

DETECÇÃO REMOTA

A detecção remota contribui não só para a compreensão da dinâmica da circulação geral da atmosfera e dos oceanos e para o conhecimento da geologia planetária mas também para a análise da cobertura vegetal e sua evolução, a identificação de recursos hidrológicos e minerais, para o acompanhamento e ordenamento da actividade humana.

F. CARVALHO RODRIGUES

No século XVI Portugal descobriu que o planeta Terra é um globo no espaço:

Uniforme, perfeito, em si sustido
Qual, enfim, o Arquétipo que o criou.
Vendo o Gama este globo, comovido
De espanto e de desejo ali ficou.
Diz-lhe a Deusa: «O transunto, reduzido
Em pequeno volume, aqui te dou
Do Mundo aos olhos teus, para que vejas
Por onde vás e irás e o que desejas».

(Canto X, est. 79)

O génio do poeta acabava de ter a visão profética da utilização do espaço para melhor conhecer a Terra.

No século XX e no âmbito das grandes realizações do Ano Geofísico Internacional (1956-1958) foi lançado com sucesso o SPUTNIK (Outubro 1957). Iniciava-se a era da utilização do espaço.

Pela primeira vez a Terra poderia ser vista e escrutinada de uma posição mais vantajosa, i.e., de fora e de longe.

Num discurso que ficou famoso, pronunciado em 1965, nas Nações Unidas, o então Embaixador Adlai Stevenson declarou:

«We travel together, passengers in a little spaceship dependent upon its vulnerable reserves of air and soil: all committed for our safety to its security and peace; preserved from annihilation only by care, the work and, I will say, the love we give our fragile craft».

Em 1969 a missão Appolo-9 obteve fotografias da Terra. Com a experiência que teve a designação S-065 iniciava-se a detecção remota.

A detecção remota consiste na realização de observações à distância e de medições sem contacto entre o instrumento de medida e a grandeza a medir. Assenta na discriminação entre as várias zonas do espectro da radiação e baseia-se na determinação de assinaturas electromagnéticas.

Os satélites, que são uma vitória da ciência e uma afirmação da tecnologia, permitem uma observação global da Terra. De facto contribuem, através da detecção remota, para a compreensão da dinâmica da circulação geral da atmosfera e dos oceanos, para a análise da cobertura vegetal, para o conhecimento da geologia planetária, para a melhor identificação na hidrologia e para o acompanhamento e ordenamento da actividade humana.

Em 1972 realizou-se em Viena a Conferência das Nações Unidas sobre a Utilização Pacífica do Espaço Extra-atmosférico, a fim de coordenar e incentivar a utilização do espaço exterior. Foi a primeira Conferência a nível internacional que se ocupou da problemática da exploração e da utilização do espaço na globalidade.

Em 1972 realizou-se em Viena a Conferência das Nações Unidas sobre a Utilização Pacífica do Espaço Extra-atmosférico, a fim de coordenar e incentivar a utilização do espaço exterior. Foi a primeira Conferência a nível internacional que se ocupou da problemática da exploração e da utilização do espaço na globalidade.

Portugal fez-se representar nessa Conferência pelo Dr. António Silva de Sousa (Director-Geral do Serviço Meteorológico Nacional) e em resultado criou-se, sob a égide da Presidência do Conselho, no âmbito da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, a Comissão Permanente de Estudos do Espaço Exterior (CPEEE).



Licenciado em Física pela Universidade de Lisboa e doutorado pela Universidade de Liverpool, Fernando Carvalho Rodrigues é director do Instituto de Electromecânica e Tecnologia de Informação do LNETI e professor catedrático no Instituto Superior Técnico. Autor de umas duas centenas de publicações científicas, co-autor do recente livro «Sistemas, Entropia, Coesão» (Discórdia, 1991), é sócio correspondente da Academia das Ciências de Lisboa. Tem sido, entre nós, um incansável e bem sucedido inovador da aplicação de técnicas da Física na resolução de problemas científicos e tecnológicos. Detentor de numerosas patentes, tem recebido várias distinções, entre as quais os prémios Pfizer (77), Gulbenkian (78,82) e Boa-Esperança (89); chefa a equipa que projecta o primeiro satélite português (PoSAT-1).

Esta Comissão congregava as instituições públicas e privadas interessadas na utilização do espaço, designadamente, as Universidades, a Junta de Energia Nuclear, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, o Serviço Meteorológico Nacional, as Forças Armadas, os Institutos Geográfico e Cadastral e Hidrográfico, Correios, Marconi, Direcção Geral dos Serviços Florestais, Direcção Geral de Aeronáutica Civil e as Associações Industriais.

Desde logo se reconheceu a importância científica, técnica e económica que a detecção remota representava para o conhecimento dinâmico e permanente do território nacional. Assim, a detecção remota constituiu a prioridade de actuação da CPEEE. Esta actividade traduziu-se por uma sensibilização e divulgação por todas as entidades públicas e privadas a quem po-

deria interessar o recurso à informação contida na detecção remota.

Desta maneira no âmbito da CPEEE realizou-se em 1976, em Lisboa, o 1.º Seminário sobre Detecção Remota. Este Seminário repetiu-se em 1978 e em 1980, novamente em Lisboa.

Entretanto (1979 e 1980) realizaram-se vários cursos relacionados com tratamento automático de informação.

Em 1976 inicia-se em Portugal o estudo da ciência e técnica de processamento de imagem, então relacionado com a informação contida em imagens de microscopia electrónica.

Posteriormente (1981) foram realizados estudos piloto de processamento digital de imagens.

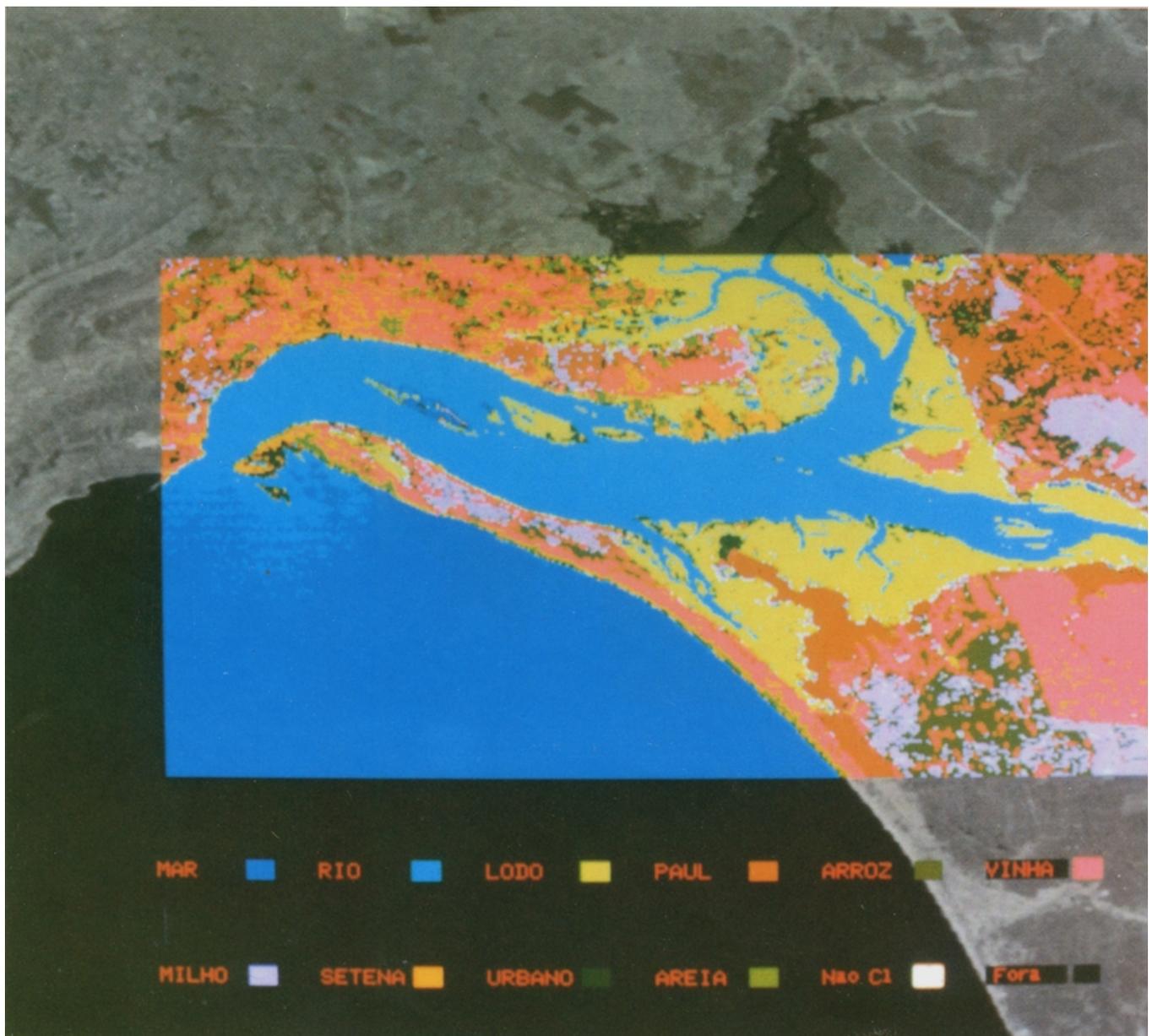


Fig. 1 – Classificação sobre uma imagem do estuário do Sado.

Em paralelo com estas realidades a CPEEE dinamizou a formação de cientistas e técnicos no domínio da detecção remota através de estágios no estrangeiro (E.U.A., Inglaterra, França e Alemanha). Concomitantemente as capacidades nacionais no domínio do software aplicado à detecção remota iam sendo incrementadas quer pela melhoria geral da qualidade dos ambientes de desenvolvimento quer pelo esforço de treino no estrangeiro.

A participação das Forças Armadas tem, em toda a actividade de detecção remota, uma grande importância. Assim, foi instalado a bordo de um avião da Força Aérea um radiómetro de 8-14 μm para cobertura da zona de infravermelho. Também através do IEPG (Independent European Programing Group) da NATO Portugal participa activamente em "Research Groups" da NATO, nomeadamente os relacionados com a determinação de assinaturas.

Entretanto, as Universidades iniciaram estudos conducentes a projectos de investigação nesta área.

Desde o início que se reconhece a necessidade de dotar o país com a capacidade de uma actuação de qualidade, rápida, dinâmica e flexível, que leve com um mínimo de esforço desde a informação recolhida pela detecção remota à representação cartográfica, de uma forma expedita, disponível para utilização o conhecimento sobre os mais diversos temas.

Os participantes neste programa, envolvendo Laboratórios, a Universidade e entidades privadas, aliam entre si as características da inovação e criatividade científica com a disciplina de objectivos e a flexibilidade da iniciativa privada.

Ferramenta fundamental para a produção de informação nos domínios do ambiente, da agricultura, da

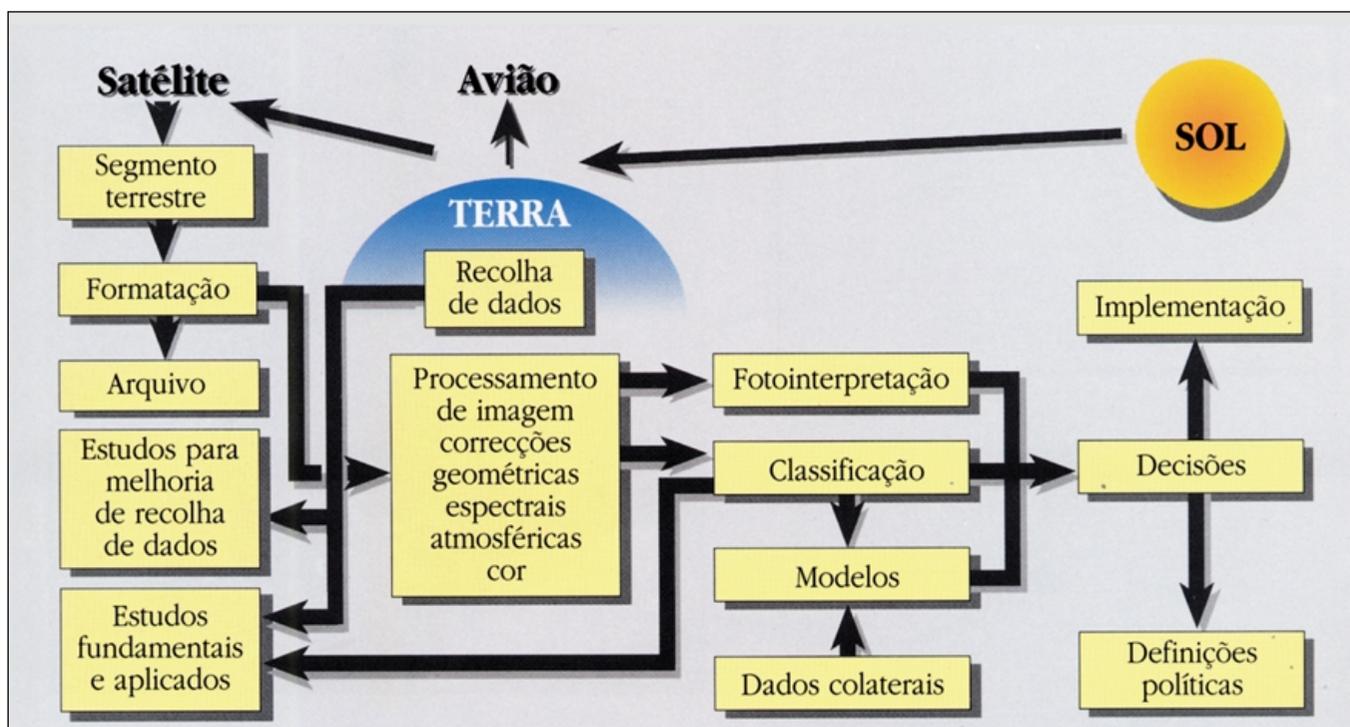
silvicultura, da indústria e de grande parte da vida sócio-económica dos povos, a detecção remota é hoje, e será ainda durante alguns anos, alvo de esforços notáveis de investigação e desenvolvimento científico e tecnológico, até ser plenamente considerada como uma técnica de gestão de domínio público.

CONFIGURAÇÃO GERAL DO PROBLEMA DA DETECÇÃO REMOTA

Dada a complexidade das componentes que intervêm na formação de dados de uma imagem, a detecção remota requer para a sua utilização um grande esforço de:

- D) investigação de processos e técnicas de extração de conhecimento a partir de informação contida em imagens;
- II) desenvolvimento de técnicas de utilização integrada da informação recebida por sensores (não-imagem) de vários tipos;
- III) integração de técnicas periciais para a construção de classificadores;
- IV) difusão de novos conceitos e tecnologias e ainda o fomento da aplicação das metodologias em vários domínios.

Enquadra-se, assim, na necessidade de assentar a análise da metodologia em princípios fundamentais e de contribuir para a produção local de meios de utilização extensivos às várias actividades científicas, técnicas e económicas que recorrem à detecção remota. Esquemáticamente, tem-se:



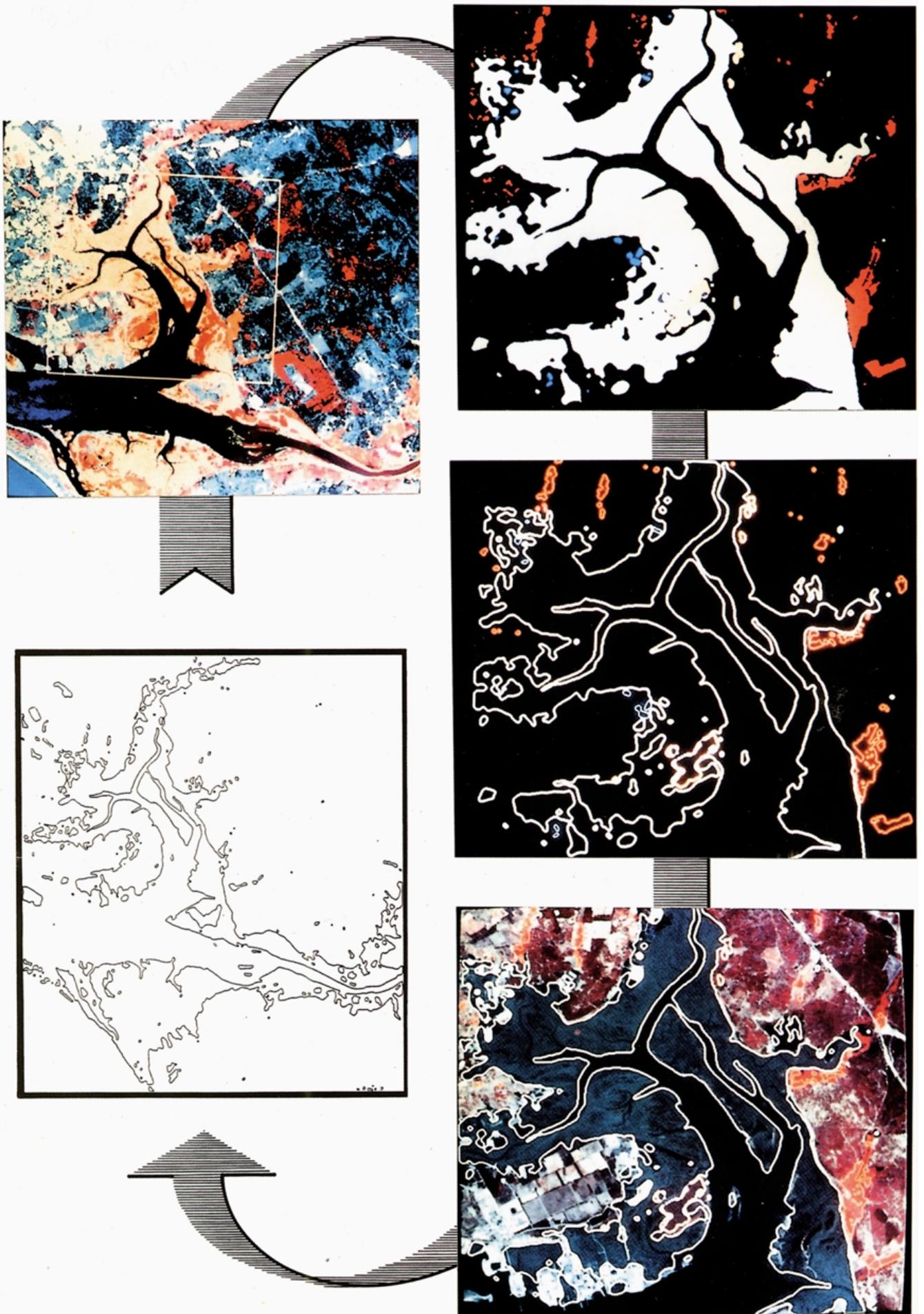


Fig. 2 - Cartografia da zona intermarés do estuário do Sado.

A detecção remota assenta numa experiência relativamente prolongada no estudo das áreas científicas essenciais, designadamente, a física da radiação, a física da atmosfera, o processamento de imagem, a optoelectrónica, a informática, o software e a representação cartográfica.

No percurso que leva à extracção do conhecimento existe uma primeira fase que consiste na obtenção da informação e da sua identificação a vários níveis a partir do sinal recebido pelo sensor.

Este sinal resulta de vários factores nomeadamente a interacção da radiação com a matéria (o que no caso da detecção remota no sistema climático exige a convolução com o sinal do subsistema da atmosfera e com as características do sensor).

Uma segunda fase requer que, uma vez feita a filtragem do sinal, se obtenha a informação utilizável que vai permitir a elaboração do conhecimento.

Estas fases são fundamentais porque não dependem da natureza dos meios, quer de observação quer de medição, nem das tecnologias utilizadas em cada momento, nem da representação do sinal (imagens ópticas, gráficas ou outras).

Este aspecto é tanto mais importante quanto é certo que a forma com que hoje se observa a Terra não será, certamente, a de amanhã.

A pesquisa tem incidido por um lado, na análise e processamento do sinal por meio de transformações matemáticas (convolução, correlação, transformadas integrais, operadores diferenciais) que permitem estabelecer indicadores de textura e classificadores locais ou globais. Procura-se, por outro lado, obter a assinatura dos recursos, através do estabelecimento de funções de distribuição características e dos parâmetros termodinâmicos e ópticos dela inferidos (temperatura de emissão, reflectância, polarizabilidade).

Recorre-se a métodos de estatística avançada, designadamente, ao método da entropia máxima «isodata», funções empíricas ortogonais, etc., para o estabelecimento de técnicas de reconhecimento, identificação e quantificação automática dos recursos.

APLICAÇÕES DA DETECÇÃO REMOTA

A Detecção Remota é uma técnica de recolha de informação realizada à escala planetária. A informação é captada por sensores aerotransportados ou transportados em satélites.

A possibilidade de obter informação sobre a Terra a partir de informação transportada pela radiação captada por sensores deve-se às propriedades da interacção entre a radiação e os diferentes materiais. As propriedades dos materiais induzem uma diferenciação da radiação luminosa visível ou invisível emitida ou por eles difundida.

O resultado da recolha de dados são «imagens» da Terra. Para reconhecer e identificar as várias estruturas superficiais utilizam-se técnicas de processamento de imagem.

O reconhecimento e a identificação automática exploram três características dos objectos: assinatura espectral, textura e forma. É assim possível obter um conhecimento da distribuição espacial de objectos à superfície com níveis de resolução distintos, consoante o sensor utilizado.

As aplicações da Detecção Remota são inúmeras, em domínios tão diversificados como:

- 1 - Gestão dos recursos naturais;
- 2 - Estudos cartográficos;
- 3 - Estudos geológicos e de pesquisa mineira;
- 4 - Estudos dos oceanos;
- 5 - Planeamento agrícola;
- 6 - Ordenamento e estudos do ambiente;
- 7 - Gestão de recursos hídricos.

Gestão de Recursos Naturais

A gestão de recursos naturais tem por objectivo maximizar o valor económico da utilização dos recursos.

A escolha entre as utilizações possíveis tem que se fundamentar num conjunto de parâmetros que têm por base a realidade física, as condições económicas e os critérios sociais.

Para obter estes dados, as administrações recorrem a inquéritos, sondagens, medidas, recenseamentos, etc. Para os trabalhar de forma adequada, realizam-se análises de distribuição espacial de repartição dos recursos, das infraestruturas e dos meios de produção.

As operações de recenseamento e as campanhas de inventários sistemáticos requerem todavia avultados meios e envolvem atrasos significativos entre a decisão e a obtenção de resultados.

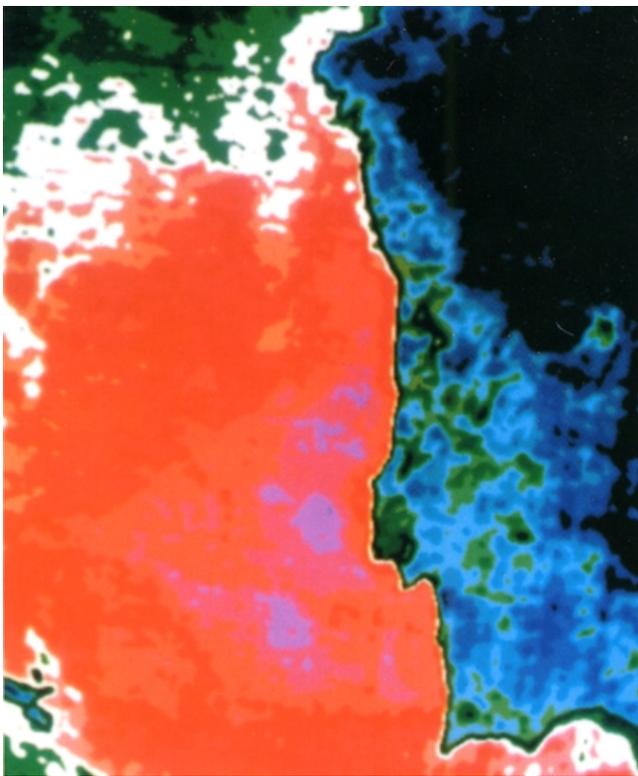
A Detecção Remota permite aceder a informação valiosa para actualizar inventários e seguir a evolução das existências de determinados recursos (Fig. 1, pág. 44).

Desta forma a Detecção Remota é ferramenta preciosa e essencial do planeamento.

Estudos Cartográficos

De maneira geral, uma carta, como peça da imagi-nária que contém informação disponível, é essencial para qualquer trabalho que pressuponha o conhecimento de uma região (Fig. 2).

A cartografia por Detecção Remota permite uma rápida aquisição de informação, a sua inventariação em memória e a representação expedita dos dados sob a forma de cartas.



Estudos Geológicos e de Pesquisa Mineira

Uma parte importante da actividade económica tem por objectivo a valorização dos recursos de subsolo (Fig. 3).

Identificar e localizá-los, tendo como auxiliar as imagens de Detecção Remota, tem a vantagem de reduzir os custos, pois permite concentrar os esforços a realizar no terreno nas zonas mais promissoras. A utilização de sistemas de processamento de imagens começou recentemente a produzir resultados muito importantes neste domínio. Em áreas geologicamente activas estas imagens dão indicação do comportamento térmico e dos deslocamentos relativos dos diversos componentes da crosta terrestre.

Fig. 3 – Imagem de Portugal na zona dos Infravermelhos, mostrando as diversas formações geológicas.



Fig. 4 – Ocupação de solos obtida por classificação de uma imagem da Lezíria (a ponte é a de Vila Franca de Xira)



Fig. 5A – Fogos (a vermelho) na região Norte (em torno do rio Douro) e na região Centro (a Este da ria de Aveiro).

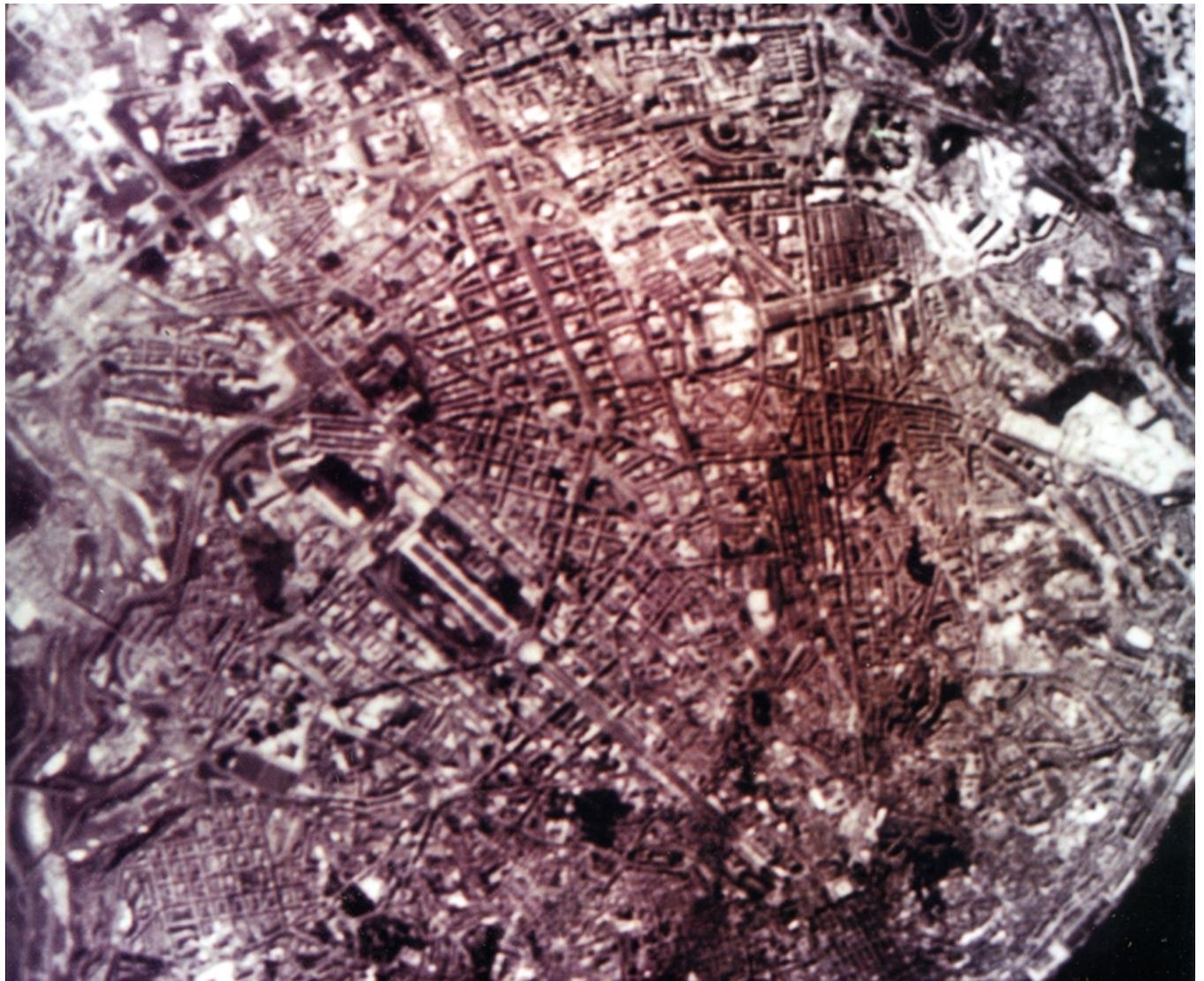


Fig. 5B – Lisboa (resolução 10m)

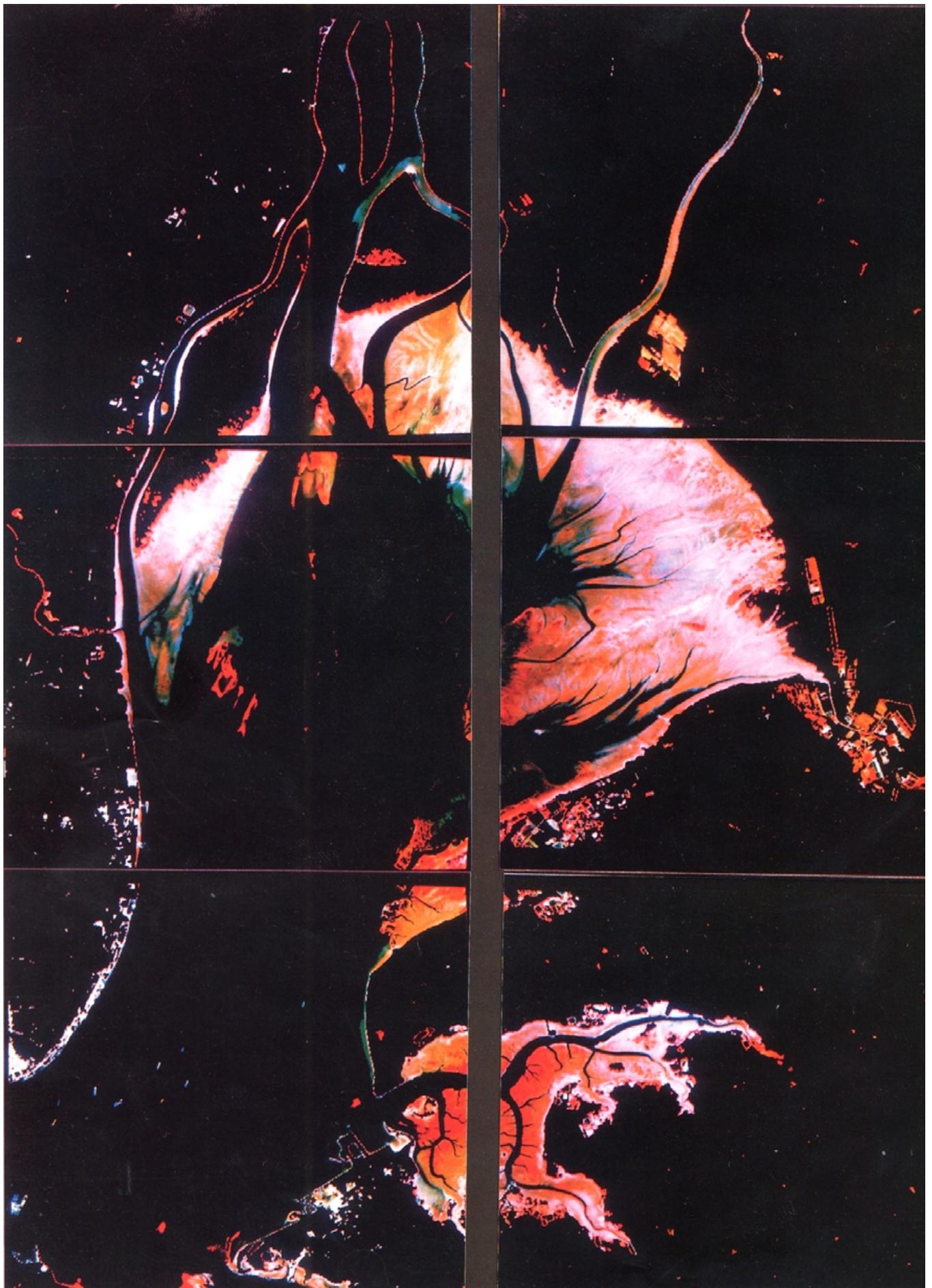


Fig. 6 – Região intermarés do Estuário do Tejo.

Estudo dos Oceanos

Residem nos oceanos cerca de 98% dos recursos hídricos do mundo. As imagens de Detecção Remota permitem caracterizar distribuições de temperatura, posição de frentes térmicas – o que constitui uma informação valiosa para apoio às actividades de pesca – localização de manchas de poluição, e identificar ainda alguns recursos subaquáticos em zonas pouco profundas.

Planeamento Agrícola

A agricultura é uma actividade essencial à humanidade.

As populações de espécies agrícolas resultam da actividade humana, da exploração das potencialidades dos solos, da gestão dos recursos hídricos e dos processos de fotossíntese.

A Detecção Remota, pelo carácter planetário que possui, é um instrumento que fornece informação ao mesmo tempo exacta e rápida sobre a utilização e a ocupação dos solos, permitindo seguir o desenvolvimento e o estado fitosanitário das diferentes espécies agrícolas (Fig. 4).

Esta aplicação das técnicas de Detecção Remota é pois fundamental para a gestão das actividades agrícolas e florestais.

Estudos do Ambiente e Ordenamento

Estes dois domínios da administração são bastante interdependentes na medida em que o estado do ambiente de hoje depende do ordenamento de ontem.

Ambos têm como característica fundamental a globalidade: a Detecção Remota é capaz de fornecer a informação global requerida (Figs. 5A e 5B). Numa determinada região, consoante o grau de resolução es-

pacial, os solos, a distribuição de efluentes, as temperaturas de zonas vulcânicas, a localização de infraestruturas, as estruturas urbanas, podem ser tratados por técnicas de Detecção Remota.

Detecção de Recursos Hídricos

Elemento essencial à vida, a gestão da água nos seus aspectos quantitativos e qualificativos é fundamental (Fig. 6).

A coerência na gestão dos recursos hídricos requer um conhecimento global e, mais uma vez, a Detecção Remota pode dar um contributo precioso para a definição do tipo de ordenamento que permite a melhor recolha de quantidades de águas em tempo útil (baragens), a medida das temperaturas da água, a gestão da qualidade da água (estações de depuração), etc.

A Detecção Remota pode ainda contribuir para determinar o conteúdo do solo em água.

CONCLUSÕES

Um grande número de factores influencia a medida, efectuada quer por avião quer por satélite, da radiação emitida pela superfície terrestre.

A sua interpretação para, de uma forma organizada, distribuir informação de tal forma que se obtenha uma carta, inicia agora o caminho da teorização.

Processamento de imagem e fotointerpretação constituem, hoje, os dois caminhos de actuação para conseguir, a partir de detecção remota, obter conhecimento.

Tomar decisões sobre esse conhecimento requer sabedoria, o que está manifestamente para além da detecção remota.

No entanto os resultados obtidos por detecção remota são o pilar onde pode e deve assentar muito do conhecimento estratégico sobre o planeta.