



A Utilização Possível dos Registos de Satélites em
Infravermelho Térmico na Climatologia Regional

SUZANNE DAVEAU

LINHA DE ACÇÃO DE GEOGRAFIA FÍSICA

LISBOA
1980

CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS
INIC

Suzanne Daveau

A UTILIZAÇÃO POSSÍVEL DOS REGISTOS
DE SATELITES EM INFRAVERMELHO
TERMICO NA CLIMATOLOGIA REGIONAL

O presente estudo resume a comunicação apresentada no II Colóquio Ibérico de Geografia, realizado no Centro de Estudos Geográficos de Lisboa, em 13-17 de Outubro de 1980.

Embora se preveja a sua publicação nas Actas do Colóquio, a sua inserção nos Cadernos de Teledetecção visa uma difusão mais rápida, destinada ao ensino e à troca de informações entre pessoas e organismos directamente interessados no desenvolvimento da Teledetecção em Portugal.

Agradece-se ao Bureau de Télédétection de l'ORSTOM e ao Professor F. Verger (Laboratoire de Géomorphologie de l'École Pratique des Hautes Etudes) a amável cedência do material utilizado.

Lisboa

1980

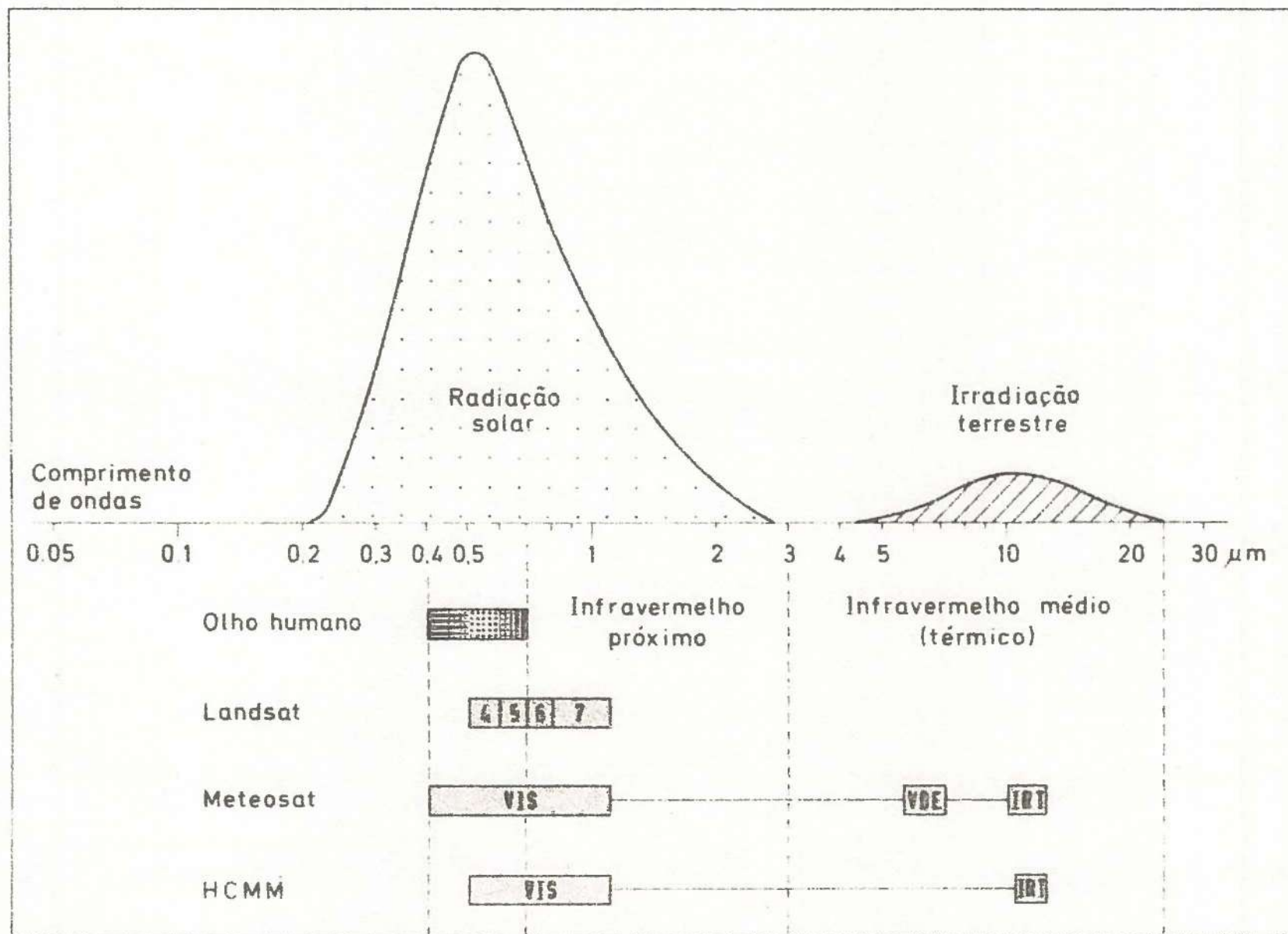
A UTILIZAÇÃO POSSÍVEL DOS REGISTOS DE SATELITES EM
INFRAVERMELHO TERMICO NA CLIMATOLOGIA REGIONAL

Os satélites destinados a facilitar a previsão do tempo registam, em geral, conjuntamente no comprimento de ondas que corresponde à visão humana e ao máximo da radiação solar (Visível e Infravermelho próximo, entre 0,4 e 1,1 μm) e no correspondente à "janela" atmosférica (entre 10 e 12,5 μm) que deixa escapar em direcção ao espaço uma parte da irradiação da superfície terrestre (Infravermelho médio ou térmico, fig. 1).

Os registos termográficos tem especial interesse por fornecer informação num domínio não directamente acessível à observação humana, mas posto ao alcance desta pela sua transposição numa imagem de aparência fotográfica ou num mapa construído a partir dos valores numéricos atribuídos, numa escala de 256 graus, a cada um dos pontos observados, o chamado pixel ou mancha elementar.

A calibragem dos registos térmicos, pela observação periódica do espaço na direcção oposta ao Sol ou de lugares da superfície terrestre cuja irradiação está regularmente registada, nem sempre é segura, o que torna difícil a comparação em valores absolutos dos registos sucessivos. Além disso, a temperatura registada, ou temperatura aparente, está na dependência não só da temperatura verdadeira da superfície observada, mas também da emissividade do corpo que a constitui (capacidade relativa de emissão e absorção das radiações térmicas) e, ainda, das características da atmosfera atravessada. Os objectos de cor muito escura têm emissividade elevada, que se aproxima da do corpo negro teórico, de emissividade perfeita. Sendo também muito elevada a emissividade da água, os corpos impregnados de humidade (solos, por exemplo) emitem mais do que quando secos. Neblinas ligeiras, poeiras, fumos, mesmo não detectáveis na imagem da banda Visível são, no entanto, susceptíveis de distorcer bastante a temperatura aparente do solo em relação à verdadeira.

Não se pode, por isso, comparar directamente o mapa de registo



termográfico de um espaço continental ao construído por interpolação a partir dos clássicos registos meteorológicos pontuais, tanto mais que estes não pretendem traduzir a temperatura da superfície terrestre mas, pelo contrário, escapar às suas irregularidades e fornecer a temperatura do ar, mantido à sombra do abrigo e um metro acima do solo. Os próprios registos termográficos do mar, de muito mais fácil interpretação (Domain, 1979), dada a forte emissividade e relativa homogeneidade espacial da água, não podem tampouco ser directamente comparados às medições feitas em barcos, que correspondem sempre à mistura de uma certa espessura de água.

As tentativas de correcção apareceram difíceis e pouco conclusivas (Pouquet, 1971). Mas a própria complexidade do sinal térmico registado pelo satélite tem feito esperar obter, através dele, informações preciosas sobre a natureza e o estado (grau de humidade) dos corpos que constituem a superfície terrestre. Tentativas em curso procuram determinar a sua inércia térmica (largamente dependente da conductividade) ou o seu balanço radiativo. (Vieillefosse, 1979).

O satélite estacionário Meteosat, que funcionou entre Novembro de 1977 e Novembro de 1979, era capaz de fornecer, de meia em meia hora, a termografia de um muito grande espaço, analisado à escala do seu pixel de 5×5 km. Os registos permitem assim a determinação da velocidade diferencial do aquecimento dos vários corpos, durante o crescimento rápido da insolação que segue o nascer do Sol. Permitem também a determinação, com muito boa aproximação, da amplitude térmica diária.

O satélite HCMM, que circula desde Abril de 1978 numa órbita heliosincrónica, foi concebido pela NASA para fornecer, com certa frequência, registos do mesmo espaço, separados por 12 horas (às 2 e 14 horas), permitindo assim a apreciação da amplitude térmica aproximada de espaços explorados por manchas elementares de 500×500 metros, ou seja 100 vezes maiores do que as do Meteosat (Cassanet, 1980). Até hoje, no entanto, e no que diz respeito à Península Ibérica, os registos que fornecem dados com 12 horas de intervalo são muito poucos, cobrem áreas reduzidas e não foi ainda experimentada a sua utilização.

Qual a atitude possível do geógrafo "médio" (o que não tem recursos financeiros avultados, nem acesso fácil aos tratamentos numéri-

cos por computador), face a esta documentação, que não foi concebida para ele, mas que lhe aparece susceptível de enriquecer e até renovar a sua visão da face da Terra ? Se o tratamento numérico dos dados registados em bandas magnéticas tem, sem dúvida, o maior interesse pela precisão e densidade das informações que permite extrair, não se pode esquecer que ele deve ser sempre precedido e acompanhado da leitura das imagens de tipo fotográfico, de tratamento fácil e pouco oneroso, e que tem a vantagem insubstituível de fornecer uma visão global do espaço estudado. Muitos problemas podem até ser colocados ou resolvidos pela simples leitura geográfica destes documentos.

São a seguir apresentadas algumas experiências realizadas durante os meses passados, que incidiram sobre a utilização possível dos registos termográficos na resolução dos problemas levantados pelo conhecimento do clima às escalas regional e local. A metodologia tradicional esbarrou sempre com várias deficiências da fonte principal de dados, os registos pontuais realizados pelos Serviços Meteorológicos. A localização das estações, nem sempre exactamente conhecida nem escolhida da melhor maneira, a falta de continuidade ou de contemporaneidade das observações, tornam a generalização por interpolação, praticada à falta de outra fonte de informação disponível, bastante incerta e insusceptível de atingir o grau de pormenor exigido pela aplicação eficiente do conhecimento das características regionais, ou locais, do clima. As observações complementares de campo (os tipos de vegetação, a sua deformação pelo vento, as medições meteorológicas ao longo de percursos significativos) são muito demoradas e caras.

Os registos de satélite têm grandes vantagens. São homogêneos, cobrem com a mesma densidade todo o espaço registado e não exigem, por isso, o recurso à interpolação. São simultâneos, pelo menos relativamente, porque a hora local varia conforme a longitude dos pontos considerados - mas este problema só tem importância quando se consideram vastos espaços.

Tem também limitações. A maior parte dos registos corresponde a dias anticiclónicos, com pouca ou nula cobertura de nuvens de maneira que grande parte dos tipos de tempo escapam aos registos. Felizmente, para o conhecimento da diferenciação climática regional, são pre-

Visible

03/07/78

Satellite

METEOSAT

Lo

1230 TU



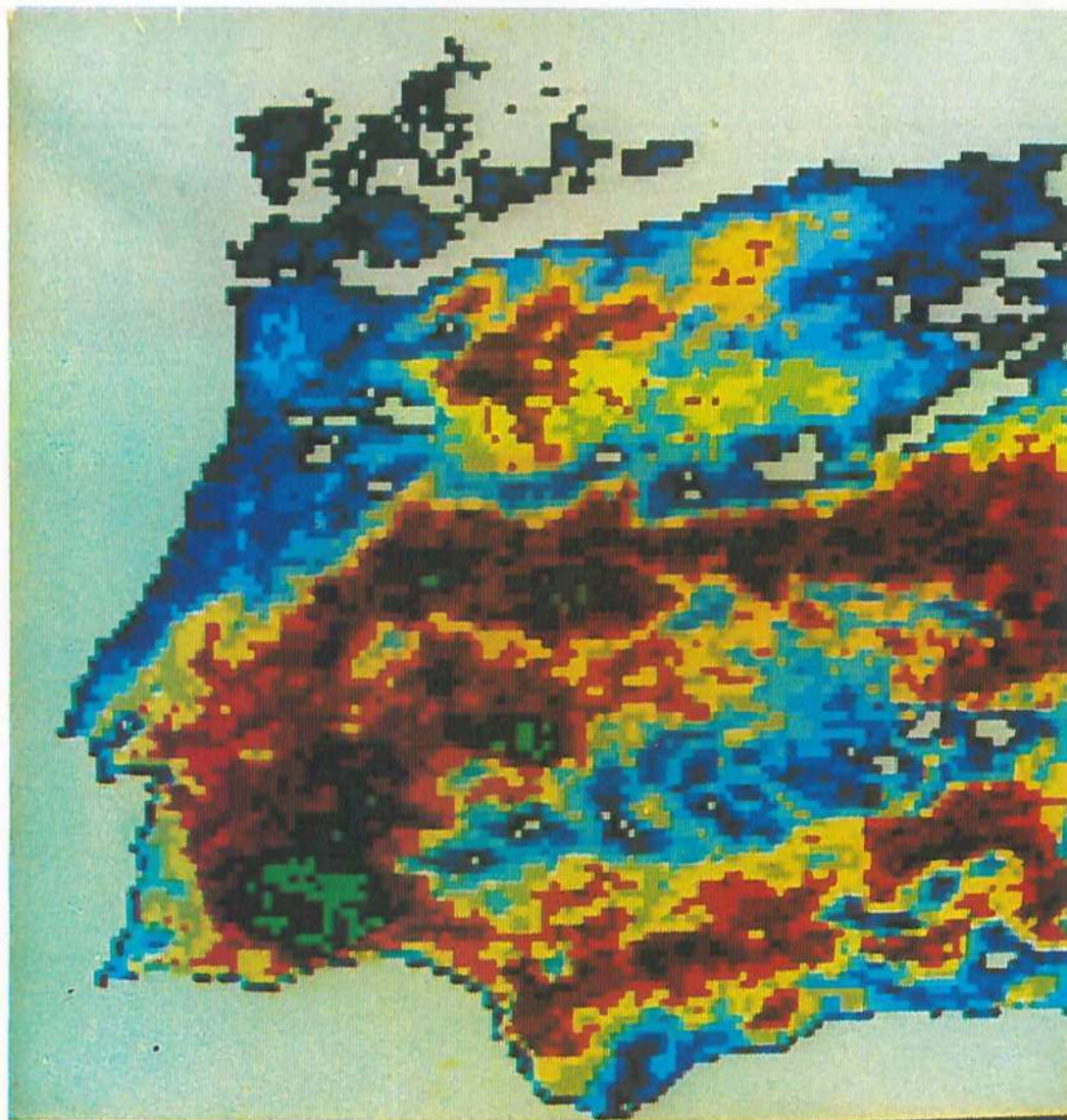
cisamente os dias de tempo calmo e soalheiro que têm mais significação. Já se viu também que não se deve pedir aos registos termográficos uma informação directa sobre a temperatura do ar mas, sim, sobre a temperatura aparente da superfície terrestre (água, rocha, solo, topo da cobertura vegetal ou das nuvens, obras humanas).

A consideração conjunta das imagens das bandas do Visível e Infravermelho Térmico permite localizar as nuvens e neblinas em relação ao relevo e ao contacto terra/água, apreciar a sua espessura e situá-las aproximadamente em altitude. A repartição das temperaturas em relação ao relevo permite reconstituir a circulação do ar à volta dos montes e ao longo dos vales e outras depressões e determinar também o papel relativo da altitude. A leitura deve fazer-se sempre comparando a imagem termográfica com os mapas hipsométricos e outros (geológicos, pedológicos, da vegetação, da ocupação humana), de escala suficiente para fornecer uma densidade de informação comparável à dimensão do pixel do registo utilizado.

A experiência mostra que é absolutamente fundamental proceder ao estudo dos tipos de tempo que antecederam o registo. Se o conhecimento do tempo correspondente a este é indispensável (direcção dos ventos, humidade do ar, estrutura vertical da atmosfera), é quase tão importante conhecer a história do tempo, tanto ao longo das horas anteriores como, em muitos casos, das semanas ou até meses que precederam o registo. A aparência de uma superfície soalheira será muito diferente se o Sol brilhar há muitas horas ou se acabar de surgir entre as nuvens ou por dissipação da neblina matinal, se choveu na véspera ou durante semanas (solos húmidos ou encharcados, fundos de vales inundados), se se formou ou não geada ou, ainda, se houve intervenções humanas significativas (rega e incêndios, em particular).

A riqueza de informações e hipóteses proporcionada pela leitura, suficientemente cautelosa e bem informada, de uma termografia é muito grande. Servem de exemplos os três registos apresentados a seguir.

No dia 3 de Julho de 1978 o satélite Meteosat registou, às 12.30 horas, a fisionomia de uma das faces da Terra. A parte superior da banda Visível deste registo serve de símbolo do actual Colóquio. A Península aparece quase despejada, ao Sul de uma imponente espiral ci-



Extractos do registo termográfico efectuado, na banda de 10 a 12,5 μm , pelo satélite Meteosat, às 12.30TMG, em 3 de Julho de 1978. Reprodução da imagem construída no *ecran* Pericolor do *Bureau de Télédétection de l'ORSTOM* (França) quando do estágio de Iniciação à Teledeteccção de Outubro de 1979.

S. Daveau

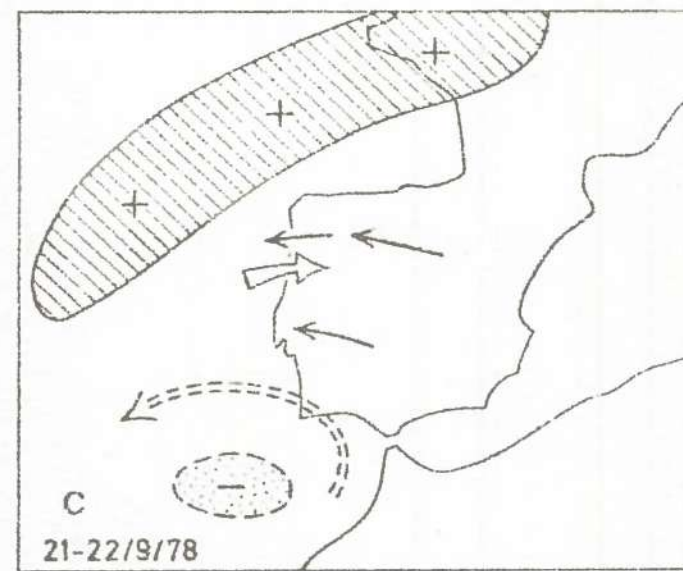
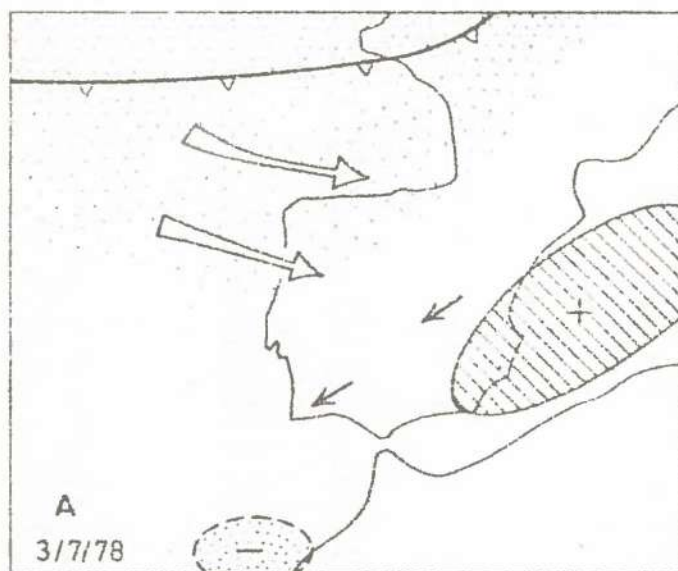
Escala das cores	Razão da mistura			Intensidade total	Cor
	Vermelho	Verde	Azul		
16	12	12	12	36	branco
15	0	0	5	5	azul quase preto
14	0	0	7	7	azul muito escuro
13	0	0	11	11	azul escuro
12	0	0	15	15	azul médio
11	0	3	15	18	azul claro
10	0	12	12	24	azul muito claro
9	10	10	5	25	verde amarelado
8	15	12	0	27	amarelo
7	15	0	0	15	vermelho claro
6	10	0	0	10	vermelho médio
5	8	0	0	8	vermelho escuro
4	6	0	0	6	vermelho quase preto
3	0	6	0	6	verde quase preto
2	0	10	0	10	verde
1	6	3	1	10	castanho muito escuro

clónica. A construção, no écran Pericolor da imagem térmica referente à parte ocidental, foi realizada durante um estágio de iniciação à teledetecção, organizado pelo ORSTOM em Outubro de 1979 (S. Daveau, no prelo). As classes térmicas referentes à superfície continental são todas iguais (incorporam 3 dos 256 valores distinguidos pelo registo), tendo sido deixados em branco os valores baixos referentes às nuvens e ao mar. Restringindo a leitura ao espaço português, nota-se por exemplo o contraste entre as temperaturas baixas do Noroeste, atravessado por massas de ar húmido e fresco, e as muito elevadas do Sueste do Alentejo, atingido por lenta circulação continental de Leste (fig. 2 a). A diferenciação altitudinal térmica parece muito forte em ar seco, mas bastante atenuada nas regiões invadidas pelas massas de ar atlântico. A definição da imagem permite individualizar o comportamento térmico de acidentes do relevo de algumas dezenas de quilómetros de lado (por exemplo, a Serra de São Mamede, as colinas da região de Évora ou a Serra de Monchique).

É evidente que a realização e o estudo comparativo de certo número de mapas deste tipo permitiria entender muito melhor a diferenciação climática da Península, à escala das grandes regiões e mesmo à das unidades de tamanho médio, sem que seja necessário para tal tomar em conta o valor absoluto dos registos. A posição relativa na escala térmica e a relação no espaço das diversas manchas proporcionam elementos de conhecimento, fáceis de comparar de um mapa para outro.

O dia 11 de Maio de 1978 é um dos raros casos em que, até agora, o satélite HCMM tenha registado imagens térmicas, com 12 horas de intervalo, no Noroeste da Península. Agradeço a amabilidade do Prof. F. Verger que pôs à minha disposição estes e outros negativos, pertencentes ao arquivo do Laboratoire de Géomorphologie de l'École Pratique des Hautes Études, Dinard, France, que dirige. O estudo, ainda por fazer, deste dia anticiclónico (fig. 2 b) e perfeitamente despejado, não pode deixar de apresentar o maior interesse.

Uma leitura preliminar da parte ocidental das imagens do 22 de Setembro de 1978, realizada com certo pormenor, mostra as extraordinárias potencialidades destes registos (S. Daveau, 1980) . Por exemplo, duas facies de interferência entre as massas de ar atlântico



des J. Peres 80



e continental se deixam distinguir (fig. 2 c). Ao Norte, o ar continental seco e muito quente tinha, na véspera (21 de Setembro), penetrado até ao mar, provocando a deflagração de grandes incêndios no Minho e na Galiza. Bolsas isoladas dele atingiam ainda o solo quando do registo, quer em depressões topográficas fechadas, quer no topo dos montes, cercadas pela penetração, ao longo dos vales, do ar marítimo húmido e fresco. O aspecto mosqueado do registo traduz estes curiosos exemplos de inversão térmica muito acentuada. Na região de Lisboa e ao Sul, o dia 21 tinha sido fresco por causa da nebulosidade ligada a uma depressão de altitude, a brisa do mar tinha penetrado profundamente no continente e a transgressão para Oeste do ar continental estava em curso, quando do registo. Lê-se bastante bem, na imagem térmica, a circulação mais ou menos fácil à volta dos obstáculos do relevo, das duas massas de ar em conflito. Individualizam-se, por exemplo, ao Norte de Lisboa, corredores de circulação, oeste-leste que, longe de corresponder aos entalhes profundos mas estreitos dos pequenos vales actuais, parecem aproveitar as seladas de uma topografia madura, anterior aos últimos movimentos tectónicos.

É evidente que a compreensão da circulação dos estratos inferiores da atmosfera, muito influenciados pelo contacto com o solo, mas que conservam a marca forte da sua origem, deve trazer uma luz nova em todos os problemas da diferenciação espacial do clima, nas escalas que eram, até hoje, mais difíceis de estudar.

Suzanne Daveau

BIBLIOGRAFIA

- BARRETT, E.C., *Climatology from Satellites*, London, 1974, 418 p.
- CASSANET, J., *La télédétection HCMM et son application au Littoral*, Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, 34, Dinard, 1980, 51 p. pol.
- DAVEAU, S., Première lecture des images concernant le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique, recueillies le 22 septembre 1978 par le satellite HCMM, *Cadernos de Teledeteccão*, 2, C.E.G., Lisboa, 1980, 30 p. pol.
- DAVEAU, S., *Études expérimentales sur le climat de la Péninsule Ibérique à partir des enregistrements du satellite Meteosat* (no prelo).
- DOMAIN, F., *Le satellite Meteosat et l'Océanographie. Étude des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal*, *Télédétection*, 3, ORSTOM, Paris, 1979, 43 p.
- POUQUET, J., *Les sciences de la Terre à l'heure des satellites*, Paris, 1971, p.
- REEVES, R.G. (ed.), *Manual of Remote Sensing*, American Society of Photogrammetry, Falls Church, 1975, 2 vol., 2144 p.
- VIEILLEFOSSE, M., *Détermination de l'inertie thermique à partir des données de Meteosat, Expérience "Cithare"*, rapport 1, Centre National d'Études Spatiales, Toulouse, 1979, 35 p. pol.

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

Página

Fig. 1 - Os captadores dos satélites Landsat, Meteosat e HCMM, comparados à visão humana, à radiação solar e irradiação terrestre	2
Fig. 2 - A Península Ibérica e o seu enquadramento, em 3 de Julho de 1978 às 12 h 30 TMG, na banda 0,4 - 1,1 μm	5
Fig. 3 - Temperaturas da parte ocidental da Península Ibérica vistas no <u>écran</u> Pericolor, a partir dos registos de 3 de Julho de 1978 às 12 h 30 TMG, na banda 10 - 12,5 μm	7
Fig. 4 - Situação meteorológica da Península Ibérica nos dias 3/7/78, 11/5/78 e 21-22/9/78, segundo o Boletim Meteorológico	9