

# POSSIBILIDADE DE MELHORIA DO CONHECIMENTO DO MEIO TERRESTRE PELA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO (\*\*)

Gerard Louis Georges Hiez (\*)

## 1. Definições

O que é Sensoriamento Remoto ou Teledetecção?

Antes de tudo, é um sistema de observação a distância do espaço terrestre, sem que exista qualquer contacto físico entre o objeto observado e observador.

O homem pratica um sensoriamento remoto elementar com três de seus cinco sentidos: a visão, o ouvido e o olfato.

O sensoriamento remoto é constituído de um conjunto de técnicas que permitem ampliar as possibilidades da observação humana além dos limites da faixa espectral visível.

Por meio de sensores instalados a bordo de aviões, balões ou satélites, o sensoriamento remoto utiliza a propriedade dos corpos de emitir, refletir ou difratar as ondas eletromagnéticas, em vários comprimentos de onda, desde as ondas ultravioletas até as micro-ondas e as ondas de radar.

"O princípio fundamental do sensoriamento remoto postula a especificação dos efeitos para um objeto dado"

O fracionamento da radiação eletromagnética em ondas de rádio, em vibrações de hiper-frequência, em radiação infra-vermelha e a da parte visível do espectro, em radiação ultra-violeta ou, ainda em raios X e Y de ordem tecnológica mas corresponde, aproximadamente, à avaliação das propriedades de interação com a matéria.

Distinguem-se as técnicas passivas, quando a fonte de energia é natural: o sol, o corpo negro, das técnicas ativas quando se envia energia radiante ao corpo em estudo, como por exemplo, através da impulsão radar, registrando-se a energia que retorna ao detector.

Um sistema de teledetecção se compõe esquematicamente dos seguintes elementos:

- Uma zona a estudar, que é emissora ou refletora de uma certa radiação, um balão ou um satélite (ex.: ERTS ou LANDSAT).

- Um ou mais de um receptores que podem trabalhar em diferentes intervalos (ou domínios) do espectro eletromagnético, em geral aqueles que são menos perturbados pela atmosfera.

- Um sistema registrador e transmissor dos dados medidos.

- Um centro de estocagem e de pré-tratamento com vistas a fornecer aos usuários, dados diretamente utilizáveis.

- Finalmente um ou mais centros de interpretação, destinados a estabelecer correlações entre a radiação medida mais ou menos diretamente e a natureza do meio ou corpos observados, propiciando o estabelecimento de cartas temáticas.

2. Vantagens de um sistema de teledetecção para observação da terra.

- Um tal sistema se fundamenta em meios convencionais: observações a nível do solo ou fotografias aéreas, com as seguintes vantagens básicas:

2.1 - Permitem uma visão global do espaço terrestre, indo desde um campo de (185 x 185 km) - dos satélites americanos de observação, que orbitam a cerca de 900 km de altitude, àquelas obtidas por satélites meteorológicos que podem cobrir

todo um hemisfério (caso de um satélite geostacionário postado a 38.000 km de altitude sobre uma vertical no Amazonas).

- Tal visão global permite definir grandes estruturas de ocupação dos solos:

- regiões secas
- regiões úmidas
- unidades de diferentes solos
- diferentes tipos de vegetação
- unidade de meio natural
- espaço aproveitado pelo homem,

ou de por em evidência estruturas geológicas de nosso planeta ( as grandes formações, acidentes tectônicos, grandes falhas e outras).

2.2 - Permitem a obtenção de visão repetitiva instantânea: um satélite passará sobre uma mesma vertical de 3 a 18 dias, se o mesmo é móvel e segundo os parâmetros de sua órbita, ou ao contrário, permanecerá numa mesma vertical se for geostacionário, o que permite tomadas de vista cuja frequência só é limitada pelo volume de informações a transmitir ao solo.

O caráter repetitivo da teledetecção por satélite é uma modalidade inestimável ao estudo da dinâmica das transformações no espaço.

- seja para o estudo meteorológico de massas de nuvens

- seja para o acompanhamento da evolução de uma seca, que se abate sobre uma grande região.

- ou ainda, para medir-se a progressiva transformação de espaço rural em urbano, na periferia das grandes aglomerações.

2.3 - Por fim um sistema de teledetecção permite uma visão seletiva: ensaja a possibilidade de determinar a natureza dos corpos, a conta da análise de sua resposta espectral, segundo os diferentes comprimentos de onda.

Esta característica particular da teledetecção propicia inventariar todas as formas de ocupação dos solos.

2.4 - Outras vantagens podem ser obtidas do sistema de teledetecção, sendo uma delas e de não menor significação, a visão objetiva da superfície do solo: uma medida radiométrica realizada em um ponto com uma dada instrumentação captadora é rigorosamente comparável à outra feita em outro ponto, com a mesma instrumentação referida; por consequência a automatização, cada vez mais exigente, do encadeamento do tratamento de dados registrados, ensejando a cartografia automática, suprimindo o que poderia resultar de subjetivo no que concerne à interpretação em que participa a foto - interpretação praticada por métodos meramente visuais.

2.5 - Desta maneira, a informação que resulta da teledetecção pode ser rapidamente transmitida ao usuário, tão mais rápida quanto mais aperfeiçoados se tornem os processos de tratamento em jogo.

Concebe-se, a vista dessas vantagens, quão notável e insubstituível é seu sistema de teledetecção racionalmente utilizado por planejadores bem avisados no tocante a todos os aspectos de suas tarefas: inventário de recursos terrestres, gestão de recursos, uso do território etc.

3. Vantagens particulares da aplicação ao Nordeste Brasileiro.

Antes de tudo a teledetecção permitirá o acompanhamento de uma situação de seca sobre a área nordestina.

A interpretação seria facilitada por:

- homogeneidade (a priori) das formações estruturais (grandes regiões geográficas, modo de utilização extensiva das terras).

- rala densidade da cobertura vegetal, permitindo ver mais proximamente a pele da paisagem.

- insolação propícia durante a estação seca e fraco teor de umidade da atmosfera.

- fraca umidade do solo, permitindo melhor acompanhar suas variações.

A mais, pareceria que a utilização de instrumentação de captação a trabalhar na faixa do infra-vermelho ou na das micro-ondas (satélites meteorológicos especiais) permitiria, pela prévia escolha de modelos físicos adequados a obtenção de preciosos acúmulo de dados sobre as variações espaciais da evapotranspiração e por dedução - sobre o estado da umidade dos solos.

Enfim a cobertura, a intervalos regulares; das zonas cultivadas nordestinas forneceriam um meio (talvez o único possível) de acompanhar-se a evolução da cobertura vegetal ao longo de todo o seu ciclo vegetativo.

## 4. Atuais meios de observação.

São essencialmente americanos, no que concerne aos satélites.

Distinguem-se:

4.1 - Satélite meteorológicos circunvolantes e geostacionários, alguns equipados de instrumentação de captação infra-vermelha com uma resolução, do solo, de 1 km, capacitados a medir a temperatura do solo.

4.2 - Satélite de observação geralmente ditos, cuja primeira geração é representada por - LANDSAT 1, lançado em julho de 1972, altitude de 915 km, resolução ao solo de 80m, campo de 185 x 185 km, equipado com instrumentação trabalhando em quatro comprimentos de onda na faixa do visível e do infra-vermelho próximo com período de retorno de 18 dias.

LANDSAT 2, lançado em fevereiro de 1975, com idênticas características e mesma órbita porém decalado de 9 dias.

Os dois satélites trabalham em oposição e podem fornecer aos americanos uma imagem, da mesma vertical a cada nove dias.

Uma segunda geração operacional está programada para 42 experimentos; será constituída pelos satélites da série EOS, equipados com instrumentos de captação mais aperfeiçoados, com resolução de 30 m, podendo chegar a 15m, por telecomando, sobre uma parte do campo coberto. O primeiro lançamento está previsto para 1979.

Deve ser consignado que a França começou a estudar a escolha de parâmetros para um satélite de observação, que teria, aproximadamente, as mesmas características dos EOS americanos, porém com seu equipamento principal de captação a comportar algumas inovações técnicas. O primeiro lançamento poderá ser feito através do foguete ARIANE, franco-europeu, previsto para 1982.

Calamos, voluntariamente, sobre os meios de observação puramente aéreos, por aviões, balões estratosféricos e fo-

(\*) - Pesquisador do ORSTOM junto à ATEF.

(\*\*\*) - Tradução do Engº Civil Antônio Gouveia Neto, professor do Centro de Tecnologia da UFC.

guetes, pois exigem meios informáticos complexos na fase de pretatamento das imagens. O grande ângulo de varredura exige fortes correções tanto de cunho geométrico como de natureza radiométrica: ademais eles não gozam do caráter de repetitividade dos satélites.

Deve-se, entretanto, assinalar a importância dos equipamentos aerotransportados munidos de câmeras que trabalham com emulsões coloridas para o infravermelho: na fase de aprendizagem facilitam enormemente a interpretação de dados obtidos da instrumentação de captação por teledetectação.

Ademais, as escalas de tomada de vistas obtidas vão de 1/100.000 com aviões voando a grande altura a 1/400.000 com balões estratosféricos, o que põe a mostra o interesse para uma **visão global** do solo, notadamente para aspectos geológicos.

Não será adequado esquecer as missões efetuadas com aviões equipados com radar lateral (projeto RADAM), se bem que participam de limitações, ou por outra, os radars até então utilizados não trabalham senão por um comprimento da onda (ou frequência).

5. Imagens obtidas por técnicas de teledetectação.

#### 5.1 - Suporte da Informação

Excluindo as imagens obtidas pela impressão de filmes pancromáticos com infra-vermelho, em preto e branco ou em cores, filmes que não são recuperáveis a bordo de satélite, a menos que se trate de satélites habitados (SKYLAB e dentro em pouco SPACELAB) as imagens registradas pelos equipamentos de captação dependem, sobretudo, da espécie da instrumentação de captação utilizada e dos sistemas de transmissão.

São de três tipos:

- as imagens obtidas na terra por varredura de uma tela catódica (tela de TV) quando a captação a bordo é uma câmara de televisão (os LANDSAT têm uma).

- registros magnéticos do tipo analógico, quando a informação recolhida (ou radiação medida) é transformada num sinal elétrico, de maior ou menor amplitude, que se grava num registro magnético, seja a bordo para retransmissão, sejam diretamente no solo.

- registros magnéticos em tipo numérico (imagens digitalizadas) cuja origem é da mesma natureza da anterior sendo o sinal numerizado segundo um código do

tipo binário que é transmitido ou registrado num suporte magnético.

#### 5.2. - O produto oferecido aos usuários

Depende essencialmente do suporte e dos meios de tratamento em terra, às estações de recepção e, também, do tipo de utilização.

Distinguem-se:

5.2.1 - Dados recolhidos por satélites de vocação meteorológica.

As imagens são em geral tomadas em filmes e reproduzidas por fotos.

Os demais simples, em uso corrente nos serviços de previsão, tem um poder de resolução muito fraco (cada tomada pode cobrir 10 a 30 km da superfície) e uma fraca precisão geográfica: convém, entretanto, perfeitamente para uso meteorológico e dispensam instalações de recepção mais sofisticadas.

Outras, mais aprimoradas, sofrem correções tanto geométricas como radiométricas e têm melhor poder de resolução (algumas atingindo a casa do quilômetro); permitem seguir, por exemplo, com precisão, a trajetória de um ciclone ou se prestam para traçar uma carta de isotérmicas sobre o oceano.

Como exemplo, podemos citar as imagens de alta fidelidade fornecidas pela estação francesa do Serviço de Meteorologia da França, de Lannion: adequadamente equipadas esta estação recebe entre outras, a imagem do satélite geostacionário situado sobre a Amazônia e Nordeste Brasileiro

As imagens obtidas a bordo de certos satélites meteorológicos podem ser fornecidas sob forma de fitas magnéticas numerizadas, o volume de informações a tratar sob esta modalidade é considerável.

5.2.2. - As imagens dos satélites de observação LANDSAT 1 e 2

Trata-se de imagens de precisão registradas em quatro faixas de comprimento de onda, cobrindo uma superfície de 185 x 185 km, comportando cerca de 8 x 10<sup>6</sup> pontos elementares. Podem ser obtidas sob forma de filmes como em fitas magnéticas numerizadas.

Os filmes transparentes ou as tiras de papel podem ser obtidas nas escalas 1/300.000 para 70 m/m.

1/1000.00, como correntemente utilizados.

1/250.000, formato o mais caro, em preto e branco: 1 filme para cada faixa de comprimento de onda.

em cores se se trata de uma composição colorida a quatro cores.

As fitas magnéticas são em número de quatro. Cada fita representa 1 quarto da imagem; elas correspondem no total a um comprimento do registro da ordem 300 megabits.

Sua utilização permite que não se perca nenhuma informação elementar.

A forma mais simples, quando se dispõe de meios de tratamento, é o filme transparente em cor para 1/1.000.000, sendo porém que seu uso limita as possibilidades.

6. Estações de recepção de satélites LANDSAT.

As imagens recolhidas pelos satélites americanos LANDSAT podem ser recebidas no solo segundo dois processos:

- em tempo real por estações cuja zona de ação tem um diâmetro de aproximadamente 3.000 km. Dentro desse limite pode-se registrar todas as imagens quando de cada passagem do satélite.

- em tempo diferidos, por estações que tenha a possibilidade de telecomandar a estocagem da informação a bordo do satélite, em fitas magnéticas de alta densidade. Tais informações são transmitidas a altas velocidades a estação receptora quando da passagem do satélite por sua zona de influência.

Uma tal estação é pois capaz de receber imagens não importa de que ponto da terra, à intervalos mais ou menos próximos, a simples comando.

Só os americanos dispõem de uma estação deste tipo: GODDARD SPACE CENTER em Maryland, USA.

As imagens são comercializadas por EROS DATA CENTER em Sioux Falls.

As demais, como abaixo, são localizadas em PRINCE ALBERT, em Alberta, Canadá.

FIUMICINO, na Itália, para servir a Europa.

TEHERAN, no Iran (Pérsia) para servir a Ásia.

KINSHASA, no Congo, para servir a África

e  
CUIABÁ, no Brasil, para servir a América do Sul.

Ademais, a França vem de acertar a construção, sob a direção do Centro Nacional de Estudos Espaciais, de uma estação a servir a África Ocidental francófona.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 32763

Cote B



# *engenharia*

ANO III

Nº 5

Fortaleza - 1977

