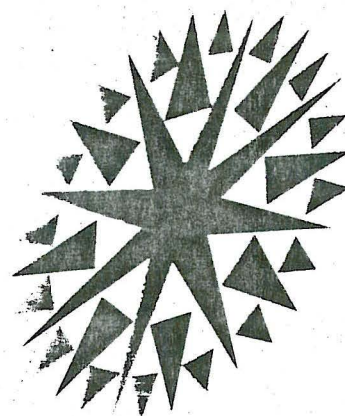
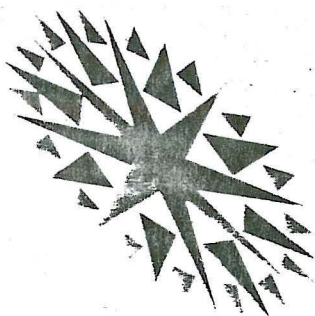
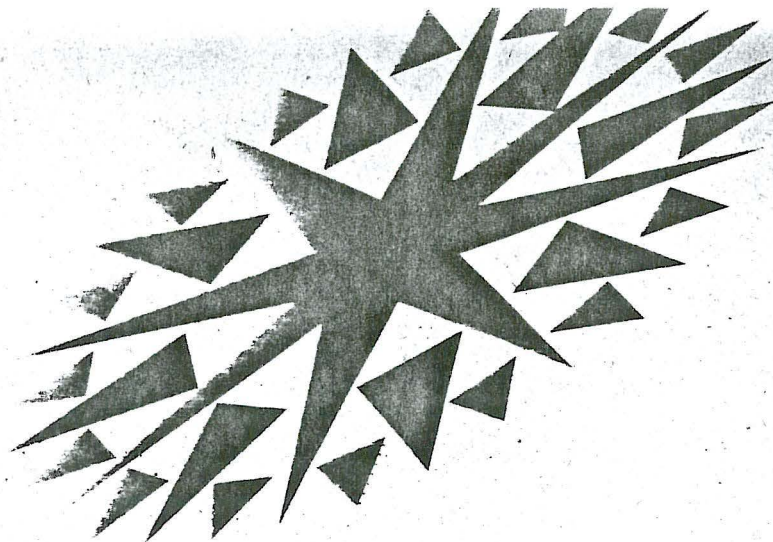


**USIG**

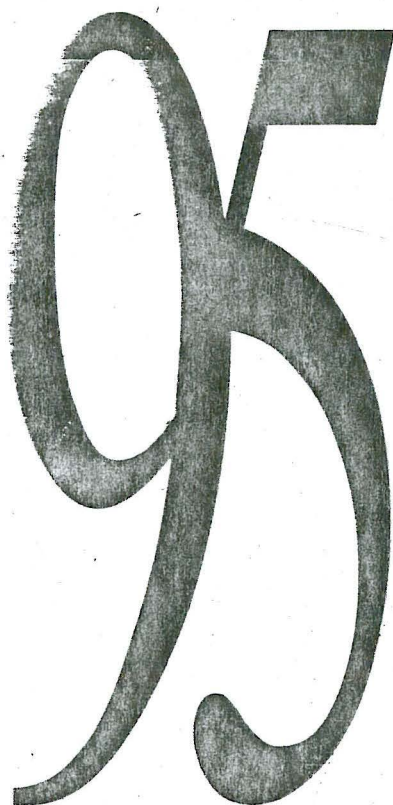
Associação dos Utilizadores de  
Sistemas de Informação Geográfica

PATROCINADOR

**IBM**



**ESIG**



**27 / 29 DE SETEMBRO**

**III ENCONTRO  
SOBRE SISTEMAS  
DE INFORMAÇÃO  
GEOGRÁFICA**

**LOCAL**

*Feira Internacional de Lisboa*



Informações: Tel. 362 44 52 Fax. 364 50 00

**OTOPUS**

Informação Geográfica, Lda

DIREÇÃO  
GERAL DO  
AMBIENTE



Fundação  
*Russell American*  
PARA O DESENVOLVIMENTO



INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA



**INTERGRAPH**

## **Integração de Informação Recolhida com Recurso ao GPS (Global Positioning System) na Análise e Tratamento de Imagens de Satélite.**

Aranha, José \*, Castro, José \*\*, Castro, João\*\*, Walford, Nigel\*\*\*

\*Dept. Florestal - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

\*\*Dept. Florestal - Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal

\*\*\*School of Geography - Kingston University, England

### **Resumo**

Dada a natureza do sensor do satélite que capta imagens, a definição do produto final, a imagem de satélite, está condicionada. De acordo com o tipo de sensor, podemos obter imagens cuja resolução varia entre os 5\*5m, no caso do satélite Soyus, e os 1100\*1100m, no caso do satélite NOAA. Assim, facilmente se compreende que alguns objectos, nomeadamente vias de comunicação e estradas florestais, não sejam visíveis em imagens de satélite, por apresentarem dimensões inferiores à resolução do pixel. Sabendo que a presença de estradas em imagens sujeitas a interpretação é fundamental para a identificação e posterior confirmação de campo, entendemos ser de toda a utilidade sobrepor ficheiros vectoriais, obtidos através do GPS, a ficheiros raster, como seja a imagem de satélite. Nesse sentido, desenvolvemos o presente trabalho.

**DISPONÍVEL  
PARA PUBLICAÇÃO**

## Integração de Informação Recolhida com Recurso ao GPS (Global Positioning System) na Análise e Tratamento de Imagens de Satélite.

Aranha, José \*, Castro, José \*\*, Castro, João\*\*, Walford, Nigel\*\*\*

\*Dept. Florestal - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

\*\*Dept. Florestal - Escola Superior Agrária de Bragança

\*\*\*School of Geography - Kingston University, England

### Resumo

Dada a natureza do sensor do satélite que capta imagens, a definição do produto final, a imagem de satélite, está condicionada. De acordo com o tipo de sensor, podemos obter imagens cuja resolução varia entre os 5\*5m, no caso do satélite Soyuz, e os 1100\*1100m, no caso do satélite NOAA. Assim, facilmente se compreende que alguns objectos, nomeadamente vias de comunicação e estradas florestais, não sejam visíveis em imagens de satélite, por apresentarem dimensões inferiores à resolução do pixel. Sabendo que a presença de estradas em imagens sujeitas a interpretação é fundamental para a identificação e posterior confirmação de campo, entendemos ser de toda a utilidade sobrepor ficheiros vectoriais, obtidos através do GPS, a ficheiros raster, como seja a imagem de satélite. Nesse sentido, desenvolvemos o presente trabalho.

### 1. Introdução

A definição das imagens obtidas por satélite varia de acordo com o tipo de sensor que as capta. Assim, de acordo com o tipo de sensor, podemos obter imagens cuja resolução varia entre os 5\*5m, no caso do satélite Soyuz, e os 1100\*1100m, no caso do satélite NOAA, se nos referirmos apenas a imagens normalmente utilizadas em trabalhos relacionados com o estudo da ocupação do solo e a actividade vegetal. Com o objectivo de apresentar as principais características das imagens de satélite, mais utilizadas, disponíveis no nosso mercado, apresentamos o quadro 1.

Quadro 1 - Características das imagens de alguns satélites.

Satélite	Sensor	Nº de bandas	Comprimento de onda (µm)	Res. radiométrica (níveis)	Resolução espacial(m)
Soyuz	Pancromatico	1	0.4 - 0.8	/	5*5
SPOT	HRV-P	1	0.51 - 0.73	128	10*10
SPOT	HRV-XS	3	0.50 - 0.59 0.61 - 0.68 0.79 - 0.89	256	20*20
NOAA	AVHRR	2	0.60 - 0.70 0.73 - 1.10	/	1100*1100
cont. pagina	seguinte				

Cont. Quadro 1					
Landsat	TM	7	0,45 - 0,52 0,52 - 0,60 0,63 - 0,69 0,76 - 0,90 1,55 - 1,75 10,40 - 11,70(n) 2,08 - 2,35	256	30*30 (n)120*120

Fonte: Adaptado de Kramer, H. J. (1994)

As imagens mais vulgarmente utilizadas são as dos satélites Spot, Landsat e NOAA, uma vez que as imagens captadas pelo Soyus não se encontram muito difundidas e não cobrem todas as áreas do território nacional. As duas primeiras são utilizadas em trabalhos de estudo e cartografia da cobertura do solo, sendo a última, pela natureza da sua resolução, utilizada em trabalhos de meteorologia e de estudos de actividade vegetal. O custo de aquisição das imagens varia em função de três do tipo de satélite e de sensor, nível de correcção radiométrica e nível de correcção geométrica.

No trabalho que agora apresentamos, utilizámos uma cena de uma imagem multiespectral do satélite SPOT, como podemos ver nas figuras 1a, 1b e 1c.

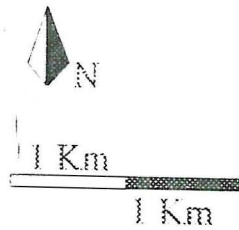


Fig. 1a - Banda 1 do satélite SPOT (0,50 - 0,59  $\mu\text{m}$ )

Fig. 1b - Banda 2 do satélite SPOT (0,61 - 0,68  $\mu\text{m}$ )

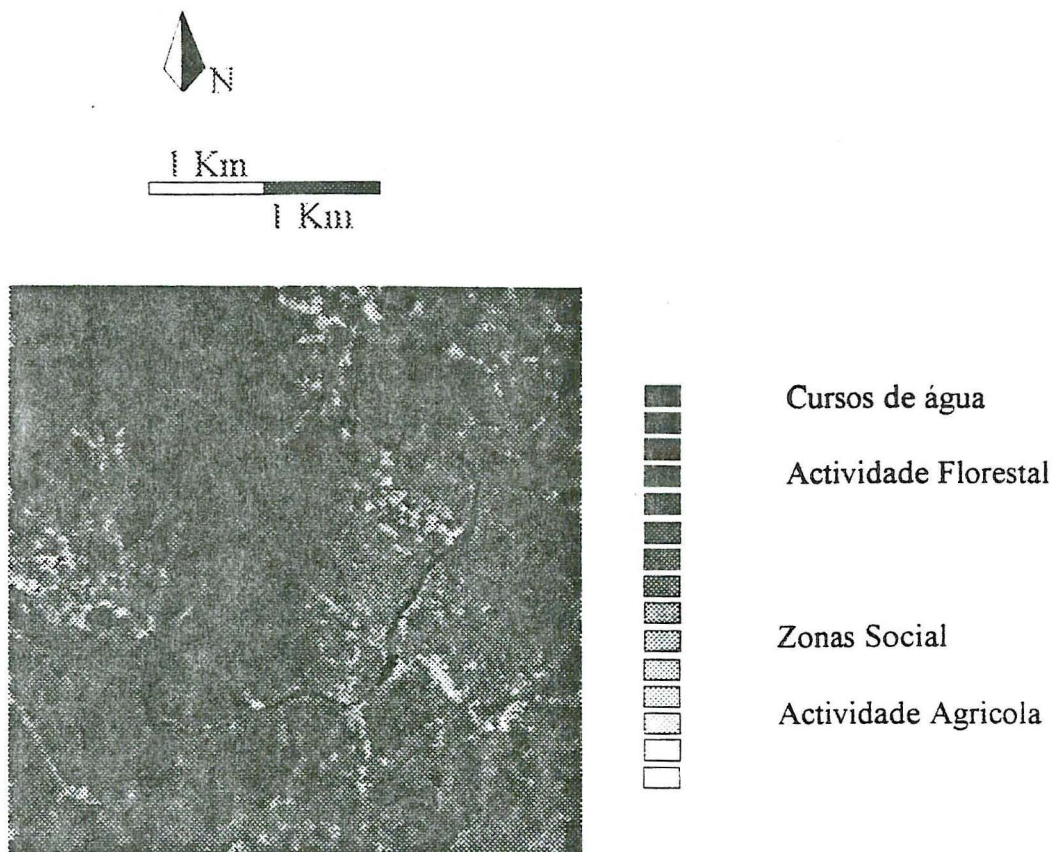


Fig. 1c - Banda 3 do satélite SPOT (0,79 - 0,89  $\mu\text{m}$ )

Analisando as figuras anteriormente apresentadas, e comparando-as com a figura 2, apresentada na página seguinte, podemos identificar o rio Tâmega, parte da estrada nacional Vidago/Chaves e algumas partes da rede divisional e dos caminhos florestais. Esta comparação permite-nos ver que há elementos coincidentes e verificar que há alterações da rede viária. Podemos, igualmente, constatar que há elementos, que pela sua dimensão e pela resolução da imagem, não estão representados.

A área seleccionada para o estudo corresponde às margens do rio Tâmega, na zona do Vidago. A área localiza-se cartograficamente na Carta Militar Nº 46, à escala 1/25000, cuja representação e coordenadas podemos ver na figura 2, apresentada na página seguinte.

A fim de actualizar a cartografia desta área florestal e de produzir uma imagem vectorial que auxilie a tarefa de analisar e classificar a imagem de satélite, fizemos o levantamento da rede divisional e dos caminhos florestais, recorrendo a um GPS, tanto em posicionamento estático como dinâmico.

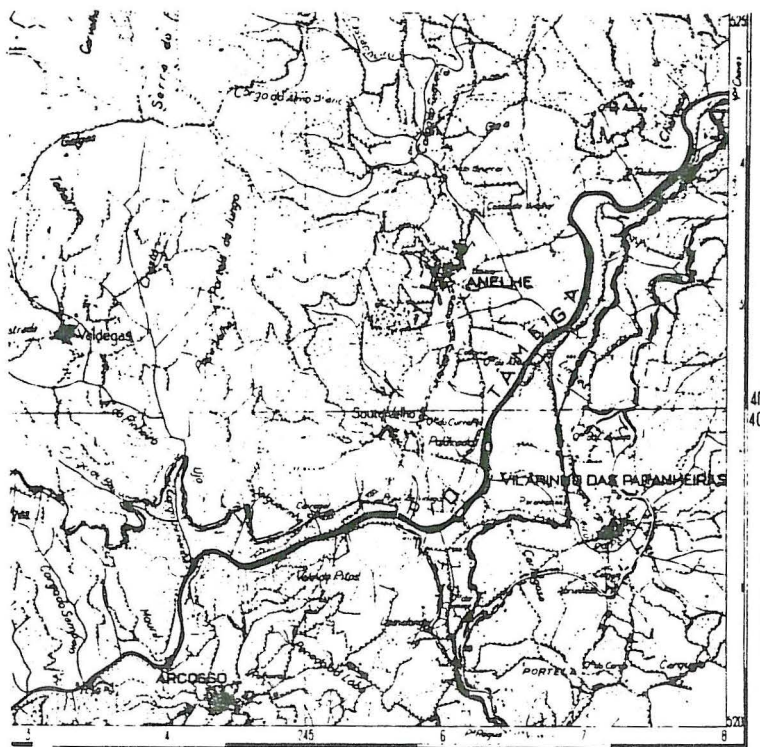


Figura 2 - Localização cartográfica da área de estudo. (Coordenadas Gauss. expressas em Km)

## 2. Material

O material utilizado para a realização deste trabalho foi o que abaixo se apresenta:

- Carta Topográfica Militar Nº 46, à escala 1/25000
- Cenas de uma imagem do satélite SPOT, nas três bandas, captada a 13/06/93 às 11:43 AM, com resolução 20\*20m e correcção tanto geométrica como radiométrica
- Receptor móvel GPS de seis canais, Trimble Basic Plus,
- Estação fixa GPS, Trimble
- Computador 486 DX2, com 16Mb RAM
- MicroStation PC
- IDRISI
- Photofinish
- Mesa digitalizadora
- Impressora HP de jacto de tinta.

### 3. Método

Começámos por digitalizar a parte da carta topográfica referente á área de estudo, construindo dois ficheiros vectoriais, um com a rede hidrográfica principal, a rede viária e a divisional, e outro com as curvas de nível, apenas as mestras, de 50 em 50m.

Com base neste último ficheiro, após tê-lo importado para o programa IDRISI, construímos um Modelo Digital de Elevação do Terreno. Estes modelos servem para visualizar e perceber o relevo da região (Driel, 1989), bem como para ajudar às operações de análise e classificação de imagens (Kessel, 1990). O resultado da classificação da cobertura vegetal do terreno pode, mais tarde, ser utilizado em trabalhos de estudo do comportamento do fogo, por exemplo, sendo o MDET (Modelo Digital de Elevação do Terreno) fundamental para o cálculo de declives e de exposições (Chuvieco e Congalton, 1989).

Após todas as tarefas anteriormente descritas, fomos ao campo recolher pontos com o GPS, para podermos construir um ficheiro vectorial com a rede divisional e com os caminhos florestais, nem sempre cartografados. A recolha de pontos foi feita em posicionamento estático de recolha contínua de pontos, no caso dos aceiros, e em posicionamento dinâmico, numa viatura todo o terreno, com recolha de pontos em intervalos de 3 segundos, dada a sinuosidade do terreno.

Uma vez que a utilização do GPS está sujeita a erros pré-programados pelo Departamento de Defesa dos EUA (Bento, Aranha e Gonçalves, 1994), começámos por fazer o levantamento da Estrada Nacional Vidago/Boticas. Posteriormente fizemos o levantamento das estradas florestais, bem como dos aceiros. O levantamento da Estrada Nacional Vidago/Boticas, que coincide na sua maior parte com a rede viária cartografada, permitiu-nos, no gabinete, fazer a correcta localização cartográfica do trabalho de campo. O resultado do trabalho de campo podemos vê-lo na figura 3, que se apresenta na página seguinte.

Durante o trabalho de campo, fomos recolhendo informações sobre o tipo de ocupação do solo, principalmente em pontos de cruzamento de estradas ou de estradas e aceiros, com o objectivo de ter pontos de referência durante o trabalho de classificação de imagens, no gabinete.

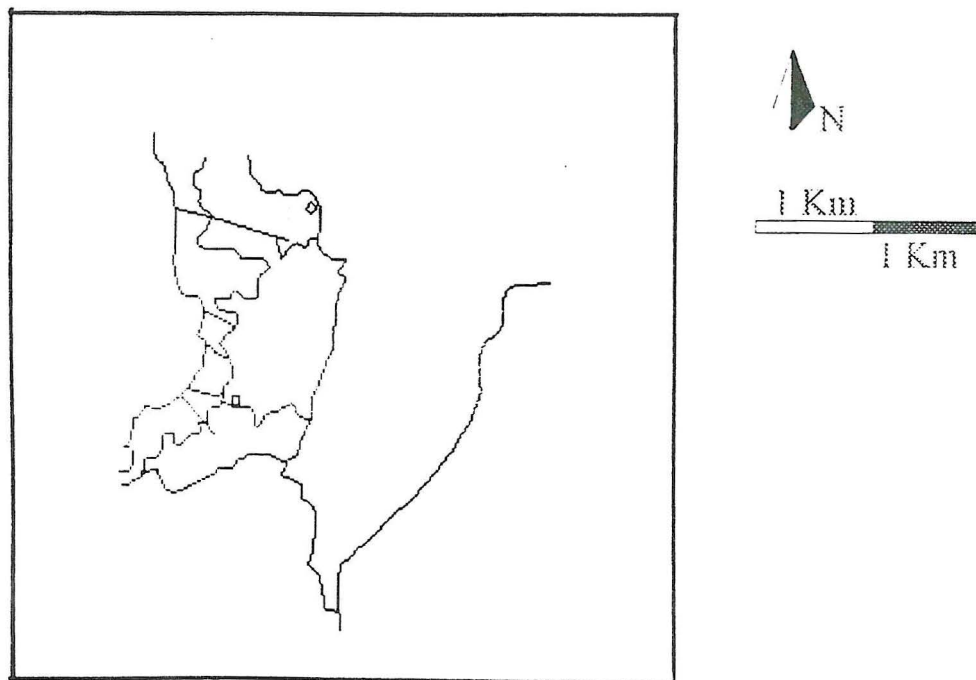


Fig. 3 - Levantamento GPS de parte da rede viária e da rede divisional

As cenas da imagem de satélite que utilizámos, foram extraídas de uma imagem global previamente importada para o programa IDRISI, onde foi feita a sua correcção espacial e cartográfica. Uma vez que cada imagem corresponde a uma banda do satélite, podémos analisar a resposta radiométrica dos elementos nas várias zonas do espectro.

Nesta fase do trabalho, dispunhamos já de toda a informação em suporte magnético e possível de ser lida e tratada pelo programa IDRISI.

Assim, começámos por analisar cada uma das bandas e aplicar um sistema de classificação automática, das três bandas, em 15 classes. Optamos por utilizar 15 classes porque estávamos a trabalhar com uma placa VGA, que não permite mais do que 16 cores em simultâneo e porque reservamos o 0(zero) para o fundo. Por outro lado, uma vez que estávamos a fazer um estudo geral da cobertura do solo, as 15 classes apresentavam-se

como suficientes para classificar os objectos presentes, de acordo com o esquema que a seguir apresentamos.

Quadro 2 - Esquema geral de Classificação das Imagens.

Objecto	Código
Não classificado	0
Hidrologia	1
Floresta 1	2
Floresta 2	3
Floresta 3	4
Rede viária	5
Rede divisional	6
Zonas sociais	7
Agricultura 1	8
Agricultura 2	9
Solo nu	10

Como podemos ver, analisando do quadro anterior, 10 classes seriam suficientes para o nosso trabalho. No entanto, é sempre conveniente trabalhar com mais classes do que as de que necessitamos, pois encontramos sempre mais objectos do que os que esperamos encontrar e devemos contar sempre com respostas fora do normal. Estas classes a mais seriam o nosso intervalo de segurança.

Para podermos analisar as imagens e referenciar a posição dos objectos, sobreposémos o ficheiro vectorial, anteriormente construído, a cada uma das imagens, sendo o resultados o que apresentamos nas figuras 4a, 4b e 4c, apresentadas na página seguinte.

A análise e interpretação das imagens, tornou-se, assim, mais fácil e precisa. Analisando as imagens uma a uma, ou seja, banda a banda, foi possível elaborar um esquema de classificação assistido para cada uma delas, cujo resultado se apresenta nas figuras 4a, 4b e 4c, apresentadas uma página adiante.

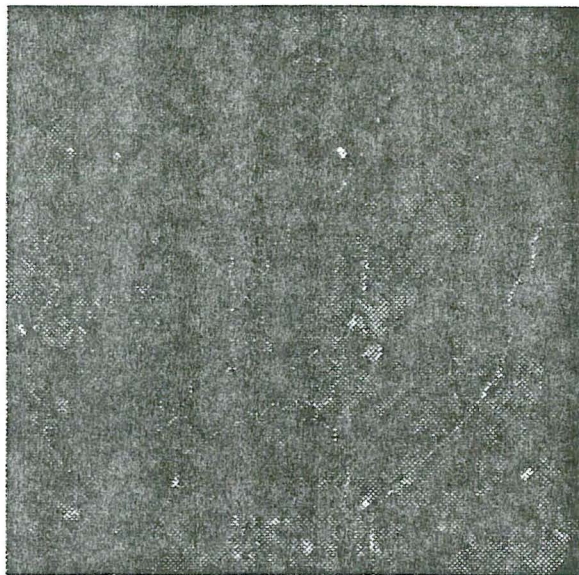
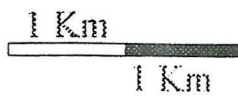


Fig. 4a - Classificação automática da banda 1 do satélite

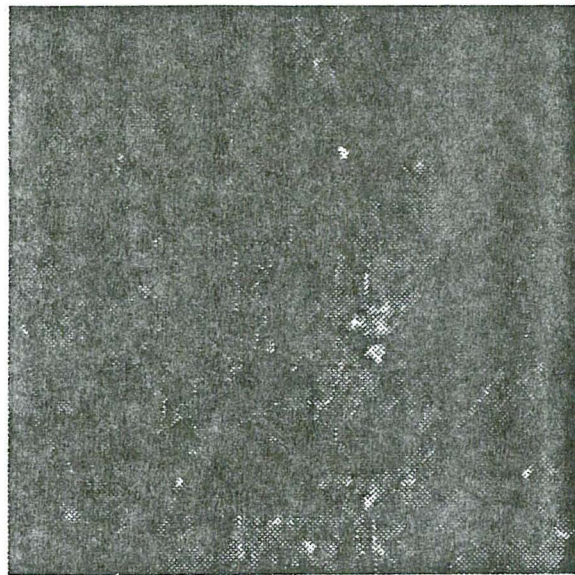


Fig. 4b - Classif. automática da banda 2 do satélite

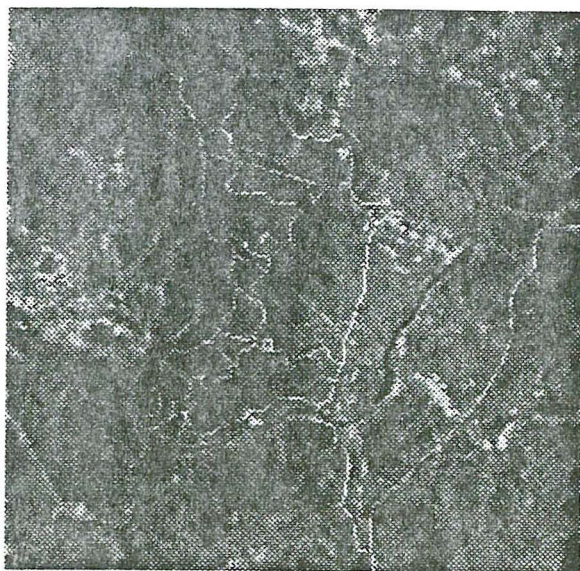






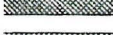





Fig. 4c - Classificação automática da banda 3 do satélite

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
|  | Cursos de água                    |
|  | Floresta mais densa               |
|  | Fl. menos densa / Plantações      |
|  | Mato / Vegetação rasteira         |
|  | Solo nu com veg. dispersa         |
|  | Transição Floresta / Agricultura  |
|  | Pastos / Pousios                  |
|  | Zonas sociais / Vias de comunic.  |
|  | Agricultura (geral)               |
|  | Agricultura / Plantações recentes |

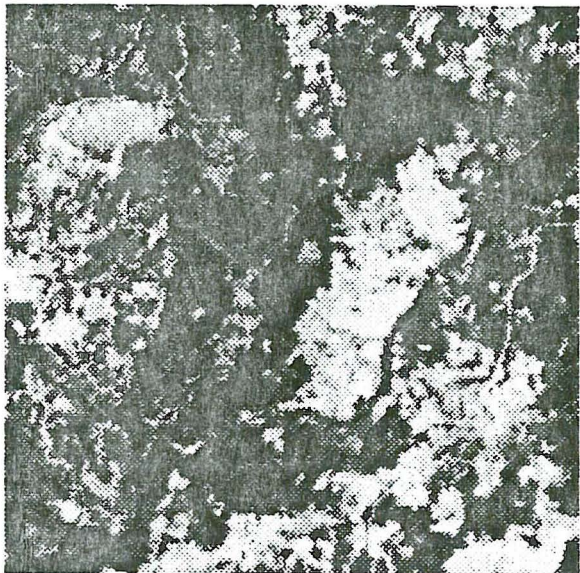
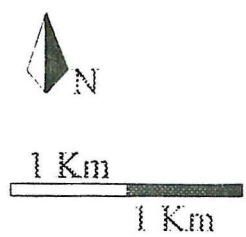


Fig. 5a - Classificação assistida da banda 1 do satélite

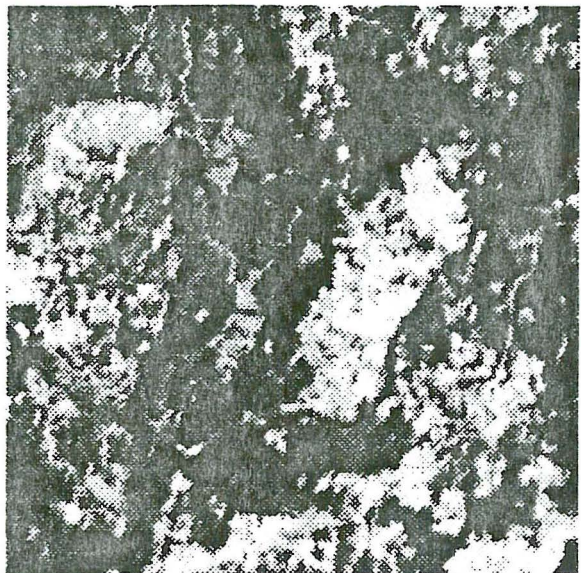


Fig. 5b - Classif. assistida da banda 2 do satélite

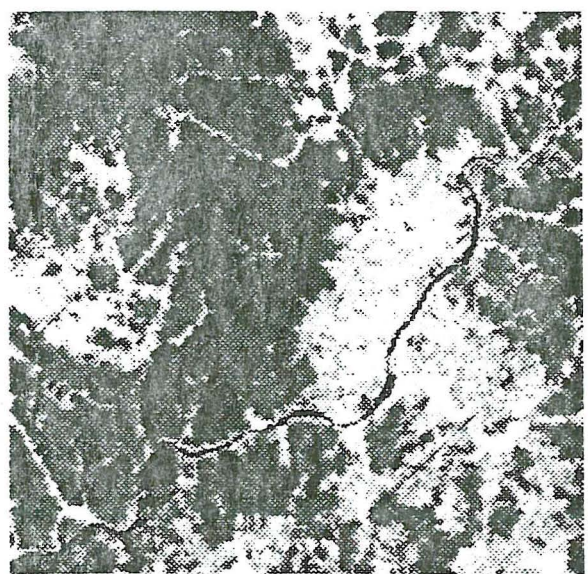









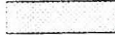


Fig. 5c - Classificação assistida da banda 3 do satélite

-  Cursos de água
-  Floresta mais densa
-  Fl. menos densa / Plantações
-  Mato / Vegetação rasteira
-  Solo nu com veg. dispersa
-  Transição Floresta / Agricultura
-  Pastos / Pousios
-  Zonas sociais / Vias de comunic.
-  Agricultura (geral)
-  Agricultura / Plantações recentes

A análise e a classificação das três bandas permitiu elaborar uma imagem final a falsa cor, que representa a ocupação do solo, na área em estudo. O resultado desta classificação apresenta-se na figura 6a.

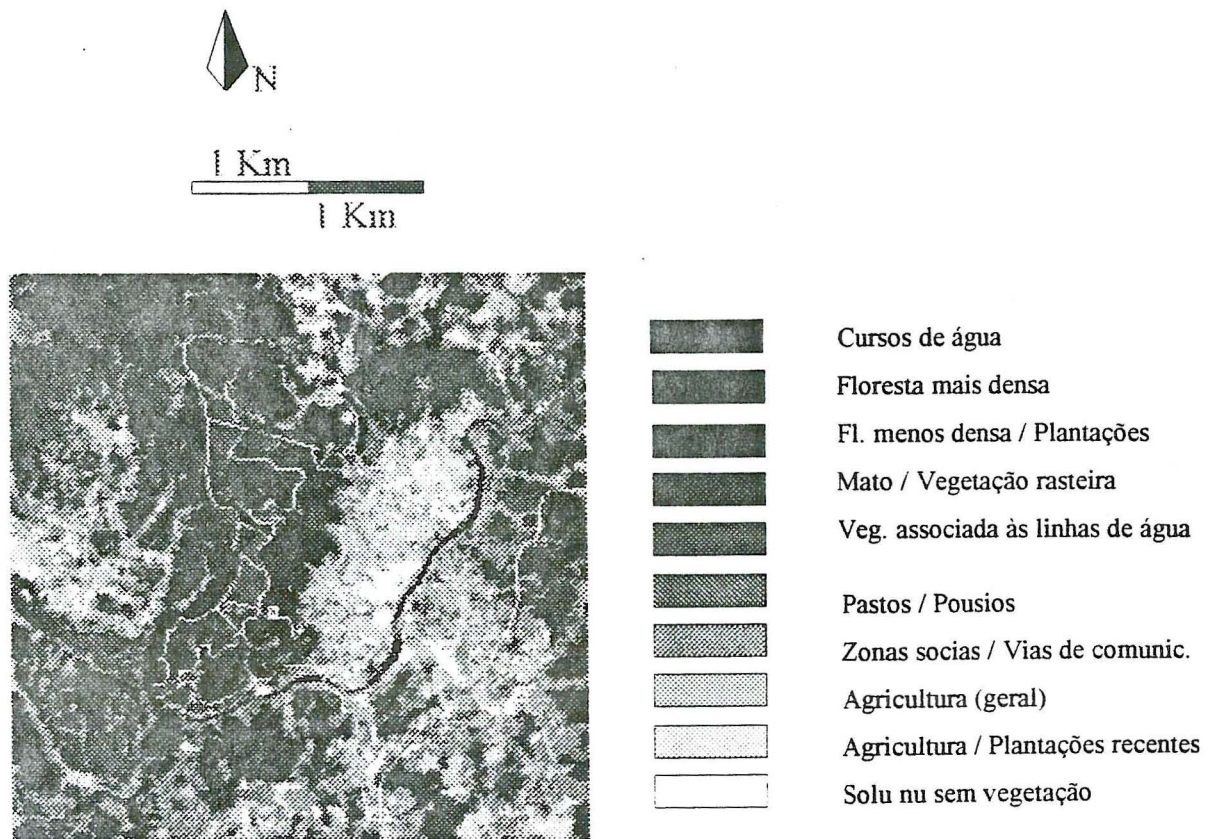


Fig. 6a - Imagem a falsa cor resultante da composição das imagens 5a, 5b e 5c.

A fim de melhor analisarmos e percebermos a utilidade da sobreposição de um ficheiro vectorial referente à rede viária e à rede divisional, em operações de classificação de imagens, fizemos uma ampliação da parte central da imagem apresentada na figura 6a, referente ao povoamento florestal em questão. Esta imagem pode ser analisada na página seguinte.

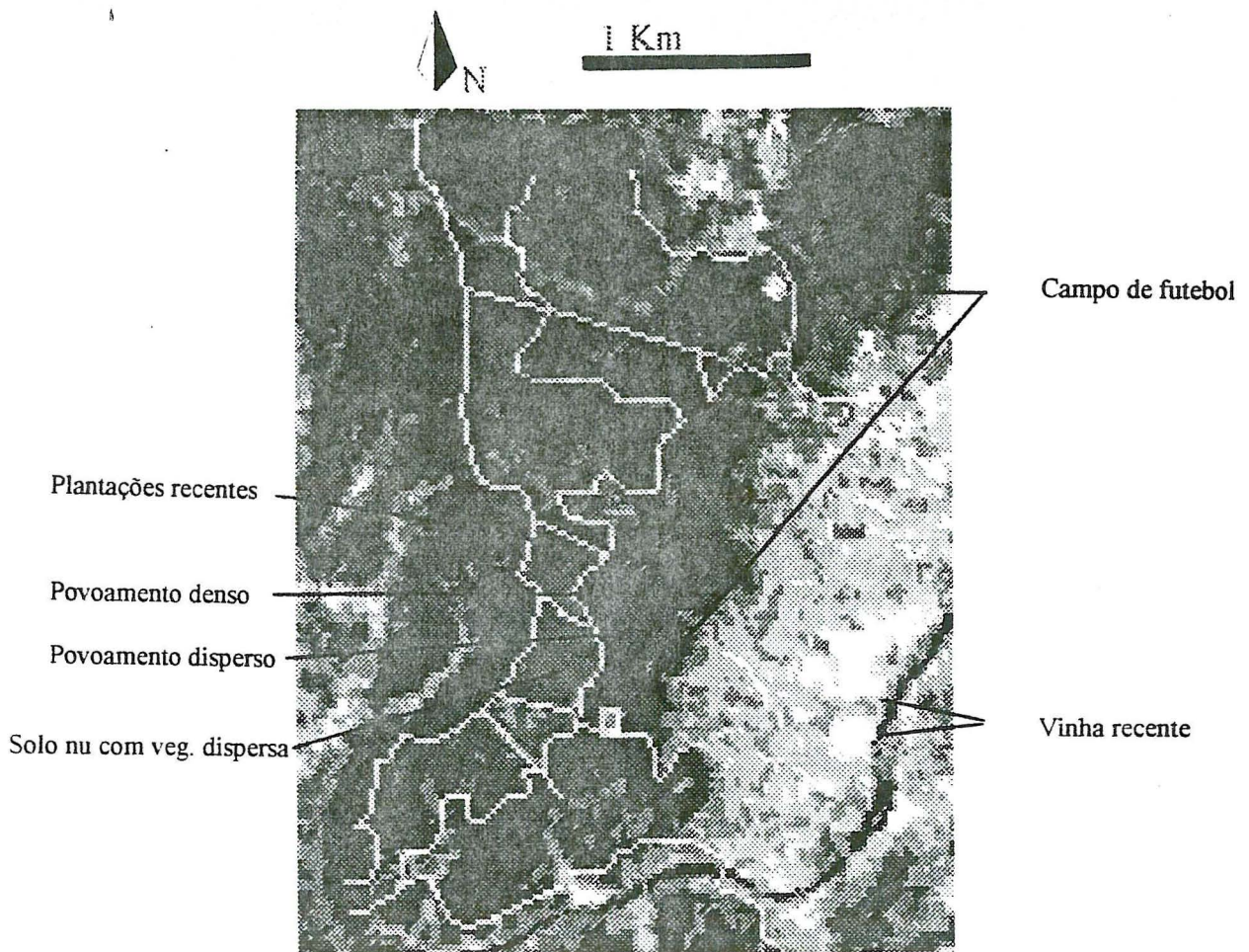


Fig. 6b - Ampliação da parte central da imagem a falsa cor

#### 4. Análise e comentário dos resultados

Uma das utilidades de sobrepor ficheiros vectoriais obtidos com recurso ao GPS, referentes à rede viária e divisional, a ficheiros raster, imagens, é a ajuda que estes prestam ao trabalho de análise e classificação. No entanto, a principal vantagem deste processo reside na preciosa ajuda que prestam ao trabalho de verificação da classificação, no campo.

Analisando as figuras 4 (a,b,c) e 5 (a,b,c), podemos ver que a resposta dada pelos objectos representados é muito semelhante na banda 1 e na banda 2, confirmando-se o que Nemani *et al* (1993) apresentam no seu trabalho.

Em qualquer das imagens apresentadas nas figuras 4, podemos ver que há uma bipolarização resultante da classificação automática. A componente mais escura está relacionada com os cursos de água e com o coberto florestal, estando a parte mais clara relacionada com as zonas sociais e a actividade agrícola.

Ao sobrepor o ficheiro vectorial às imagens, podemos facilmente relacionar o que vimos na imagem com o que vimos no campo e comparar as anotações de gabinete com as de campo. Esta comparação permitiu-nos confirmar que 10 classes eram suficientes para classificar cada uma das bandas, de acordo com o tipo de ocupação do terreno.

Analisando as figuras 5 (a,b), as quais se apresentam sem sobreposição do ficheiro vectorial, podemos confirmar o que anteriormente dissemos. Assim, é possível identificar a rede viária e a rede divisional, bem como as várias componentes da cobertura florestal e da agrícola. A imagem 5c permite-nos identificar perfeitamente as linhas de água, distinguindo-se a cobertura florestal da agrícola, apenas por a primeira é mais escura, o que seria de esperar de uma imagem na zona do infravermelho.

Analisando a imagem apresentada na figura 6a, podemos ver que é nítida a distinção das várias componentes, quer da cobertura florestal, quer da social e agrícola. Podemos igualmente ver que houve necessidade de incluir uma nova classe de classificação, que incluísse o solo nu, seco e sem vegetação, como é o caso dos campos de futebol, da rede divisional e de alguns terrenos lavrados e sem vegetação. Analisando a figura 6b, podemos confirmar estas afirmações.

Se antedermos ao facto de um ecossistema florestal estar em permanente mudança, e no caso particular do países mediterrânicos estar sujeito à acção dos fogos florestais, é bem possível que a classificação de uma imagem esteja actualizada no fim da primavera e desactualizada no fim do verão. Tendo a cobertura efectuada pelo satélite SPOT uma periodicidade de 26 dias, o recurso a levantamentos GPS apresenta-se como uma ferramenta de actualização de trabalhos de cartografia, para além das vantagens anteriormente apresentadas e demonstradas.

### Bibliografia

- Bento, J.; Aranha, J. , Gonçalves, J.. (1994)** - *A Utilização do GPS em Aplicações Florestais*. III Encontro Florestal Nacional. Figueira da Foz
- Chuvieco, E.; Congalton, B. L. (1989)** - *Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping*. Pag. 147-160. RS&E. Vol 29. 1989.
- Driel, J. N. Van (1989)** - *Three Dimensional Display of Geologic Data*. Pag. 1-9. In *GIS-Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London.
- Kessell, S. R. (1990)** - *An Australian Geographical Information and Modelling System for Natural Area Management*. Pag. 333-362. IJGIS. Vol 4. N 3. 1990.
- Kramer, J. H. (1994)** - *Observation of the Earth and its Environment. Survey of Missions and Sensors*. 2 Edicao - Springer-Verlag - Berlin.
- Nemani, R.; Pierce, L.; Running, S.; Band, L.(1993)** - *Forest Ecosystem Processes at the Watershed scale: Sensitivity to Remotely-sensed Leaf Area Index Estimates*. Pag. 2519-2534. IJRS. Vol 14. N 13. 1993.