos tais como: uso da terra,

vegetação natural, relevo, rede de drenagem e os aspectos espectrais evidenciados pelos diferentes solos.

As imagens MSS, nas escalas de 1:1.000.000 e 1:500.000 foram interpretadas visualmente, e os elementos, acima mencionados, foram delimitados ou delimitados a partir da observação dos seus aspectos morfológicos, texturais e espectrais.

Serviram de apoio para as interpretações, as composições coloridas obtidas através da combinação de transparências positivas preto e branco com filtros coloridos, informações de campo, laboratório e análises espectrais realizadas com o sistema I-100.

Os resultados destas interpretações foram comparados com aqueles obtidos por outros autores, utilizando fotografias aéreas, e com o mapa de solos, já existente, permitindo concluir que as imagens do MSS podem ser utilizadas como apoio básico para o levantamento de solos de grandes regiões, a nível exploratório/reconhecimento.

#### VEGETAÇÃO E DESMATAMENTO

Foi realizado estudo com as imagens LANDSAT, na região da Amazônia Legal, mais precisamente no nordeste do Estado do Mato Grosso, procurando-se analisar os problemas que a região apresenta, tais como: a vegetação, a drenagem, o relevo, o sistema rodoviário e as áreas desmatadas; na tentativa de indicar áreas propícias à implantação de projetos agropecuários, bem como verificar em tempo hábil, o grau de desmatamento e a qualidade das pastagens.

Os resultados da pesquisa mostraram que as imagens LANDSAT foram eficientes no mapeamento dos diferentes tipos de vegetação natural, na caracterização da rede de drenagem, na análise da variabilidade das condições topográficas e no traçado da rede viária.

Foi possível, ainda, avaliar as áreas desmatadas, e a expansão do desmatamento no tempo, além de discriminar entre pastagens de boa e má qualidades.

Através dessas informações, obtidas nas imagens LANDSAT, é possível orientar, de modo mais rápido e racional, mantendo-se constante outros fatores, a exploração de áreas sujeitas a desmatamento na Amazônia e também verificar, em um dado momento, as condições das áreas já ocupadas.

### REFLORESTAMENTO

Foi desenvolvida uma pesquisa, através da utilização de dados orbitais do satélite LANDSAT, para caracterização e avaliação de áreas ocupadas com reflorestamento.

A princípio foram selecionadas 4 áreas isoladas, situadas a nordeste do Estado de São Paulo e, de posse das informações de campo e bibliográficas, sobre as imagens LANDSAT na escala 1:250.000, foram realizadas as interpretações visuais das áreas ocupadas com reflorestamento.

Na segunda fase, os dados orbitais contidos nas fitas digitais compatíveis com computador (CCT's), foram submetidos ao sub-sistema automático de interpretação de imagens (IMAGE-100) e desenvolveu-se uma metodologia para classificação e separação de áreas ocupadas por reflorestamento, bem como separando áreas de Pinus das de Eucaliptus e, dentro das áreas de eucaliptus, isolando o plantio novo do antigo.

Face aos resultados encontrados, esta metodologia se oferece como instrumento de grande eficiência às entidades estatais e privadas no controle, fiscalização e acompanhamento de extensas áreas reflorestadas.

LITERATURA CITADA

- HERNANDES FILHO, M.; SHIMABUKURO, Y.E. Estabelecimento de Metodologia para Avaliação de Povoamentos Florestais Artificiais, Utilizando-se Dados do LANDSAT. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE. (Fase Editorial).
- HERZ, R. Circulação das Águas de Superfície da Lagoa dos Patos. Tese de Doutorado. São Paulo, USP, 1977.
- SANTOS, A.P. dos; NOVO, E.M.L.M. Uso de Dados do LANDSAT-1, na Implantação, Controle e Acompanhamento de Projetos Agropecuários no Sudoeste da Amazônia Legal. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1977. (1044-TPT/056).
- VALÉRIO FILHO, M.; HIGA, N.T.; CARVALHO, V.C. de. Avaliação das Imagens Orbitais (LANDSAT-1) como Base para Levantamento de Solos. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1976. (912-TPT/030).