

## General Disclaimer

### One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

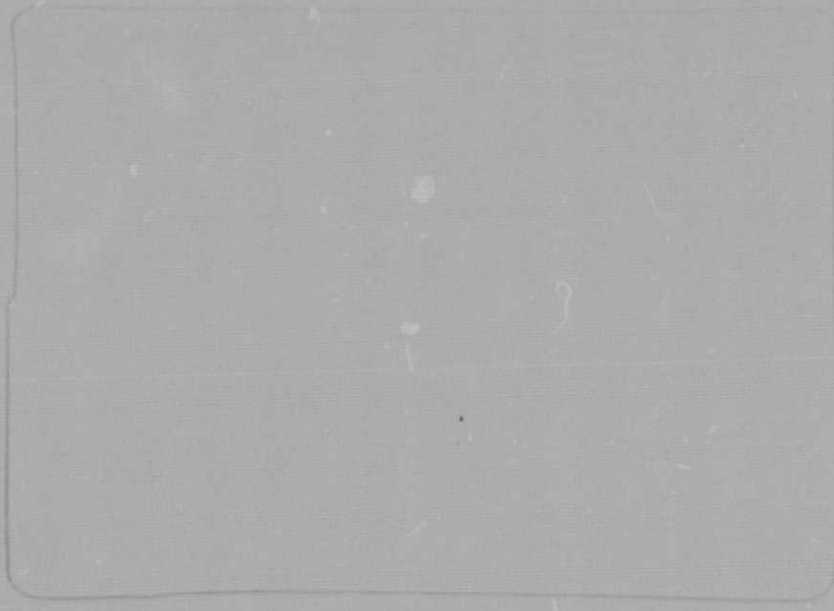
made available under NASA  
in the public domain  
NASA

7.0-10061  
CR-157929

(E79-10061) INPE REMOTE SENSING PROGRAM  
(Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao Jose)  
10 p HC A02/MF AC1 CSCI 05B

N79-13468

Unclas  
G3/43 00061



~~RECEIVED BY  
NASA STI FACILITY  
DATE: 11-13-78  
DCAF NO. 229119  
PROCESSED  
 NASA STI FACILITY  
 ESA - SDS  AIAA~~

INPE Remote sensing program

"Made available under NASA sponsorship  
in the interest of early and wide dis-  
semination of Earth Resources Survey  
Program information and without liability.  
No fee has been charged."

1. Classificação INPE-COM. 12/AMD C.D.U. 621.38 SR		2. Período	4. Critério de Distri- buição:  interna <input type="checkbox"/>  externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>SENSORIAMENTO REMOTO</i>			
5. Relatório nº <i>INPE-1345-AMD/001</i>	6. Data <i>Agosto de 1978</i>	7. Revisado por <i>Jorge de Mesquita</i>	
8. Título e Sub-Título <i>PROGRAMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DO INPE</i>		9. Autorizado por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
10. Setor <i>DSR</i>	Código	11. Nº de cópias <i>32</i>	
12. Autoria <i>Claudio Roland Sonnenburg</i>		14. Nº de páginas <i>9</i>	
13. Assinatura Responsável <i>(Signature)</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas  <i>Este trabalho dá uma breve descrição do Programa de Sensoriamento Remoto do INPE, focalizando seus principais objetivos.</i>			
17. Observações			

## PROGRAMA DE SENSORIAMENTO REMOTO DO INPE

As tendências que prevalecem hoje:

- o de acelerado crescimento do consumo de recursos naturais renováveis e não renováveis;
- o de aumento das fontes de poluição ambiental devido à crescente industrialização;
- o de crescimento da população e conseqüentemente crescimento da demanda de alimentos;
- o de crescimento desordenado dos grandes centros urbanos,

levam a se prever que, em futuro não muito distante:

- o sérias dificuldades poderão ocorrer nos setores de suprimento de energia, insumos básicos e alimentos;
- o partes do nosso meio ambiente estarão irremediavelmente deterioradas; e
- o a vida nos grandes centros urbanos se tornará insuportável,

todos estes fatores, de forma geral, ocasionando um considerável declínio na qualidade da vida.

Para inverter esta tendência, é imprescindível que se possa planejar, gerenciar, ordenar e/ou controlar os processos que estão ocasionando este declínio. Para tanto, é necessário, antes de mais nada, que se disponha dos meios que forneçam a informação que revela o estado atual e a dinâmica destes processos. Quanto mais dinâmico for o processo, maior é a rapidez com que se deve dispor desta informação. É importante também que o custo associado à obtenção desta

informação seja baixo em relação ao benefício imediato que ela proporcionará. Estes requerimentos imprimiram o desenvolvimento de uma nova tecnologia: o SENSORIAMENTO REMOTO.

O Sensoriamento Remoto consiste, basicamente, no reconhecimento de características de objetos que estejam a distância, através de dispositivos sensores que são capazes de detectar energia radiante, geralmente eletromagnética, emitida ou refletida por estes objetos distantes, transformando esta radiação em uma forma passível de interpretação (manual ou automática).

Uma outra definição, menos formal, para o sensoriamento remoto é dada por:

- Uso de dispositivos que, colocados em aviões ou satélites, nos permitem obter informações de maneira rápida sobre a superfície da Terra.

O Programa Sensoriamento Remoto do INPE (SERE) consiste basicamente na pesquisa, para o desenvolvimento de metodologias, visando a aplicação da tecnologia do sensoriamento remoto no levantamento e controle de recursos naturais e na preservação do meio ambiente. As áreas onde se concentram os esforços de pesquisa, no momento, são:

- recursos agronômicos e florestais;
- recursos minerais;
- recursos do mar;
- recursos hídricos;
- uso da terra; e
- poluição em corpos d'água.

Sempre que uma certa metodologia estiver desenvolvida e testada, a ponto de ser considerada operacional, procura-se transferi-la para entidades nacionais que podem dela usufruir diretamente, es

tendendo assim os benefícios à Nação.

Os objetivos do programa SERE são:

- pesquisa para o desenvolvimento de metodologias visando a aplicação de tecnologia do sensoriamento remoto, primariamente por meio de satélites artificiais e com interpretação automática, no levantamento e controle de recursos naturais e na observação do meio ambiente;
- transferência das metodologias consideradas operacionais, para as entidades nacionais que possam aplicá-las nos seus respectivos campos de atividades; e
- formação de pessoal na área de sensoriamento remoto e aplicações.

O Programa SERE é subdividido em sub-programas os quais são listados a seguir com os respectivos objetivos específicos:

ÁREA	SUB-PROGRAMA
- Recursos Agronômicos e Florestais	- Estatísticas Agrícolas - Levantamento e Uso do Solo - Avaliação da Vegetação Natural e Reflorestamento
- Recursos Minerais	- Mapeamento Geológico Regional - Pesquisa Mineral em Áreas Específicas
- Recursos do Mar	- Cartas de Pesca - Oceanografia Física e Hidrografia
- Uso da Terra	- Levantamento do Uso Atual e Potencial da Terra
- Recursos Hídricos	- Levantamento de Recursos Hídricos
- Meio Ambiente	- Detecção de Poluição em Corpos d'água

Os objetivos de cada um destes sub-programas são descritos a seguir:

- Estatísticas Agrícolas - Desenvolvimento de um sistema para fins de previsão das safras das principais culturas de expressão econômica.  
Basicamente, o sistema consiste na avaliação das áreas de plantio, através de processamento digital das imagens LANDSAT e de modelagem da produtividade das várias culturas, para os vários centros produtores, levando em conta fatores tais como solo, precipitação, insolação e produtividade no passado.
- Avaliação da Vegetação Natural e Reflorestamento - Identificação e avaliação de áreas com coberturas florestais naturais e artificiais (reflorestamento), utilizando primariamente imagens LANDSAT;
- Levantamento e Uso do Solo - Desenvolvimento de metodologias, para caracterização e levantamento de solos utilizando, principalmente, imagens LANDSAT;
- Mapeamento Geológico Regional - Aplicação de imagens orbitais objetivando a elaboração de mapas geológicos regionais, e a seleção de áreas favoráveis a mineralizações;
- Pesquisa Mineral em Áreas Específicas - Desenvolvimento de metodologias para estudo, em detalhe, com diferentes tipos de sensores, de áreas favoráveis a mineralizações;
- Cartas de Pesca - Desenvolvimento de um sistema, com base em sensoriamento remoto a nível orbital (satélites NOAA), dados de pesca e oceanografia física e biológica, para localização de zonas propícias à pesca;

- Oceanografia Física e Hidrografia - Desenvolvimento de metodologias que permitam o monitoramento de fenômenos oceanográficos e suas características de meso a grande escala, usando primariamente dados dos satélites LANDSAT e NOAA;
- Uso da Terra - Desenvolvimento de metodologias visando a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no levantamento e controle do uso da terra.
- Levantamento de Recursos Hídricos - Desenvolvimento de metodologia visando a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no levantamento de recursos hídricos.
- Deteção de Poluição em Corpos D'água - Desenvolvimento de métodos, usando dados do LANDSAT-C, para controle de poluição em corpos d'água.

Geralmente, a forma pela qual tem sido transferidos os resultados das pesquisas para o sistema produtivo da economia nacional é a seguinte:

- Inicialmente, um trabalho de aplicação do sensoriamento remoto é desenvolvido em conjunto com uma entidade nacional, em uma área de interesse desta. Por exemplo, no momento, está sendo desenvolvido um trabalho para avaliação de áreas de povoamentos florestais artificiais na região de Mogi-Guaçu no Estado de São Paulo, com participação conjunta de técnicos do INPE e do IBDF. Quando este trabalho estiver concluído, espera-se que o pessoal do IBDF esteja capacitado a aplicar a mesma metodologia em outras regiões de seu interesse. Após a realização de um ou mais projetos, na forma descrita acima, o INPE passa a condição de assessor, geralmente estabelecendo-se um convênio com a entidade interessada para facilitar a agilização da assessoria.



Também tem sido promovidos seminários e cursos de curta duração, sempre visando a transferência das metodologias consideradas operacionais.

Uma outra forma utilizada para tornar produtivas as metodologias consideradas operacionais é através da transferência destas, para firmas particulares de prestação de serviços, especializados no ramo de utilização de sensoriamento remoto para fins de levantamento e controle de recursos naturais, como é o caso da firma Sensora S.A.

Dentre as aplicações nas quais o INPE está concentrando esforços, aquela considerada mais importante é, sem dúvida, previsão de safras. O Brasil, apesar de ter mais que 50% das suas exportações constituídas de produtos agrícolas (esta situação deve se manter nos próximos 10 anos, segundo o relatório do BIRD sobre a economia brasileira), não possui um sistema adequado de previsão de safras. Tal sistema proverá os órgãos do governo, que definem a política de exportação/importação de produtos agrícolas, com informações que podem significar uma economia anual de milhões de dolares no balanço de pagamentos. Além disto, deve-se também levar em conta questões econômicas e sociais internas, que são consideravelmente afetadas pelo conhecimento ou desconhecimento das safras dos principais produtos de expressão econômica.

Presentemente, a NASA, em conjunto com o Departamento de Agricultura e o Departamento de Comércio dos Estados Unidos, está desenvolvendo o projeto LACIE que, em sua fase inicial, visa o levantamento das safras americanas de trigo por meio de processamento automático das imagens dos satélites LANDSAT (vide artigo LACIE: A Look to The Future, de autoria de R.B. MacDonald e F.G. Hall apresentado no XI Congresso Internacional de Sensoriamento Remoto do Ambiente). Os resultados obtidos até agora são muito promissores, pois as diferenças, quando os resultados são comparados com os métodos tradicionais de preenchimento de questionários pelos produtores, são muito pequenas, e, além disto, o processo ainda permite aprimoramento. Uma diferença mar

cante, todavia, é no custo da previsão que é muito menor quando realizada com os dados dos satélites LANDSAT.

Basicamente, a metodologia empregada nos vários tipos de levantamentos, na área de atuação do Programa SERE, é a seguinte:

- obtenção de dados, geralmente imagens de grandes áreas terrestres, por meio de sensores a bordo de satélites, principalmente os da série LANDSAT, e para algumas aplicações, os da série NOAA; e
- interpretação destes dados de forma manual (visual) e/ou automática (processamento digital em sistemas do tipo Image-100), com o subsídio de informações colhidas por sensores a bordo de aeronaves, informações estas que se constituem, geralmente, em fotografias infra-vermelho falsa cor obtidas com câmara métrica e, também, com o subsídio de verificações no solo, as quais se constituem na chamada "verdade terrestre".

Neste esquema, a imagem de satélite constitui a fonte de informação básica e também aquela que apresenta os menores custos por área levantada. A seguir vem o levantamento aéreo, somente necessário em alguns casos, e para áreas bem menores. Geralmente este levantamento é suficiente para fornecer as chaves de interpretação de imagens de satélite. Finalmente, o trabalho de campo abrange áreas bem menores e é o mais caro em termos de custo por área levantada.

Assim, o trinômio satélite, aeronave e "verdade terrestre" forma a base da metodologia do sensoriamento remoto sendo que, na medida do possível, técnicas de interpretação automática são usadas, pois estas oferecem maior precisão e, sobretudo, maior rapidez que se traduz em um menor custo. Em certas aplicações como, por exemplo, Estatísticas Agrícolas, o tratamento automático é imprescindível, dada a grande quantidade de dados a serem interpretados. Neste contexto,

o sistema de interpretação automática de imagens Image-100 (ou simplesmente I-100) do INPE é uma peça fundamental).

Trata-se de um sistema projetado para extrair automaticamente informações de imagens terrestres obtidas, remotamente, por satélite. Baseia-se no princípio de que todos os objetos possuem características espectrais únicas, também chamadas "assinaturas", i.e., cada objeto reflete ou emite energia eletromagnética de uma maneira peculiar, nas diversas bandas do espectro. Devido à unicidade destas "assinaturas", o I-100 pode identificar, automaticamente, áreas semelhantes em uma imagem. Esta identificação é feita comparando-se "assinaturas" previamente conhecidas com as características espectrais de cada ponto da imagem. No caso do LANDSAT, são utilizadas 3 bandas no espectro visível e uma no infravermelho próximo. O I-100 associa cores falsas às áreas da imagem que possuem as mesmas características espectrais (temas). Estes temas são, então, mostrados em uma televisão colorida, individualmente ou simultaneamente com a imagem original. É possível obter também o valor da área correspondente a cada um dos temas.

O I-100 utiliza um "hardware" especial, operando sob o controle de um minicomputador PDP-11/45, para a implementação dos algoritmos de extração de assinaturas. O modo interativo permite ao usuário controlar e modificar o processo de análise, baseado no conhecimento prévio da imagem em estudo. Este sistema tem sido utilizado, não só pelos pesquisadores do SERE, mas também por técnicos de outras instituições, que tem vindo ao INPE para dele usufruir.