

SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE TIPOLOGIAS FLORESTAIS A PARTIR DE IMAGENS QUICKBIRD

SEGMENTATION AND CLASSIFICATION OF FOREST TYPES WITH QUICKBIRD IMAGES

Adélia Maria O. de Sousa¹, Paulo Mesquita², Ana Cristina Gonçalves³, José Rafael Marques da Silva⁴

^{1,3,4} Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Apartado 94, 7002-554, asousa@uevora.pt¹, acag@uevora.pt³, jmsilva@uevora.pt⁴

² Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal, paulomesquita00@gmail.com²

RESUMO

O principal objectivo deste estudo foi avaliar o potencial de imagens de alta resolução espacial (Quickbird) na identificação de espécies florestais para uma região do Alentejo (Portugal), utilizando o método de segmentação multi-resolução e classificação digital orientada a objecto. Foi criada uma máscara para a vegetação com base no índice de vegetação NDVI, e obtida uma classificação com a área de coberto por espécie (*Quercus Suber* e *Pinus Pinea*). A detecção da vegetação foi determinada com elevado rigor, sendo a data das imagens um factor muito importante para o resultado. A classificação foi validada através de dados de campo, e foi calculada a matriz de confusão e o coeficiente *Kappa*. Considerou-se a identificação e separação entre as duas classes florestais dominantes (*Quercus Suber* e *Pinus Pinea*) e entre as três classe, as mesmas duas classes e outra que integra todos os restantes tipos de ocupação do solo. Os resultados foram satisfatórios, com *Kappa* de 79.3% e de 86,5 % respectivamente. Podemos concluir que a metodologia desenvolvida e os dados de alta resolução do satélite Quickbird produzem resultados satisfatórios para a identificação e separação das espécies florestais. A baixa resolução espectral deste satélite é compensada pela elevada resolução espacial e pela utilização de outros parâmetros de forma e de textura dos objectos individuais e entre objectos.

Palavras-chave: Detecção remota, alta resolução, espécie florestal, segmentação multi-resolução, classificação orientada a objecto.

ABSTRACT

The main goal of this study was to evaluate the potential of high spatial resolution images (Quickbird) to identify of forest species to a region of Alentejo (Portugal), using the multi-resolution segmentation method and object-oriented classification. A vegetation mask was created based on vegetation index NDVI, and obtained a classification with the covered area by forest species (*Quercus suber* and *Pinus pinea*). The detection of vegetation was determined with high accuracy, being the date of the images a very important factor for this result. The classification was validated by field data, and was calculated the confusion matrix and Kappa coefficient. We considered the identification and separation between for the two dominant forest classes (*Quercus Suber* e *Pinus Pinea*) and the three class, the same two classes and another that include the other land use types. The results were satisfactory with kappa of 79.3% and 86.5% respectively. It can be concluded that the methodology and data from high resolution Quickbird satellite produce satisfactory results for the identification and separation of forest species. The low spectral resolution of this satellite is compensated by the high spatial resolution and by the use of others parameters, like form and texture of the individual objects and between objects.

Keywords: Remote sensing; high resolution; forest types; multi-resolution segmentation; object-oriented; classification.

INTRODUÇÃO

O sector florestal e a sua gestão é de elevada importância à escala mundial. Pela relevância das funções económicas, ambientais, sociais e culturais a ela associadas.

A floresta em Portugal ocupa 38% do território nacional, apresentando diferentes taxas de arborização nas várias regiões do País. A distribuição segundo as principais espécies, indica o pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) como a espécie florestal predominante, com 29,1% da ocupação, equivalente a 976 mil hectares. Segue-se o Sobreiro (*Quercus suber*) com 21,3%, o que corresponde perto de 713 mil hectares e o Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) com 20,1%, o que corresponde a mais 672 mil hectares de floresta (DGF, 1999, 2001). Portugal à escala Europeia é um país especializado no sector florestal, com uma contribuição elevada para o Produto Interno Bruto.

A avaliação da evolução da área florestal é, em Portugal, efectuada através do Inventário Florestal Nacional (IFN), elaborado a nível nacional, com periodicidade de 10 anos. Os IFN são, normalmente, constituídos por duas partes; uma primeira de análise da fotografia aérea, com determinação da ocupação, e para as formações florestais da composição e do grau de coberto, e uma segunda, por amostragem, com medição e recolha de dados biométricos em parcelas de área conhecida. A primeira permite ainda a produção de cartografia de ocupação do solo e a segunda a avaliação das existências.

Existem, no entanto ocorrências que beneficiam com uma avaliação entre inventários, nomeadamente a caracterização das áreas percorridas por fogos e os povoamentos jovens, principalmente os de espécies de crescimento rápido. Neste caso, a utilização da detecção remota, em conjunto com os sistemas de informação geográfica são uma ferramenta que permite a actualização da informação com uma boa relação custo-benefício.

As imagens de satélite de resolução espacial moderada como as imagens Landsat tem sido utilizadas para produção de cartografia florestal, no entanto nos últimos anos as imagens de alta resolução espacial vieram trazer outro tipo de detalhe a estes estudos à escala regional. Espera-se que estas imagens sejam um desafio às fotografias aéreas, tendo em conta as suas características geométricas, operacionais e de custos. Novas questões estão a ser colocadas quanto às metodologias a utilizar na classificação destes novos dados.

Um dos problemas associados às imagens de alta resolução espacial prende-se com o facto destas apresentarem menor resolução espectral, que em última análise poderá dificultar o processo de classificação. Nas imagens de elevada resolução, as entidades a classificar são usualmente constituídas por vários pixels, desta forma, a abordagem passa por agrupar pixels com características semelhantes em objectos (segmentação) que posteriormente serão o alvo da classificação (classificação orientada a objecto).

O método de segmentação e classificação orientada a objecto, através do processo de segmentação, permite utilizar como unidade de classificação não o pixel individual, mas sim um conjunto de pixels, tornando assim possível o incremento de mais variáveis para o processo de classificação. Para além da informação espectral, é possível considerar outros parâmetros bem presentes nas imagens de alta resolução espacial, tais como a forma, textura e relação entre objectos vizinhos (GONZALES *et al.*, 2009).

O objectivo deste estudo é: 1) desenvolver metodologia de classificação de imagens de alta resolução espacial utilizando o método de segmentação e classificação orientada a objecto, 2) analisar o potencial de imagens de alta resolução espacial na identificação de espécies florestais.

Área de estudo e dados

A área de estudo localiza-se na região do Alto Alentejo, distrito de Évora, com uma dimensão aproximada de 2345 ha (3.5 km por 6.7 km, Figura 1). Esta região caracteriza-se por um clima mediterrâneo, com um período seco de cerca de 4 meses. A precipitação média anual é de 550-650 mm, concentrando-se sobretudo nos meses de Inverno (Novembro a Fevereiro). Quanto ao relevo, é marcado por planície, com pouca variação altimétrica. No Alentejo predomina o montado, povoamentos abertos de *Quercus suber* e *Quercus*

rotundifolia e com menor área surge o *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* e *Eucaliptus globulus*, quer em formações puras quer em mistas.

Neste estudo para a identificação de espécies florestais numa região no Sul de Portugal, a metodologia apresentada, bem como o trabalho de validação em campo, foram aplicados numa área de teste (Figura 1), de menores dimensões. Todas as figuras apresentadas corresponderão a esta área geográfica.

Foram utilizadas imagens de alta resolução espacial do satélite Quickbird da *Digital Globe*. As imagens foram adquiridas no modo “*Pan-Sharpned*” correspondendo à fusão da banda pancromática com as 4 bandas espectrais, b1-azul (0.45-0.52 μm), b2-verde (0.52-0.60 μm), b3-vermelho (V) (0.63-0.69 μm) e b4-infravermelho próximo (IVP) (0.76-0.90 μm), resultando as 4 bandas com uma resolução espacial de 0.70 metros e resolução radiométrica de 16 bits.

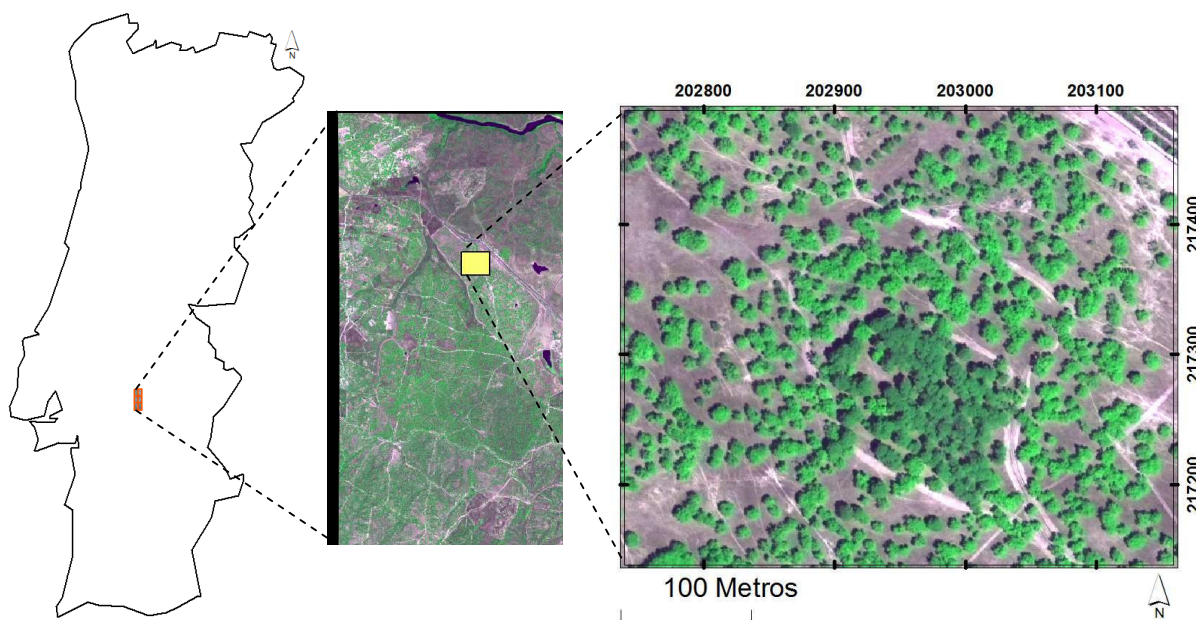


Figura 1. Localização da área de estudo. Área de teste da metodologia apresentada (Imagem em falsa cor, com a seguinte composição de bandas: Red (R) –b3, Green (G) – b4 e Blue (B) – b2).

Figure 1. Study area. Test area of methodology developed. Bands composition (RGB – b3, b4 e b2).

METODOLOGIA

Procedeu-se primeiro à georreferenciação da imagem com base em pontos identificados no campo com um Sistema de Posicionamento Global (GPS) e em vértices geodésicos identificáveis na imagem. A seguir procedeu-se ao processamento digital da imagem com o método de segmentação e classificação orientada a objecto, recorrendo ao programa *Definiens Developer* (versão 8.0.1).

As principais etapas percorridas foram: i) cálculo do NDVI, ii) criação de uma máscara de vegetação; iii) segmentação da vegetação em objectos homogéneos; iv) criação de legenda; v) classificação.

Inicialmente foi calculado o índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index*, $NDVI = (IVP - V) / (IVP + V)$ (TUCKER, 1979), que mostra ser um bom identificador da vegetação arbórea. Este índice é utilizado como banda adicional, com o objectivo de diminuir os problemas na discriminação da vegetação relativamente ao solo e arbustos de pequenas dimensões, resultantes da resolução espectral limitada do satélite Quickbird (KEY *et al.*, 2001).

Com base no NDVI, procedeu-se à obtenção de uma máscara de vegetação para a área de estudo. Realizou-se uma segmentação utilizando um limiar que maximiza o contraste entre regiões na imagem, resultando duas classes, as regiões claras representando a presença de vegetação e em oposição as regiões escuras representando todas as outros tipos de ocupação do solo. Quando executado ao nível do pixel, este algoritmo irá primeiro criar objectos quadrados de tamanho definido pelo utilizador, posteriormente, cada um desses objectos irá ser avaliado em relação ao limiar fornecido, resultando numa máscara de vegetação, onde objectos com o valor 1 representam a vegetação e objectos com o valor 0 (zero) representam todos os outros tipos de ocupação do solo. No entanto, esta máscara de vegetação, inclui objectos mal classificados, com pixels que correspondem a sombra e alguns a solo (Figura 2a). Esta máscara foi refinada utilizando dois limiares, um aplicado à banda do infravermelho próximo e outro ao brilho, onde valores elevados de reflectância indicam a presença de vegetação e valores baixos de reflectância, representam os pixels de sombra e ainda de solo, resultando numa máscara de vegetação bastante precisa (Figura 2b).

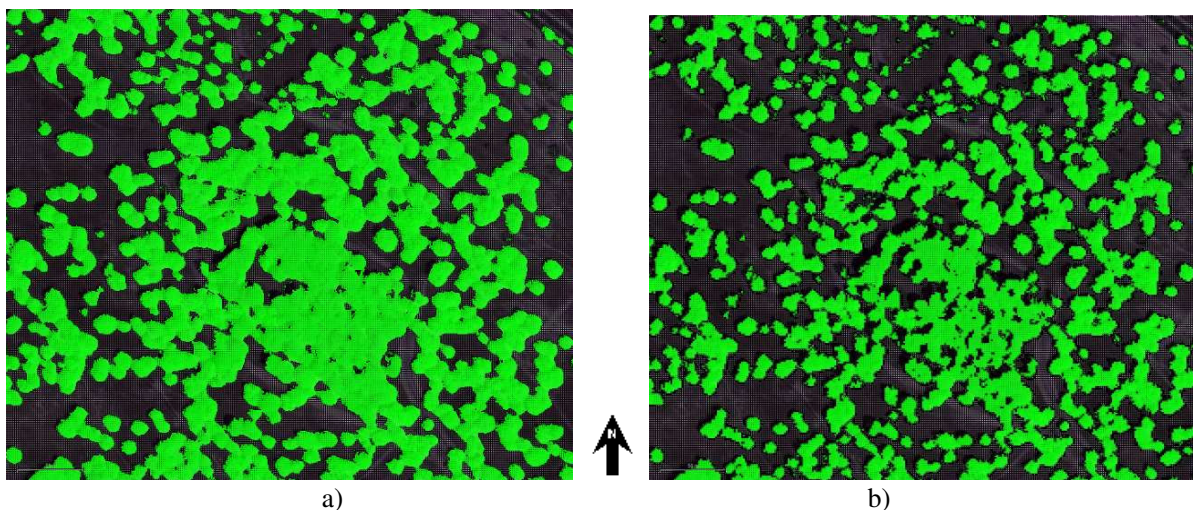


Figura 2. a) Máscara de vegetação inicial; b) máscara de vegetação final, com remoção de sombras e áreas correspondentes a solo.

Figure 2. a) First mask vegetation; c) final mask vegetation, without shadows and some soil areas.

Com vista à diferenciação entre espécies, foi executada uma segmentação multi-resolução para a área correspondente à máscara de vegetação com base em critérios aplicados apenas à banda do IVP.

O método de segmentação multi-resolução, baseia-se num procedimento de optimização heurística, que calcula e minimiza localmente a média da heterogeneidade de regiões com características semelhantes para toda a imagem (MATSUOKA e HAERTEL, 2007).

Para a área de teste da metodologia foi definida a legenda com base nas espécies presentes (*Quercus Suber* e *Pinus Pinea*), confirmadas com trabalho de campo. A informação recolhida serviu para a extracção de áreas de treino para o processo de classificação.

No processo de classificação digital da imagem foi utilizado o algoritmo do vizinho mais próximo, com base nas características espectrais das 4 bandas e do NDVI de cada objecto (médias e desvio padrão) e ainda foram consideradas outras duas variáveis, como o brilho e a máxima diferença para as 5 bandas. Esta última variável calcula a diferença entre o valor médio mínimo e médio máximo dentro do objecto comparando os valores entre todas as variáveis disponíveis (DEFINIENS, 2010). O algoritmo do vizinho mais próximo estima a densidade local de padrões de treino na vizinhança de um padrão desconhecido durante o processo de classificação.

Após a classificação da imagem, realizou-se a avaliação da exactidão da classificação digital, com base na realização de trabalho de campo, onde se verificou qual a classe associada, a partir de uma amostragem

aleatória (150 pontos). Esta informação foi comparada com os resultados da classificação da imagem através de uma matriz de confusão e do coeficiente *Kappa*.

A matriz de confusão (CONGALTON *et al.*, 1983; STEHMAN, 1997) apresenta o número de pixels classificados correctamente em oposição ao número de pixels previstos para cada classe no decorrer da classificação. Esta matriz permite obter informação da precisão global do respectivo classificador, bem como a precisão de classificação de cada classe, através do cálculo do coeficiente *Kappa*, dado pela seguinte equação:

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

onde *N* é o valor total de observações incluídas na matriz, *r* o número de linhas da matriz de confusão, *x_{ii}* o número de observações na linha e coluna *i*, *n_{i+}* número de observações na linha *i* e *x_{+i}* o número total de observações na coluna *i* (FONSECA e FERNANDES, 2004). Este coeficiente é uma estatística que indica o grau de concordância entre o resultado da classificação digital e a realidade no campo.

Foram calculados os erros de comissão e de omissão para se perceber a dificuldade de identificação das espécies para a classificação orientada a objecto com imagem de alta resolução espacial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de segmentação multi-resolução da imagem, com base na máscara de vegetação, originou objectos que delimitam com rigor elevado a projecção horizontal das copas de árvores individuais ou de manchas. De facto, nos povoamentos abertos, as árvores apresentam copas isoladas, no entanto, em formações mais densas é frequente haver uma imbricação das copas, sendo por isso difícil a sua individualização pé a pé, dando a análise por manchas resultados válidos.

Na Figura 3 podem ser observados os objectos bem como a presença de duas espécies florestais com base na tonalidade da imagem em composição de falsa cor, uma espécie nitidamente mais clara, correspondendo a *Quercus Suber* e outra mais escura, correspondendo a *Pinus Pinea*. Estes objectos resultantes vão ser alvo do processo de classificação digital para identificação das espécies presentes.

O resultado da classificação digital das duas espécies florestais presentes na área de teste, apresenta-se com boa separação das classes (Figura 4). Podemos observar que os objectos de cor mais clara, no RGB, estão na sua maioria classificados como *Quercus Suber* e os de cor mais escura como *Pinus Pinea*. Analisando a distribuição espacial das classes, verifica-se pequenos erros prováveis na classificação, por exemplo pequenas áreas de bordadura das copas de alguns objectos classificados como *Quercus Suber*. Uma explicação possível para este erro será a existência de alteração das características de parte da copa devido à sua irregularidade, que varia de indivíduo para indivíduo e há presença de sombra, visto que este problema surge no lado da sombra. A grande vantagem da resolução espacial destas imagens, poderá assim também trazer alguns problemas, tendo em conta o elevado pormenor apresentado por este tipo de imagens.

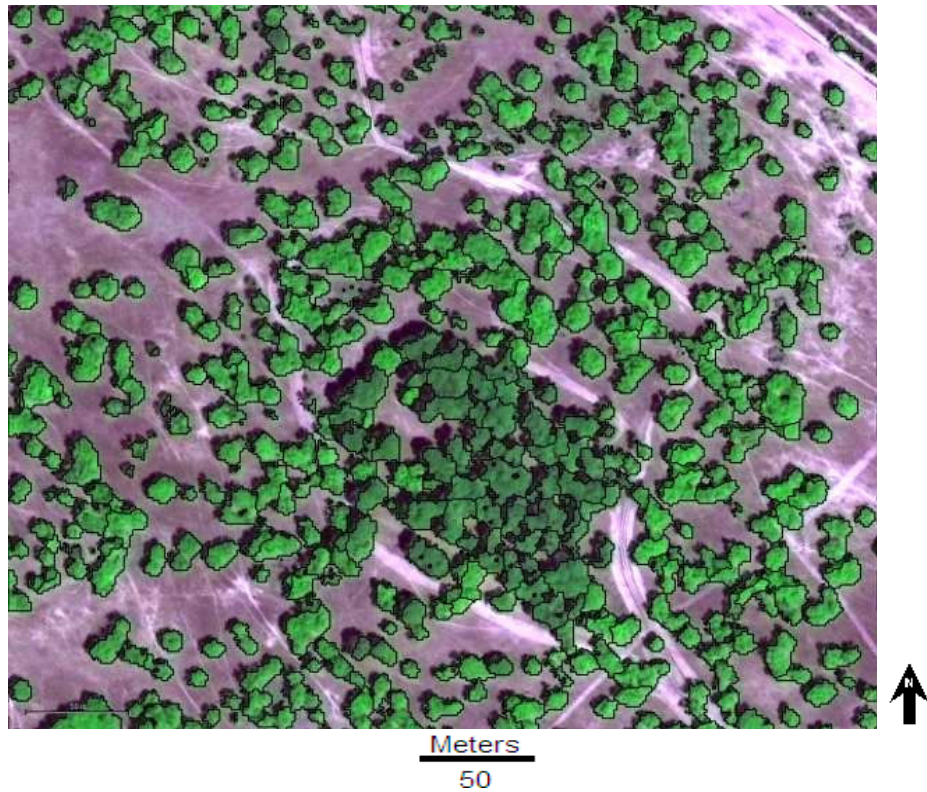


Figura 3. Segmentação multi-resolução com base na máscara de vegetação sobre uma imagem composta em falsa cor.

Figure 3. Multi-resolution segmentation based on the vegetation mask on a false-color composite image.

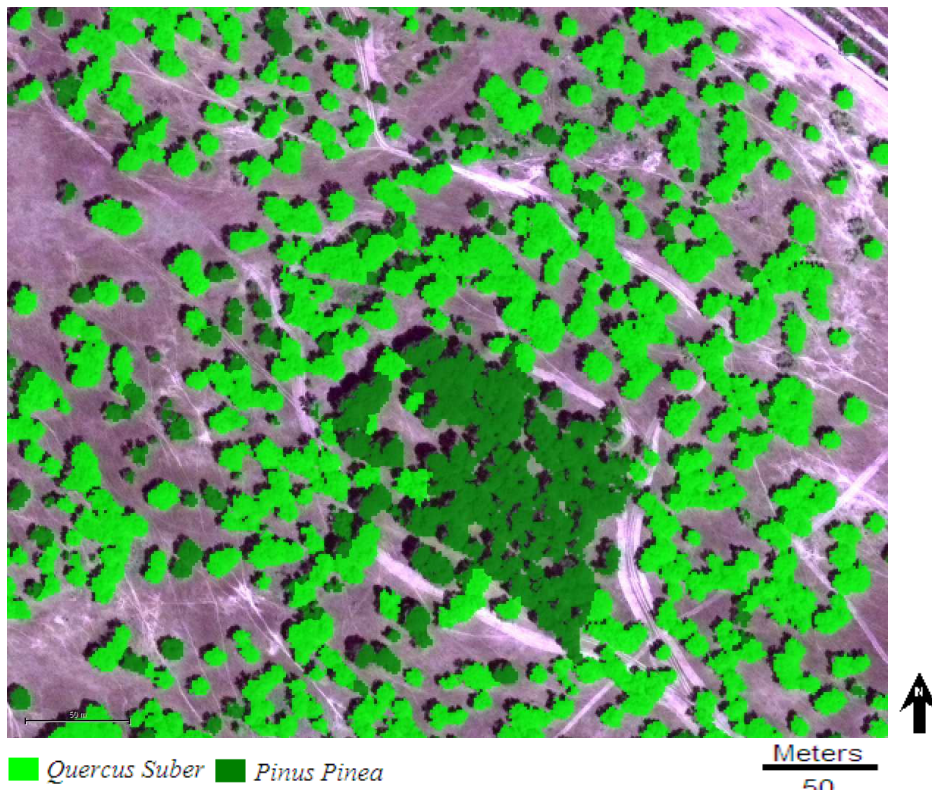


Figura 4. Imagem em falsa cor com sobreposição da classificação final para as duas espécies florestais.

Figure 4. False color image with an overlap of the final classification for the two tree species.

Calculou-se a matriz de confusão e o coeficiente *Kappa*, para duas situações, considerando: i) três classes florestais (*Quercus suber*, *Pinus pinea* e outros) e ii) duas classes (*Quercus suber* e *Pinus pinea*) onde a classe “outros” representa todos os restantes tipos de ocupação do solo (Tabela 1). No primeiro caso, verifica-se uma boa separação entre as três classes, com o coeficiente *Kappa* de 86.5% e uma exactidão global de 82.8%. Foram classificados incorrectamente 21% pixels de *Pinus pinea* e 10% dos pixels de *Quercus suber*. Todas as classes mantem pequena confusão entre si, a classe *Pinus pinea* tem igual confusão com as outras duas classes (*Quercus suber* e “outros”) e a classe *Quercus suber* tem maior confusão com a classe do *Pinus pinea*. Para a classe “outros” apenas 3% dos pixels foram mal classificados, podendo corresponder a pixels mistos de sombra e copa.

Para a segunda situação, onde se considerou apenas a separação entre as duas espécies florestais dominantes, ou seja, apenas foi considerada a área resultante da máscara de vegetação para a amostragem dos pontos, obteve-se um valor de *Kappa* satisfatório, *Kappa* = 79.3%, e uma exactidão global de 91.1%. Os erros de comissão e omissão indicam uma pequena confusão na separação das duas classes, respectivamente com 16.7% e 11.8% para a classe de *Pinus pinea*.

Tabela 1. Matriz de confusão para a classificação considerando as 2 classes (indicada com fundo cinza) e as 3 classes. Erros de comissão (Co) e erros de omissão (Om).

Table 1. Confusion matrix for classification considering the two classes (background gray) and three classes. Commission errors (Co) and omission errors (Om).

	<i>Pinus Pinea</i>	<i>Quercus Suber</i>	Total (2 classes)	Erro de Co (2 classes)	Outros	Total (3 classes)	Erro de Co (3 classes)
<i>Pinus Pinea</i>	16	3	19	0.167	1	20	0.210
<i>Quercus Suber</i>	2	36	38	0.053	2	40	0.100
Total (2classes)	18	39	57				
Erro de Om (2 classes)	0.118	0.077					
Outros	2	1			87	90	0.033
Total (3 classes)	20	40			90	150	
Erro de Om (3classes)	0.210	0.100			0.033		
<i>Kappa</i> (2 classes) = 79.3%							
<i>Kappa</i> (3 classes) = 86.5%							

CONCLUSÕES

O método de classificação orientada a objecto com imagens Quickbird produz resultados satisfatórios na identificação das espécies *Quercus suber* e *Pinus pinea*. Com o modo *pan-sharpened* das imagens Quickbird verificou-se que é possível isolar facilmente a vegetação das outras classes de ocupação do solo para regiões de clima Mediterrâneo. Um factor de grande importância para este facto, é a data de aquisição das imagens, já referido por (BUNTING e LUCAS, 2006). Imagens registadas na época seca, permitem obter um maior contraste entre a vegetação arbóreo e o substracto, diminuindo os erros possíveis de confusão com vegetação arbustiva com maior vigor.

As imagens Quickbird, apesar da sua elevada resolução espacial, poderão apresentar dificuldades na identificação e separação entre algumas espécies florestais devido à sua limitada resolução espectral, principalmente pela ausência de uma banda de infravermelho médio. No caso da região do Alentejo, poderá haver dificuldades na separação entre espécies dominantes (*Quercus suber* e *Quercus rotundifolia*), devido à sua semelhança espectral para os comprimentos de onda disponíveis.

A detecção, delineamento e identificação automática do coberto arbóreo com dados de detecção remota torna-se cada vez mais importante no sector florestal. Estes dados podem contribuir com a área coberta e a distribuição espacial de espécies florestais de forma mais rápida e com menor custo, podendo torna-se uma mais valia na realização de inventário florestal, gestão de povoamentos florestais e estimativa de biomassa.

Num perspectiva futura de continuação do estudo aqui apresentado, serão objectivos: o isolamento de copa individual, minimizando assim a variação em cada objecto e entre objectos diferentes, facilitando o processo de classificação e definir uma relação entre a estimativa de biomassa por espécie e os dados obtidos por satélite, onde a relação entre a dimensão da copa e a altura da árvore, poderá ser um grande contributo.

REFERÊNCIAS

BUNTING, P.; LUCAS, R. The delineation of tree crowns in Australian mixed species forests using hyperspectral compact airborne spectrographic imager (CASI) data. *Remote Sensing of Environment*, v. 101, p. 230-248, 2006.

CONGALTON, R.G. *et al.* Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, v. 49, p. 1671-1678, 1984 .

Definiens. e Cognition 8.0.1. Reference Book. Munich, Germany, Definiens AG, 2010.

FONSECA, A.D.; FERNANDES, J.C. *Detecção Remota*. Editora Lidel, 2004.

CASTILLEJO-GONZÁLEZ, *et al.* Object- and pixel—based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using Quickbird imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 68, p. 207-215, 2009.

DGF. Inventário Nacional Florestal. Portugal Continental. 3ª Revisão, 1995-1998. Relatório Final. Direcção-Geral das Florestas. Lisboa, 2001.

DGF. Manual de INSTRUÇÕES PARA O TRABALHO DE CAMPO DO INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL, Lisboa, 1999.

KEY, T. *et al.* A comparison of multispectral and multitemporal information in high spatial resolution imagery for classification of individual tree species in a temperate hardwood forest. *Remote Sensing of Environment*, v. 75, n. 1, p. 100-112, 2001.

MATSUOKA, J.V.; HAERTEL, V. Investigação do processo de segmentação utilizando o critério de ponderação de formas e cores aplicadas à imagem de áreas urbanas de alta resolução espacial do satélite Ikonos. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 589-596, 2007.

STEHMAN, S.V. Selecting an interpreting measures of thematic classification accuracy. *Remote Sensing*, v. 24, n. 6, p. 1219-1236, 1997.

TUCKER. C. J. Red and photographic infra-red linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, v. 8, n. 2, p. 127-150, 1979.

APLICACIONES DE LA GEO-INFORMACIÓN EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS TURÍSTICOS EN ESPACIOS FORESTALES: EL EJEMPLO DE “LA MIRADA CIRCULAR”

GEO-INFORMATION APPLICATIONS TO TOURIST PROJECTS DEVELOPMENT IN FORESTED AREAS: THE EXAMPLE OF “LA MIRADA CIRCULAR”

Alfonso Fernández-Manso¹, Carmen Quintano²

¹ Universidad de León, Departamento de Ciencias e Ingenierías Agrarias, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Av. de Astorga, s/n, 24300- Ponferrada, León, España, alfonso.manso@unileon.es

² Universidad de Valladolid, Departamento de Tecnología Electrónica, Escuela de Ingenierías Industriales, Francisco Mendizábal, 1, 47014-Valladolid, España, menchu@tele.uva.es

RESUMEN

El trabajo presenta y analiza el proyecto de geo-turismo denominado “La Mirada Circular”, un importante proyecto de desarrollo socio-económico y de conservación de los recursos forestales en la comarca de El Bierzo de la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España). La comarca de El Bierzo es una importante área natural con dos espacios declarados por la UNESCO, uno, Patrimonio de la Humanidad (Las Médulas) y, otro, Reserva de la Biosfera (Los Ancares). Además, la comarca cuenta con importantes espacios integrados en la Red Natura 2000 de la Unión Europea. El geo-portal del proyecto (www.lamiradacircular.com) es la gran apuesta de investigación y utilización de las geotecnologías de la Información y el Conocimiento (Geo-TIC) en dos de los sectores más importantes del estado español: el sector turístico y el sector forestal. El proyecto a partir de la aplicación exhaustiva de las Geo-TICs desarrolla los conceptos de geo-turismo y turismo inteligente implementando novedosas aplicaciones (GPS, Geo-podcasting, Mobile Mapping, Códigos QR, Realidad Virtual, etc.) que conviertan el territorio forestal en un verdadero museo interpretativo tanto en una dimensión real como virtual.

Palabras-clave: Geo-información, Geo-turismo, Internet, Desarrollo Rural, Espacio Forestal.

ABSTRACT

This study analyzes the geo-touristic project called “La Mirada Circular” (The Circular Look), a major project of socio-economic development and forest resource conservation in the region of El Bierzo (Castilla y León - Spain). The region of El Bierzo is an important natural area with two sites identified by UNESCO, one as a World Heritage Site (The Médulas) and, the other one, as a Biosphere Reserve (The Ancares). In addition the county has large integrated in the Natura 2000 network of the European Union. The project website (www.lamiradacircular.com) is the great challenge of research and use of Geo-Information and Knowledge (Geo-TIC) in two of the largest sectors of the Spanish state: the touristic sector and the forestry sector. The project develops the concept of geo-tourism and intelligent tourism implementing innovative applications from the comprehensive implementation of the Geo-TIC (e.g. GPS, Geo-podcasting, Mobile Mapping, QR codes, Virtual Reality, etc.); and converts forested land into a veritable museum interpretive considering both real and virtual dimensions.

Keywords: Geo-information, Geo-tourism, Internet, Rural Development, Forested Areas.