

# SENSORES CARTOGRÁFICOS

JOSÉ ROBERTO DUQUE NOVAES  
Eng.<sup>º</sup> Cartógrafo



Exemplo de imagem controlada, obtida pelo Satélite ERTS-A.  
(Composição de Fotos GEMINI)

## 1. Apresentação

O campo dos sensores remotos é vasto, tanto por cobrir toda faixa espectral, como por auxiliar quase todas as disciplinas. No atual estágio do desenvolvimento de suas possibilidades práticas, julgamos ser oportuna a restrição ao campo em estudos, daí o título: vamos mencionar, somente, sensores cartográficos. Dentre os cartográficos, três, que nos parece, despertam grande curiosidade sobre tudo que lhes diz respeito.

## 2. Radar

### 2.1. Introdução

O mais comentado e desconhecido sistema de obtenção de imagens nos últimos tempos, entre nós, é o radar. Sobre ele se tem lido e ouvido bastante e criou-se uma grande expectativa sobre tudo que lhe diz respeito. Para os geólogos é a redescoberta das vantagens do uso de imagens oblíquas e em pequena escala; para os cartógrafos um quebra-cabeças.

Os sistemas de obtenção de imagens por radar, estão sofrendo melhoramentos constantes (é o caso recente da Westinghouse) e prometem muito para o futuro, se o interesse em suas imagens persistir. Igualmente, a técnica e equipamento de processamento devem estar sendo aprimorados dentro do âmbito "Classificado". No momento, entretanto, os sistemas oferecem possibilidades restritas em nosso campo.

### 2.2. Sistemas Existentes

Atualmente, podemos dividir os sistemas existentes em 2 grupos:

1. Comerciais — cujas características principais enumeramos a seguir.
2. Militares — desenvolvidos sob grande reserva, mas com interesse principal em evidenciar contrastes.

O quadro a seguir fornece algumas características dos sistemas de obtenção de imagens por radar, em uso comercial.

| Sistema . . . . .                      | MOTOROLA                         | WESTINGHOUSE                     | GOODYEAR   |
|--|----------------------------------|----------------------------------|------------|
| Modelo . . . . .                       | APS 40                           | APQ 97                           | APQ 102 A  |
| Comp. onda . . . .                     | 3 cm (X)                         | 0.86 cm (Ka)                     | 3.1 cm (X) |
| Esc. da imagem . . . .                 | 250.000                          | 98.000                           | 400.000    |
|  | 500.000                          | 140.000                          |            |
|  | 1.000.000                        | 225.000                          |            |
| Abertura Ant. . . . .                  | Real                             | Real                             | Sintética  |
| Avanço p/faixa . . . . .               | 250.000 = 25km<br>500.000 = 50km | 140.000 = 15km<br>225.000 = 21km | 35 km      |
| Resolução (extremo da faixa) . . . . . | 30m                              | 12m                              | 15 m       |
| Aeronave . . . . .                     | Mohawk 1D                        | DC 6 B                           | Caravelle  |
| velocidade . . . . .                   | 240 km/h                         | 400 km/h                         | 800 km/h   |
| altitude . . . . .                     | 5.000m                           | 8.500 m                          | 11.000 m   |
| autonomia . . . . .                    | 1.000 km                         | 2.000 km                         | 4.000 km   |

### 2.3. Altimetria

Os sistemas de radar, ao realizarem a varredura, obtêm retorno de ondas dirigidas para o nadir sabendo, assim, sua altura de voo em cada ponto nas linhas de varredura. Estas informações ligadas a outras que fornecem a altitude do avião, nos darão uma linha de perfil na direção do voo. Assim podemos ter linhas sucessivas de perfil, afastadas entre si, de acordo

com o afastamento das linhas de voo. Não conhecemos nenhum equipamento capaz de usar o recobrimento estereoscópico na determinação de cotas (e consequente traçado de curvas de nível); cremos, entretanto, que estejam sendo feitos estudos em caráter sigiloso, mas devemos considerar dois fatores restritivos:

1. A geometria das imagens é muito complexa e, dificilmente, se

conseguirá um sistema ótimo capaz de realizar a tarefa.

2. No âmbito militar o que se deseja é localizar alguma forma estranha (no nosso caso, atualizar cartas), o que torna mais fácil realizar a carta aerofotográficamente e, posteriormente, determinar as coordenadas dos pontos de interesse.

Por estas duas razões, cremos que as pesquisas atuais não devem estar sendo dirigidas para solução dos problemas cartográficos.

### 2.4. Planimetria

Uma primeira idéia do posicionamento nos é dada pelo sistema de navegação usado, ou seja, admitindo-se conhecida a posição da aeronave, e sua direção de voo, poderemos concluir, com aproximação, a posição dos pontos da imagem. Sua geometria difícil (sombras que conhecemos das fotos oblíquas e inversão da informação imageada, como se fosse uma falsa estereoscopia, além de ondulações no sentido da faixa) torna difícil o aproveitamento com precisão destas imagens. Assim, mesmo admitindo-se o uso de estereoscopia, não será possível (com os recursos atuais), obter informação planimétrica dentro dos padrões já estabelecidos em cartografia para cartas de 1.<sup>a</sup> categoria. Entretanto, se pretendemos usar Imagem de radar na confecção de cartas de 1:250000, poderemos apoiar conjuntos de 4 pontos, distantes entre si cerca de 50 km, e proceder a restituição em aparelhos de câmera clara. Isto nos dará uma boa visão da área, seja no caso da inexistência de cartas aerofotogramétricas, seja para atualização das já existentes ou, ainda, na identificação de posição de acidentes de interesse. Este processamento é fruto de nossas observações e não fomos informados de sua utilização.

### 2.5. Conclusões

A radargrametria pode ser relacionada à aerofotogrametria, assim como o transferidor escolar ao teodolito T 3. O que não podemos esquecer é que ambos têm aplicações e que devem ser usados em seus campos específicos. Existe grande possibilidade no desenvolvimento da técnica cartográfica através do radar, uma vez que os sistemas vêm sofrendo aprimoramentos constantes. Acreditamos que todos os cartógrafos devem procurar conhecer melhor esta técnica, principalmente aqueles que desenvolvem suas atividades na área militar. Deste conhecimento resultará a possibilidade de situá-la

em seu devido lugar no cenário nacional.

### 3. Imagens Termais

#### 3.1 Introdução

As imagens termais resultam de varredores aerotransportados capazes de captarem variações de temperatura, dentro de uma faixa de máxima e mínima, facilmente modificada pelo operador durante o voo.

Estas imagens, que não têm finalidade de confecção de cartas, podem ser usadas no processo de atualização cartográfica. Aqui, também, há o uso militar, que nos pede a localização de pontos de interesse. Devemos notar que no âmbito civil haverá a mesma preocupação, pois se trata de localizar focos de poluição.

#### 3.2 Características

As imagens termais, apresentam-se com grandes deformações, que crescem do centro das faixas para as bordas (e a resolução decresce), mas que podem ser controladas. O principal problema cartográfico das imagens termais diz respeito à faixa de temperatura usada para obtê-la, pois esta pode variar durante o voo (e quase sempre será), dependendo da calibração julgada interessante pelo operador. De acordo com a faixa termal usada, um grande número de acidentes cartografáveis não será identificado, uma vez que tanto para cima quanto para baixo da mesma, todos os pontos são representados igualmente. Está convencionado que, quando obtivermos imagens em branco e preto, as temperaturas mais altas serão representadas em branco e as mais baixas em preto, formando uma imagem bem compreensível por nossa visão. Há aparelhos, em fase comercial, que a cada tom (cerca de dez) fazem corresponder cores distintas, fornecendo um falsa-cor eletronicamente.

Com respeito à parte geométrica da imagem, ela diz respeito quase exclusivamente ao cartógrafo, uma vez que os demais usuários estão preocupados, na maioria dos casos, somente com o controle de poluição,

mas não apresenta problemas maiores para a finalidade prevista (atualização de cartas).

#### 3.3 Conclusões

Estas imagens tendem a ser obtidas com muita freqüência, principalmente das áreas urbanas, pelo que devem ser bem conhecidas daqueles que se dedicam a cadastro, pois podemos conseguir através delas informes para atualização de plantas.

Na foto-Interpretação funciona como informação adicional, de grande valia, no estabelecimento de padrões e na identificação de ocorrências com diferenças termais.

### 4. Imagens ERTS

#### 4.1 Introdução

Dentro em breve contaremos com imagens obtidas através de câmera multiespectral (3 faixas), transportada por satélite em órbita a 900 km de altura e com distância focal de 260 mm.

Estas imagens que poderão ser consideradas como ortogonais, serão apresentadas em preto e branco ou em cores, sofrerão uma correção inicial (posicionamento da câmera) antes de serem entregues aos usuários. Após a obtenção de coordenadas de alguns de seus pontos, voltarão à NASA para retificação definitiva e lançamento do reticulado angular e plano. É interessante notar que o satélite ERTS-A estará em órbita polar, passando a cada 18 dias sobre o mesmo ponto e sempre às 9h 30min (horário local). Ao passar pelo Brasil, estará fora do alcance da estação rastreadora e gravará em fita as informações colhidas, transmitindo-as para a Terra quando puder ser captado pela estação. Isto indica que o tempo de uso, para nós, destas informações, estará restrito à vida da fita: cerca de 1 ano. Um fato novo poderá alterar este prazo, ou seja, a instalação de uma estação rastreadora em nosso país, o que vem sendo estudado. A seguir enumeramos algumas características destas imagens:

Formato do negativo  
Área coberta p/imagem  
Superposição p/faixa  
Escala original  
Escala das imagens fornecidas pela NASA  
Faixas espetrais

Resolução

- 55 m × 55 m
- 185 km × 185 km
- 26 km
- 1: 3 370 000
- 1: 1 000 000
- 0.475-0.575, 0.58-0.68,  
0.69-0.83
- 100 m por par de linhas

### 4.2 Aplicações

As imagens serão distribuídas na escala de 1:1 000 000 e já retificadas, o que lhes dá aplicação imediata na correção e atualização de nossas cartas nesta escala. Ainda nesta escala podemos utilizá-las em trabalhos paralelos, como: mosaicos, plato-mapas e reconhecimento de longas rotas, etc...

Sendo sua resolução muito boa, poderemos ampliá-las para 1:500 000, encontrando muitos usuários nesta escala (mapas estaduais e outros) e, finalmente, na ampliação para 1:250 000 deverá encontrar aplicações sem conta.

Na área de interpretação, a continuidade nas tomadas será de grande valia, pois poderá ser notada uma leve alteração no curto período de 18 dias. Isto, na agricultura e estudos da terra, será notável; na área de construção de rodovias, permitirá o acompanhamento do avanço das obras. Sendo a altura de voo elevada, permitirá aos meteorologistas um melhor estudo na sua área, assim como a interligação com a agricultura. Poderemos acompanhar a variação do nível d'água nas grandes represas e o efeito das precipitações em bacias hidrográficas, etc... O mais importante é a possibilidade de controle no escritório de ocorrências em todo o país e em detalhes difíceis de levantar.

### 4.3 Conclusões

As imagens obtidas pelos satélites ERTS (A e B), tanto as multiespectrais como as termais, prometem ser de grande valia no âmbito cartográfico. As primeiras trarão um grande número de informações métricas sobre acidentes ainda sem localização e dimensões corretas, cartograficamente, em grande parte do globo, além de permitirem a interpretação de grande número de ocorrências, inclusive com o auxílio do potencial dinâmico fornecido pela repetição da cobertura a cada 18 dias durante 1 ano, pelo menos.

Cremos que nestas imagens deveriam se concentrar a atenção e o estudo de todos os cartógrafos neste momento, pois constituem a maior arma posta à nossa disposição nestes últimos tempos.

**PS — O INTER AMERICAN GEODETIC SURVEY** introduziu em sua Escola Cartográfica o "Curso de Informações Sobre Sensores Remotos", que indicamos a todos os cartógrafos que queiram adquirir os primeiros conhecimentos sobre o tema.