

4a. SESSÃO PLENÁRIA  
PALESTRA DO SR. MÁRCIO NOGUEIRA BARBOSA NO II SIMPÓSIO  
BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO  
BRASÍLIA - DF - MAIO/82

É um grande prazer para mim ter essa oportunidade de apresentar o que o País terá, num futuro bem próximo, com relação à sua estação para receber dados da futura geração de satélites, não só da série LANDSAT, como também outros artificiais que serão lançados ainda nesta década.

Baseado nos resultados obtidos pelo Programa de Sensoriamento Remoto do CNPq/INPE, principalmente aqueles obtidos a partir da instalação no País do sistema de gravação e processamento de dados do LANDSAT, em 1973; ainda, na grande comunidade de usuários do País, hoje da ordem de 1.400, que trabalham sistematicamente com esses dados, e ainda na certeza de que os dados oriundos da próxima geração de satélites artificiais, que serão colocados em órbita a partir de julho de 1982, poderão solucionar alguns dos importantes problemas nacionais, na área de levantamento e mapeamento de recursos naturais do País, através de decisão da COBAE (Comissão Brasileira de Atividades Espaciais), órgão de assessoramento da Presidência da República, decidiu implantar, junto ao atual sistema LANDSAT do CNPq/INPE, novos subsistemas de recepção, gravação e processamento, para manipulação desses novos dados.

Foi dada ênfase principalmente na capacitação imediata do atual sistema LANDSAT para manusear dados da próxima geração de dados de satélites da série LANDSAT, os chamados LANDSAT-D e D', ficando para uma fase posterior adaptações visando os satélites da série SPOT (2 satélites já estão aprovados o primeiro a ser lançado a partir de 1984).

Essa decisão de capacitação do atual sistema CNPq/INPE permitirá ao País a obtenção de dados obtidos por esses novos satélites, nas diversas faixas espectro-eletromagnéticas, em diferentes resoluções, para mais uma década.

Após a decisão da COBAE, em novembro de 1979, o CNPq/INPE procedeu a uma tomada internacional de preços, em abril de 1980, ocorrendo a decisão final em maio do mesmo ano. Essa foi favorável à Scientific Atlanta, nos E.U.A., para o fornecimento do subsistema de recepção e à SEP, da França, para o subsistema de gravação e processamento, ficando sob a responsabilidade do próprio CNPq/INPE a integração desses subsistemas e o desenvolvimento de "software" correspondente a 63 homens/mês, ou seja, metade do desenvolvimento global.

Com essa decisão, com esse cronograma de atividades, o País se manterá na vanguarda mundial das atividades de sensoriamento

remoto, sendo o segundo, somente após os E.U.A., a estar preparado para manusear dados da nova série LANDSAT.

As atuais estações do LANDSAT no mundo são: Brasil e Argentina na América do Sul; E.U.A. e Canadá na América do Norte; Itália e Suécia na Europa; África do Sul na África; Austrália; a Índia; a Tailândia; o Japão e brevemente, uma estação na República Popular da China.

O LANDSAT-D, o novo satélite experimental para recursos terrestres, está planejado para ser colocado em órbita em julho de 1982. Dois sensores estarão a bordo desse satélite e do seu reserva. O sensor principal será o Thematic Mapper, (mapeador temático) que possui como "back-up" o mesmo MSS, que esteve a bordo dos LANDSAT-1 2 e 3. O sensor de Vidicon, o RBV, não será mais utilizados nessa próxima geração de satélites.

O mapeador temático foi projetado para satisfazer especificações de exigência e desempenho muito mais rigorosas que aquelas aplicadas anteriormente a um instrumento desse tipo. Assim, os materiais e estruturas nele utilizados, dispositivos eletrônicos, técnicas de controle, mecanismos de calibração, circuitos de processamento de dados e etc., representam uma nova e avançada geração de sensores de recursos terrestres, bem mais sofisticada do que a apresentada pelo seu antecessor MSS e se refletirá sob os seguintes aspectos:

- melhor resolução espacial, maior número de bandas (canais) com respostas espectrais bem mais definidas, alta precisão e melhor resolução radiométrica, técnicas de calibração a bordo mais sofisticadas e grande fidelidade geométrica.

A "performance" do Thematic Mapper foi estabelecida principalmente com base nas experiências adquiridas na operação do MSS, no esforço do grupo técnico do projeto em definir as necessidades do usuário, na criteriosa análise de compromisso dos padrões de desempenho versus factibilidade tecnológica.

O LANDSAT-D será colocado numa órbita circular síncrona com o sol, aproximadamente a 700km de altitude, atingindo um ciclo de repetitividade de 16 dias. Seu cruzamento com o Equador, no sentido Norte - Sul, se dará às 9 horas e 30 minutos (local).

A altitude do LANDSAT-D é menor do que nos três primeiros satélites da série, a fim de permitir a sua recuperação e relançamento pelo ônibus espacial (Space Shuttle).

O tamanho do menor elemento de informação (pixel) é de 30 por 30 metros, comparando com o atual 80 por 80 metros do MSS. Com essa

resolução por exemplo, a maioria dos pequenos campos agrícolas poderá ser precisamente caracterizada.

A enorme potencialidade dessa nova geração de satélites, conforme análise levada a efeito por uma equipe de pesquisadores da NASA, pode ser estimada em função das aplicações a seguir.

por exemplo:

- na banda 1 - mapeamento de águas costeiras, diferenciação do solo e da vegetação;
- na banda 2 - detecção de radiação verde refletida pela vegetação saudável;
- na banda 3 - pesquisas em biomassa e delimitação de corpos suspensos em água;
- na banda 5 - medição de conteúdo e umidade da vegetação;
- na banda 6 - medição do grau de "stress" das plantas pelo calor;
- na banda 7 - mapeamento termal geológico em geral.

Deve, ainda, ser colocada em evidência, a enorme potencialidade desse novo instrumento em termos de aplicações cartográficas, pois o mapeador temático possibilitará, em definitivo, a operacionalização do novo e revolucionário conceito de mapeamento da teoria a nível orbital, resultado direto de sofisticados equipamentos para calibração interna do satélite em órbita, bem como seu preciso posicionamento.

Nos LANDSATs 1, 2 e 3 com o sensor MSS, a precisão geométrica interna de uma imagem pode atingir cerca de 100 metros, ficando a precisão absoluta na ordem de 2 mil metros. Aqui vale a pena deixar claro que estou definindo a precisão geométrica interna como a precisão dentro da qual é possível determinar a posição de um ponto nessa imagem em relação a um outro ponto pré-escolhido, dessa imagem. E precisão absoluta, na realidade, é posicionamento da imagem com relação aos indicadores, coordenadas geográficas de latitude e longitude. É importante deixar claro que são precisões totalmente independentes e, na realidade, na área de Cartografia, nós estamos muito mais preocupados com a precisão interna da imagem e as distorções.

No caso do LANDSAT-D, com o sensor Thematic Mapper, espera-se que essa precisão interna seja da ordem de 30 metros no solo, comparadas com os 100 metros do MSS, e que a precisão absoluta ou posicionamento das marcas de latitude esteja dentro de 200 metros, ao invés de 2 mil metros.

Os produtos de precisão do Thematic Mapper produzidos a partir da utilização de pontos de controle da Terra, inseridos no processamento através de um digitalizador, que necessitarão de um número muito menor desses pontos de controle, em relação ao que era requerido pelo MSS. E as precisões interna e absoluta para esses produtos poderão atingir

de 10 a 15 metros no solo.

Isso se deve ao fato do satélite LANDSAT-D ser muito mais estável em órbita do que todos os seus antecessores. Essa grande estabilidade orbital resultará em mínimas distorções internas nas imagens.

Os sinais dos satélites LANDSAT são, atualmente, e continuarão a ser, adquiridos no País através da estação de recepção e gravação de dados de Cuiabá, localizada estrategicamente para permitir a cobertura não só de todo o território brasileiro como também de vários países vizinhos.

Atualmente o subsistema de recepção instalado recebe sinais na Banda S, 2.2 GHz, dos sensores MSS e RBV que estão disponíveis a bordo do LANDSAT-3.

Uma antena parabólica de 9 metros de diâmetro, utilizando principalmente o módulo automático, efetua o rastreamento do satélite. Os dados de vídeo, após a recepção, a uma taxa de 15 Megabits por segundo, são demodulados, sincronizados e formatados para gravação em fita magnética, a qual é enviada, posteriormente, por via aérea para o Centro de Processamento de Cachoeira Paulista para geração de produtos.

O novo subsistema de recepção basicamente efetuará as mesmas funções do atual, entre tanto, operando com as novas taxas de transmissão de dados do LANDSAT-D, 85 Megabits por segundo para o TM e 15 Megabits por segundo para o MSS, para tanto, vários novos equipamentos serão incorporados.

Resumindo eles são: uma nova antena, agora com 10 metros de diâmetro, com possibilidade de modos de rastreamento automaticamente e programado via computador, conversor de frequência, simulador de sinal em banda X, receptor demodulador, sincronizadores para sinais do Thematic Mapper e do MSS, e uma antena de calibração de aproximadamente 1,20m de diâmetro com gerador de sinais nas bandas S e X para fins de uma melhor precisão de apontamento para a antena principal.

Essa antena será instalada a cerca de 6km da Estação de Cuiabá, na torre do prédio da EMBRATEL e ficará apontada para vértice da antena principal.

Uma antena também para a aquisição de dados precisos de tempo, de aproximadamente 1 metro e meio de diâmetro será também instalada. Os sinais de tempo precisos serão transmitidos pelo satélite meteorológico GOES. Um console de controle de operações irá monitorar todas as operações de recepção.

Além disso, existirá um mini-computador conectado à antena principal para as funções de cálculo preciso de apontamento da antena, reposicionamento desta em caso de perda do satélite no modo automático e controle e comando dos equipamentos.

A configuração atual do subsistema de recepção ficará reservada, mesmo após a instalação do novo subsistema devendo ser

utilizada com reserva em banda S, somente no caso de falha do sistema principal. Não haverá sistema reserva para recepções em banda X. Entretanto, uma criteriosa situação de equipamentos sobressalentes e peças de reposição, já efetuadas, garantirá, com o mínimo de tempo de interrupções, o estado operacional de todo o subsistema.

É importante, ainda, mencionar que tanto no LANDSAT-D como seu reserva D', as transmissões principais serão de banda X. Entretanto, estará disponível o modo reserva em banda S para a transmissão dos dados do MSS. Este modo reserva garantirá aos países retardatários na implantação do sistema de recepção, a disponibilidade de dados MSS.

Outro ponto importante a mencionar é que o LANDSAT-D e o seu reserva não possuem gravadores de bordo, como nos seus antecessores. Assim, a disponibilidade de dados de determinados países só será possível através da recepção, em tempo real, ou então após estar em operação, em meados de 1984, o sistema de satélites norte-americano TDRSS. Esse, então, permitirá aos E.U.A. a aquisição de dados, quase em tempo real, e de quase todo o globo terrestre, embora não esteja definido como os países não cobertos por estações de tempo real terão acesso a esses dados.

Os dados atuais dos sensores MSS, RBV, e LANDSAT-3, são gravados em fitas magnéticas as quais são enviadas, posteriormente, por via aérea, para o centro de processamento de Cachoeira Paulista juntamente com as fitas de vídeo. É enviada, também, para lá, uma ou tra fita magnética contendo dados de telemetria, gravados simultaneamente com a passagem.

O par de fitas MSS ou RBV, mais a telemetria, forma um conjunto básico de dados necessários para a geração de produtos, imagens ou CCT no centro de processamento.

Os dados dos sensores MSS são gravados atualmente num gravador de 28 trilhas paralelas, formato Miller, em fitas magnéticas de uma polegada, cada uma das trilhas contendo informações dos detetores das 4 bandas espectrais.

A configuração do atual sistema para gravação do MSS ficará preservada mesmo após a instalação do novo subsistema. Os equipamentos relacionados com a gravação de dados de sensores RBV serão desativados após o encerramento das transmissões do LANDSAT-3.

Não haverá sistema reserva para gravação de dados do Thematic Mapper, mas, da mesma forma que o novo sistema de recepção, peças de reposição deverão garantir uma boa operacionalidade nas operações.

Por outro lado, o novo subsistema de gravação, que é orientado primordialmente para dados do Thematic Mapper, poderá gravar dados do MSS caso ocorra falha. É importante, ainda, mencionar que a NASA planeja transmitir rotineiramente dados do Thematic Mapper

após o primeiro ano de operação do satélite. Durante esse período de um ano, a disponibilidade de dados do Thematic Mapper será limitada, constituindo-se os dados MSS na principal fonte de informação do LANDSAT-D.

Outro ponto importante também a mencionar é que, por problemas de limitação de energia a bordo do satélite, nem todos os dados que poderiam ser adquiridos e gravados, dentro do alcance da Estação, estarão sendo efetivamente recebidos. Deverá haver uma combinação ideal de dados MSS mais os Thematic Mapper que satisfaça às restrições de energia a bordo. O novo subsistema de gravação, a ser fornecido pela companhia francesa SEP, deverá estar operacional e implantado no País a partir de novembro de 1982.

Os dados dos sensores MSS e RBV são processados eletronicamente em Cachoeira Paulista para a geração dos seguintes produtos:

- Filme de alta resolução em 70 mm, preto e branco;
- Fitas digitais compatíveis com computadores (CCT's).

Para os dados MSS a escala original é 1:3.704.000. Para os dados RBV a escala é 1:1.980.000. A partir desses originais, através de processamento fotográfico, pode-se obter produtos em diferentes escalas e apresentação. No caso específico das instalações do CNPq/INPE, podem ser obtidos produtos em preto e branco, até a escala de 1:100.000, e coloridos em falsa cor até a escala de 1:500.000. Ainda por limitações do atual sistema de processamento, as CCT's de dados MSS são produzidas em 2 rolos de 2.400 pés em 800 BPI no formato BIP2.

O novo subsistema de processamento que executará a tarefa de processar os dados do sensor Thematic Mapper para produção de produtos em filmes de alta resolução e CCTs. Os dados do sensor MSS, oriundos do satélite LANDSAT-D, continuarão a ser processado no atual subsistema de processamento.

Os equipamentos relacionados com os processamentos de dados do sensor RBV continuarão conectados ao atual subsistema para fins de reprocessamentos ou solicitações futuras de processamento especiais.

O novo subsistema de processamento incorporará, principalmente, os seguintes novos equipamentos:

- um gravador semelhante ao instalado, formato serial para reprodução de dados TM;
- um sistema de formatação, decomutação, demultiplexação, um computador de porte razoável, de 32 BITS, com 1,5 MEGA BYTES, 2 discos de 300 MEGA BYTES, 2 unidades de fita magnética (800 a 1600BPI) terminais de vídeo diversos, impressores rápidas, acelerador de ponto flutuante e interfaces necessárias.
- um sistema de TV a cores para visualização de imagem do TM, em resolução total, que permitirá a observação da imagem que

está no momento sendo gerada;

- um sistema de Quick Look para produção de imagens de baixa resolução em 70mm.
- um novo gravador de filme em alta resolução, a feixe eletrônico, para gravação do produto fotográfico inicial, em 5 polegadas.

Não haverá sistema reserva para o processamento de dados do Thematic Mapper, da mesma forma que o subsistema MSS atualmente instalado. O próximo terá capacidade de processamento bastante superior ao volume de dados gravados. Peças de reposição deverão também garantir, com o mínimo de tempo de interrupções, o estado operacional do sistema.

O novo subsistema de processamento a ser fornecido pela Companhia francesa SEP, com efetiva participação brasileira, deverá estar operacional e implantado no País a partir de março/abril de 1983.

Os seguintes produtos do Thematic Mapper estarão à disposição, através do centro de atendimento do INPE: filme de 5 polegadas, positivo, branco e preto, na escala de 1:2.000.000 e seus derivados em Preto e Branco e a cores, correções geométricas e radiométricas serão aplicadas, e 2 sistemas de projeção (SOM e UTM) estão disponíveis. O processo de precisão só deverão ser desenvolvido após a nossa equipe chegar da França e deverá demorar aproximadamente 6 meses.

No novo sistema brasileiro teremos as CCTs, em processo normal, em 9 trilhas, 800 ou 1600 BPI, formatos BIL ou BSQ. Teremos também CCTs sob processo especial, após diversos tratamentos (por exemplo, "edge enhancement", "haze removal") chamados "Image Manipulation".

Um outro ponto importante é que as CCTs, de dados oriundos de processo normal ou especial, poderão gerar posteriormente produtos em filmes de alta resolução, nos mesmos formatos já citados acima. Esses produtos, que poderão ser analisados no monitor de TV antes da sua conversão em filme, constituem a grande inovação do sistema brasileiro.

Espera-se manter, dentro de no máximo 2 semanas, o tempo de entrega para um determinado pedido. A fim de obter o completo gerenciamento do sistema, desde a colocação de um determinado pedido até a sua entrega ao usuário, um sofisticado sistema de controle está sendo desenvolvido com a utilização do próprio computador do sistema. Este gerenciamento incluirá a geração de arquivos de todas as passagens do satélite, planejamento da produção, estatísticas de geração e produção, geração de arquivos de todos os produtos processados, pesquisas automáticas para a computador e etc.

Desde a implantação no País da tecnologia de recepção, gravação e processamento de dados de satélites de sensoriamento remoto, há quase 10 anos atrás (maio de 1983), o CNPq/INPE vem dirigindo esforços, com a referida ênfase, na área de pesquisas e desenvolvimento de metodologias de aplicação desses dados para a

solução de problemas nacionais com a respectiva transferência, sempre que possível, dessa tecnologia, aos órgãos operacionais.

Hoje, o sensoriamento remoto por satélite é uma realidade no País, envolvendo milhares de pesquisadores e técnicos na utilização desses dados. O decisivo passo da COBAE e do CNPq/INPE em adaptar o atual sistema para receber dados da próxima geração de satélites, consolidará no País as atividades de sensoriamento remoto por satélite, permitindo o futuro estabelecimento de um programa nacional de sensoriamento remoto. A concepção da nova estação permitirá que ela manipule não somente os dados dos novos satélites LANDSAT, com também com reduzido acréscimo, os do satélite da série francesa SPOT, da mesma forma que no projeto atual, é esperada uma intensa participação do pessoal técnico do CNPq/INPE com a consequente economia de divisas.

A operação da nova estação também fornecerá importantes subsídios para o estabelecimento da futura estação que será dedicada à série de satélites brasileiros de sensoriamento remoto que deverão, dentro da Missão Espacial Completa Brasileira, ser lançados no final desta década. Finalmente, cabe ressaltar que se o País, há 10 anos atrás, adquiria essa tecnologia praticamente sob a forma de uma caixa preta, hoje, beneficiando-se da operação rotineira desses sofisticados sistemas, a situação é fundamentalmente diferente. Pode-se dizer que o País, nessa área de sistema em "hardware" e "software", já entra na fase de fabricação, passando, possivelmente a curto prazo, para a fase de exportação.