

Uso e ocupação do solo em Portugal - Aspetos metodológicos para atualização de cartografia temática

Andreia Mota

[andreiasofia.mota@gmail.com]

António Bento-Gonçalves

CEGOT, Departamento de Geografia da Universidade do Minho

[bento@geografia.uminho.pt]

António Vieira

CEGOT, Departamento de Geografia da Universidade do Minho

[vieira@geografia.uminho.pt]

Resumo

Neste trabalho apresenta-se uma metodologia que permite a elaboração de cartas de uso e ocupação do solo através de fontes de informação disponíveis gratuitamente, em particular imagens de satélite LANDSAT 5 TM e ortofotomapas disponibilizados através do modo WMS (Web Map Service) pelo Instituto Geográfico Português. Esta metodologia recorre a um conjunto de ferramentas SIG (sistemas de informação geográfica), como o SPRING e o gvSIG. A metodologia foi testada numa área amostra situada no concelho de Vieira do Minho (noroeste de Portugal).

Palavras-chave:

Cartografia;
Uso e ocupação do solo;
Metodologia;
Software livre.

Abstract

In this paper we address a methodology which allows the preparation of cartography of land use and land cover through sources of information freely available, in particular satellite images LANDSAT 5 TM and orthophotomaps available through the mode WMS (Web Map Service) by Instituto Geográfico Português. This methodology uses a set of GIS tools (geographic information systems), as the SPRING and gvSIG. The methodology was tested in an area located in the municipality of Vieira do Minho (northwestern of Portugal).

Key-words:

Cartography;
Land, use, cover;
Methodology;
Free software.

I. Introdução

A cartografia de uso e ocupação do solo apresenta-se como uma das matrizes fundamentais para o ordenamento do território ao permitir a representação da realidade do terreno, das atividades aí implementadas e da distribuição espacial dos fenómenos.

Este tipo de cartografia “(...) constitui uma ferramenta indispensável tanto em estudos ambientais, como no apoio a tomadas de decisão, quer ao nível do desenvolvimento de planos de ordenamento e planeamento do território, quer na definição de políticas de gestão dos recursos naturais” (Carrão, 2002).

No contexto da sua utilização aplicada, desempenha um papel fundamental ao nível do ordenamento e planeamento florestal sendo uma das bases fulcrais na gestão florestal, muito em particular na elaboração da Cartografia de Risco de Incêndio Florestal.

Porém, a disseminação de metodologias distintas para a sua elaboração tem gerado alguns inconvenientes na sua utilização. Pinheiro (2005) refere que “a cartografia de ocupação de solo tem vindo a ser produzida por várias entidades” e que “(...) cada entidade que realiza este produto define as suas classes para fazer a correspondência entre o terreno e a sua representação cartográfica. Por exemplo, a cartografia *Coordination of Information on the Environment (CORINE) Land Cover* (...) tem 44 classes; a cartografia do *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)*, (...), tem 17 classes do sistema *International Geosphere-Biosphere Program (IGBP)*. A definição das classes tem como objetivo estipular a ligação entre a diversidade da ocupação de

solo e uma representatividade cartográfica razoavelmente perceptível” (Pinheiro, 2005).

Assim, aquando da sua utilização para a elaboração de cartografia derivada, uma reclassificação exige a adequação a determinados valores, verificando-se que as diferenças de nomenclaturas e mesmo de agrupamentos de dados dificultam a sua conformidade podendo até enviesar os resultados.

Quando nos reportamos à cartografia de uso e ocupação do solo utilizamos dois conceitos que embora complementares têm objetivos diferentes: uso e ocupação ou coberto.

A ocupação/coberto “[*land cover*] significa a categorização física, química ou biológica da superfície terrestre, e.g. pradaria, floresta ou betão, enquanto uso do solo [*land use*] se refere aos objetivos humanos que estão associados a esse coberto, e.g. criar gado, recreação ou vivência humana (...) um uso do solo pode corresponder a um só coberto: por exemplo pastoreio em pastos naturais (...). Por outro lado, uma única classe de cobertos pode possuir vários usos (floresta usada para uma combinação de exploração florestal, agricultura de queimada, caça e recolção, recolha de lenha, recreação, conservação de vida selvagem e proteção do solo) e um único sistema de uso pode envolver a manutenção de vários cobertos distintos (como nalguns sistemas agrícolas que combinam terrenos cultivados, floresta, pastagens melhoradas e aglomerados). A mudança de uso de solo pode gerar mudança do coberto, mas o coberto pode mudar mesmo que o uso do solo se mantenha” (Meyer et al., 1994).

O uso do solo ou *land use* “é a utilização humana de um tipo de coberto [Land Cover], os meios pelos quais a atividade humana se apropria dos resultados da produção primária, conforme determinado por um complexo de fatores socioeconómicos” (Skole, 1994).

Todavia “(...) existem de facto ligações entre coberto e uso do solo” (Casimiro, 2002). “(...) Os dados da Teledeteção, e.g. fotografias aéreas ou imagens de satélite, podem ser correlacionados com o coberto e utilizados para o cartografar. O uso do solo, por seu turno, pode ser relacionado com o coberto existente, por forma a cartografar o uso do solo com o coberto como passo intermédio” (Casimiro, 2002).

“A carta de ocupação do solo é uma carta temática que representa através de manchas/ áreas o tipo de cobertura do solo de modo qualitativo, permitindo uma posterior quantificação da informação facilitando as análises com recurso a índices” (Mota, 2011). “O primeiro problema que se coloca em ordenamento do território, no urbanismo, na avaliação dos recursos naturais, na proteção do ambiente e da paisagem, etc., é o do conhecimento exato dos diferentes aspetos da realidade do território em estudo” (Portugal, 1992).

No sentido de colmatar este obstáculo, a carta de uso e ocupação do solo tem um papel preponderante em estudos ambientais, permitindo o conhecimento da realidade do solo de forma homogénea; na definição de políticas de gestão de recursos naturais porque, se sucessivamente atualizada, facilita a análise da evolução da ocupação do território de forma clara e simples; serve de base para outros temas, pois contém um

grande número de elementos que possibilitam a elaboração de outro tipo de cartas (e.g. carta de risco de erosão, carta de risco de incêndio florestal).

Este tipo de cartas deve, ainda, conter uma tabela de atributos agrupada permitindo efetuar tanto as análises simples como as mais complexas.

Em Portugal, a elaboração de cartografia de ocupação do solo oficial tem sido feita por entidades públicas como o Instituto Geográfico Português. No entanto, dada a desatualização e a escala desta cartografia, há a necessidade de ser refeita ou atualizada pelos diversos utilizadores, tendo por base diferentes metodologias, escalas e áreas de trabalho, mediante os fins a que se destinam.

A cobertura total do território nacional foi concretizada em 1990, 2000 e 2006 através do Programa CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*). Este programa foi criado em 1985 com o intuito de fomentar um sistema de informação sobre o estado do ambiente a nível europeu. Uma das medidas deste programa foi o projeto CORINE *Land Cover* (CLC), que produziu uma cartografia de uso e ocupação do solo para os países da União Europeia datada de um ano próximo de 1990, à escala 1/ 100 000, a CLC90 (Painho & Caetano, 2006).

Em 1999, a Agência Europeia do Ambiente (AEA) e o Centro Comum de Investigação (JRC) da Comissão Europeia lançaram o I&CLC2000, com a finalidade de proceder à atualização da CLC90. Em Portugal, o resultado foi a cartografia CLC90-R (um melhoramento a nível geométrico e temático

da CLC90), a CLC2000 e a cartografia de alterações de uso e ocupação do solo entre 1990 e 2000 (Painho & Caetano, 2005). Atualmente já está disponível o produto CLC 2006, à escala 1/ 100 000.

Em termos de projetos nacionais, no ano de 1990 foi produzida cartografia de uso e ocupação do solo para Portugal Continental, a COS'90, à escala 1/ 25 000, que atualmente se encontra desatualizada e cuja "qualidade temática nunca foi exaustivamente analisada e determinada" (Caetano *et al.*, 2008).

Em 2007, Instituto Geográfico Português (IGP) lançou um projeto para a produção de uma Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) para um ano recente - 2007. "Esta nova COS pretende atualizar a sua edição anterior (COS'90), introduzindo uma série de alterações significativas ao nível das especificações gerais, nomenclatura e regras de generalização, e incluindo uma avaliação da qualidade temática e geométrica"

(Caetano *et al.*, 2008). A metodologia e a nomenclatura foram atualizadas sendo que esta última foi desenvolvida no sentido de se compatibilizar com a nomenclatura constante da CLC.

A COS'2007 foi disponibilizada para acesso geral no ano de 2011, através do sítio do Instituto Geográfico Português na internet, estando apenas disponíveis gratuitamente dois níveis hierárquicos.

Considerando que o uso e ocupação do solo estão em constante evolução, importa manter esta ferramenta atualizada de modo que o seu uso não origine enviesamentos nos trabalhos em que esta serve de apoio.

Com efeito, "(...) a cartografia de uma paisagem sujeita a constantes alterações, resultantes quer da intensa pressão urbana quer da elevada extensão das áreas afetadas por fogos florestais, requer uma atualização periódica." (Cihlar, 2000 *in* Santos, 2003).

II. Objetivos e metodologia

Pretende-se com este trabalho desenvolver uma metodologia que permita a atualização da cartografia de uso e de ocupação do solo, que colmate a indisponibilidade ou desatualização da cartografia (à escala 1:25000) produzida pelos organismos oficiais competentes. Recorrendo a Tecnologias de Informação Geográfica (TIG) livre e/ou aberta (open source), e informação geográfica disponível gratuitamente, propõe-se uma metodologia que possibilite a realização de cartografia temática indispensável para a gestão e ordenamento do território, de forma expedita e com controlo de custos na sua produção.

Para a concretização dos objetivos propostos para este trabalho procedemos, inicialmente, à definição de alguns parâmetros, indispensáveis para a sua compatibilização com os produtos oficiais existentes e adequados à potencial utilização que poderá ter, nomeadamente ao nível das instituições públicas regionais e locais responsáveis pelos processos de gestão e ordenamento territorial: escala; unidade mínima cartografável (UMC) e nomenclatura, derivada da COS'2007, valores de exatidão, entre outros (Tabela I).

Principais características	Metodologia proposta
Escala nominal	1:10 000
Modelo de dados	Vetorial
Estrutura de dados	Polígonos
Unidade Mínima Cartografável (UMC)	1 hectare
Distância Mínima Entre Linhas	20 metros
Largura Mínima Entre Polígonos	20 metros
Nomenclatura	5 níveis (193 classes)
Nomenclatura compatível com CLC	Sim
Sistema de classificação	<i>À priori</i>
Exatidão temática	85%
Exatidão posicional	5 m
Sistema de referência	European Terrestrial Reference System de 1989 (ETRS89)

Tabela 1. Principais parâmetros da metodologia proposta
Adaptado de Metodologia de elaboração da COS'2007.

Após a identificação destes parâmetros específicos para a realização da cartografia pretendida, procedeu-se à seleção do método de trabalho. De forma a manter os custos da atualização controlados, implementámos numa primeira fase métodos automáticos, com recurso a deteção remota, para a elaboração da carta de uso e ocupação do solo. Neste contexto foi usado o *software Spring*, um programa livre, para a interpretação automática das imagens de satélite. Como *input* foi utilizada uma imagem de satélite do ano de 2000, do satélite LANDSAT 5, com resolução de um pixel de 28 x 28 metros, disponível para *download* sem qualquer tipo de custo.

Dada a baixa resolução da imagem de satélite, tiveram de ser definidas tipologias abrangentes de ocupação do solo: áreas agrícolas, massas de água, espaços silvestres e vegetação herbácea.

De seguida, foi necessário selecionar uma área amostra para aplicar a metodologia proposta. Como a análise da área total de Portugal Continental implicaria um trabalho extremamente moroso, quer no que respeita a trabalho automático, quer na recolha de pontos de validação, definiu-se uma metodologia para identificar uma área de estudo¹ que reunisse condições de distância/ tempo, área, disponibilidade e facilidade de

¹ Ver a este respeito Mota (2011), página 76 a 78.

acesso e diversificação do uso e ocupação do solo. Deste modo, foi selecionada a bacia hidrográfica de Cantelães, uma área com 1633,2 hectares, com altitudes que variam dos 370 metros na foz até aos 1180

metros nas cabeceiras (Figura 1). A bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica por excelência, com ocupação diversificada que varia desde o talvegue até à linha de cumeada.

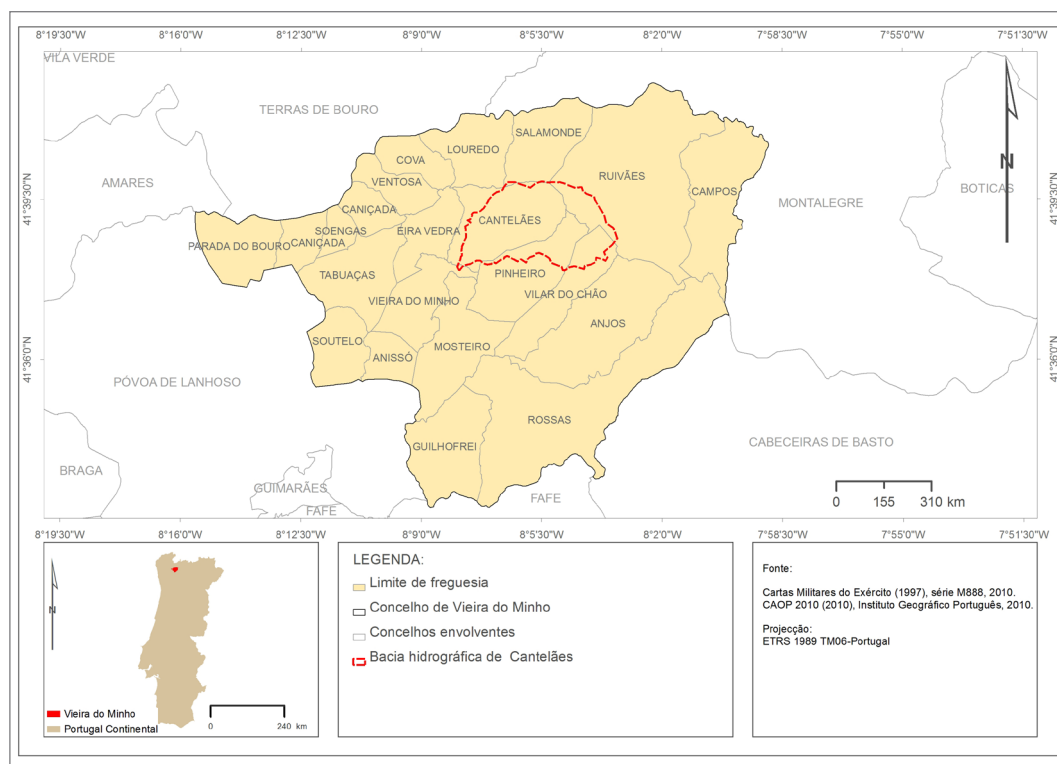


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica de Cantelães.

A bacia hidrográfica de Cantelães situa-se no concelho de Vieira do Minho. Este município localiza-se na NUT II – Norte, na NUT III Ave, e é constituído por 21 freguesias, ocupando uma área de 21846,97 hectares (INE, 2008). A bacia hidrográfica selecionada para o estudo caracteriza-se, ainda, por um elevado número de incêndios que a afetaram (Figura 2), originando uma constante mudança na ocupação do solo.

Para a análise do uso e ocupação do solo na área de estudo, foi utilizado, numa primeira etapa, o *software Spring*, um programa livre e *open source*, para a interpretação automática das imagens de satélite. O restante trabalho foi efetuado com recurso ao *software gvSig*, também disponível livre e em *open source*. O *gvSig*, desenvolvido pelo governo espanhol, desempenha funções muito próximas do programa *ArcGIS* da *Esri*,

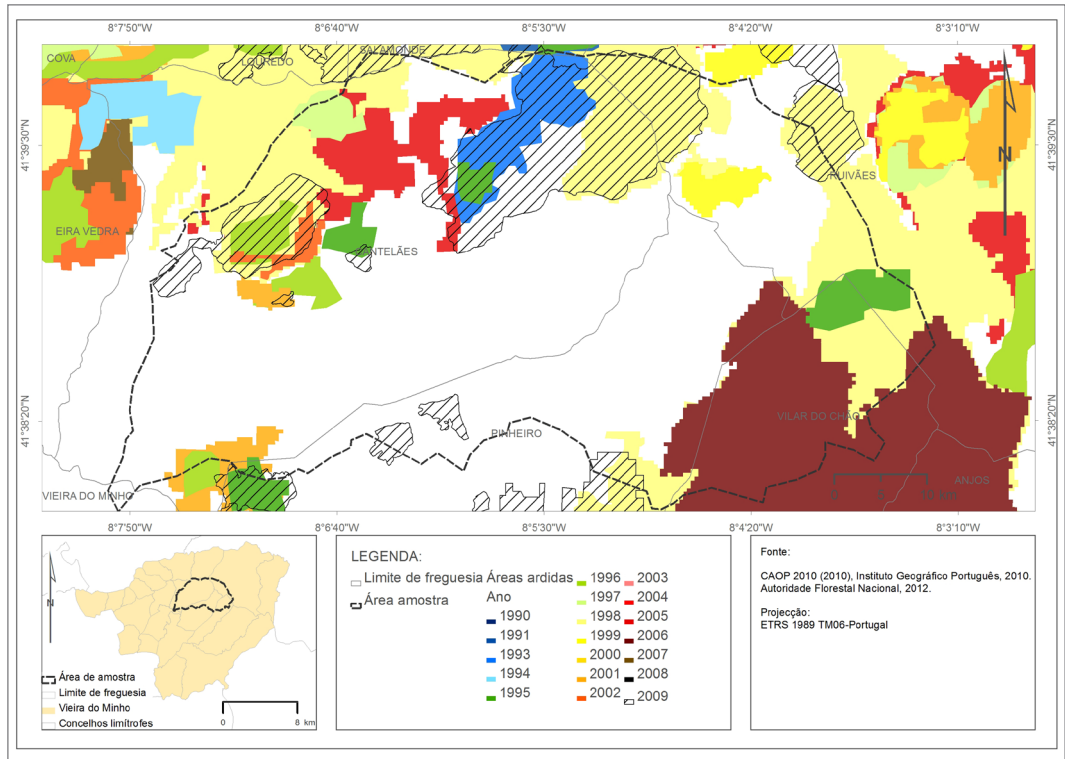


Figura 2. Áreas aridas entre 1990 e 2009 na bacia hidrográfica de Cantelães.

tendo sido este último também utilizado para uma operação mais complexa, a correção de reticulado.

Posteriormente efetuou-se a interpretação de extratos de diferentes classes na área amostra para integrar no *software Spring* e procedeu-se ao desenho automático da carta de ocupação do solo

O desenho automático desta carta levou-nos a testar quatro resultados diferentes, de acordo com análises distintas, de modo a identificar classes de ocupação que apresentavam reflectância muito próxima, como por exemplo as pastagens e a vegetação herbácea natural.

O passo seguinte foi a realização de uma análise rigorosa de cada resultado, de modo a identificar o mais próximo da realidade, através de análise visual com recurso a ortofotomapas.

Após esta análise, e utilizando o modelo mais próximo da realidade, foi necessária a aplicação dos parâmetros de unidade mínima cartografável (UMC), através das regras de generalização: exagero e agregação. Deste modo, todas as áreas que não possuíam uma UMC de um hectare foram analisadas e incluídas na classe de ocupação circundante com a qual se aproximavam mais, em termos de tipologia de ocupação. O exagero apenas

foi utilizado para as classes com área igual ou superior a 9,9 hectares, uma vez que estas áreas estavam muito próximas da área mínima e cuja agregação noutra classe não é o mais correto.

O resultado desta carta traduziu-se num desenho reticulado, originado pelo *pixel* da imagem de satélite, pelo que se procedeu ao seu alisamento, através de técnicas automáticas. O processo para a resolução desta questão passou pelo uso do *software ArcGIS*, nomeadamente a sua ferramenta de alisamento de polígonos, pelo que, para tal, foi selecionado um valor muito reduzido [0,5m], evitando assim interpolações exageradas que pudessem enviesar os resultados obtidos inicialmente.

Todavia, os resultados não apresentaram o rigor esperado, pelo que reformulámos a nossa metodologia e procedemos à realização de uma nova carta de ocupação do solo, com base em análise visual e digitalização *on screen*, tendo por base os ortofotomapas disponibilizados gratuitamente pelo Instituto Geográfico Português e o resultado anterior conseguido através de métodos automáticos.

Após a realização desta carta procedeu-se ao trabalho de validação no terreno. A recolha de pontos de validação efetuou-se com recurso a GPS, através de uma metodologia aleatória e condicionada pela rede viária, ainda, que muitas vezes tenha sido necessário progredir a pé sobre o terreno.

Depois da recolha dos pontos de validação, efetuou-se uma comparação com os resultados da carta de ocupação elaborada mediante análise visual e avaliou-se a sua conformidade.

Esta validação foi conseguida através de medidas de qualidade global: a precisão global, precisão do produtor e precisão do utilizador.

“A precisão global calcula-se dividindo o número total de amostras corretamente classificadas (elementos na diagonal principal) pela dimensão da amostra. Este índice mede a qualidade do mapa como um todo sem qualquer indicação da qualidade das categorias individuais. A precisão do produtor (do mapa) exprime a proporção entre as amostras corretamente classificadas numa classe e o número total de amostras que no terreno correspondem a essa mesma classe. Esta medida está diretamente relacionada com o erro de omissão, uma vez que a sua soma é igual a 1. A precisão do utilizador (do mapa) é dada pelo número de amostras associadas a uma classe no terreno e o número total de amostras que no mapa foram classificadas, correta ou incorretamente nessa mesma classe. Por sua vez, esta medida está diretamente relacionada com o erro de comissão, sendo a sua soma igual a 1” (Santos, 2003).

Após a realização desta avaliação procedeu-se à aplicação dos parâmetros de UMC [um hectare] através das regras de generalização: exagero e agregação.

Com o objetivo de avaliar a importância das áreas com um hectare numa carta de ocupação, efetuámos uma comparação cartográfica. Assim, começámos por fazer um exercício utilizando uma UMC de 20 hectares, posteriormente de dez e cinco hectares, respetivamente, e finalmente de um hectare.

III. Resultados

A elaboração da carta de ocupação do solo de modo automático (Figura 3), com recurso ao *software Spring* e a imagens de satélite (disponibilizadas gratuitamente), evidenciou deficiências de análise originadas por uma baixa resolução da informação de base, não permitindo obter uma clara distinção dentro do mesmo grupo de ocupação. As classes de ocupação próximas, como as pastagens permanentes e a vegetação herbácea, apresentaram valores muito similares e só com uma segunda interpretação dos resultados, muitas classes podem ser distinguidas.

Assim, verificámos a necessidade de utilizar ortofotomapas. Inicialmente optámos pela imagem de satélite pois, para além da questão do custo, permitia a elaboração da carta de ocupação de modo automático, por oposição à análise visual, que obrigaria a despendar mais horas por parte do operador. Todavia, o resultado obtido não foi satisfatório, pelo que elaborámos uma nova carta de ocupação do solo, com base em análise visual e digitalização *on screen*, tendo por base os ortofotomapas do IGP e o resultado anterior conseguido através de métodos automáticos.

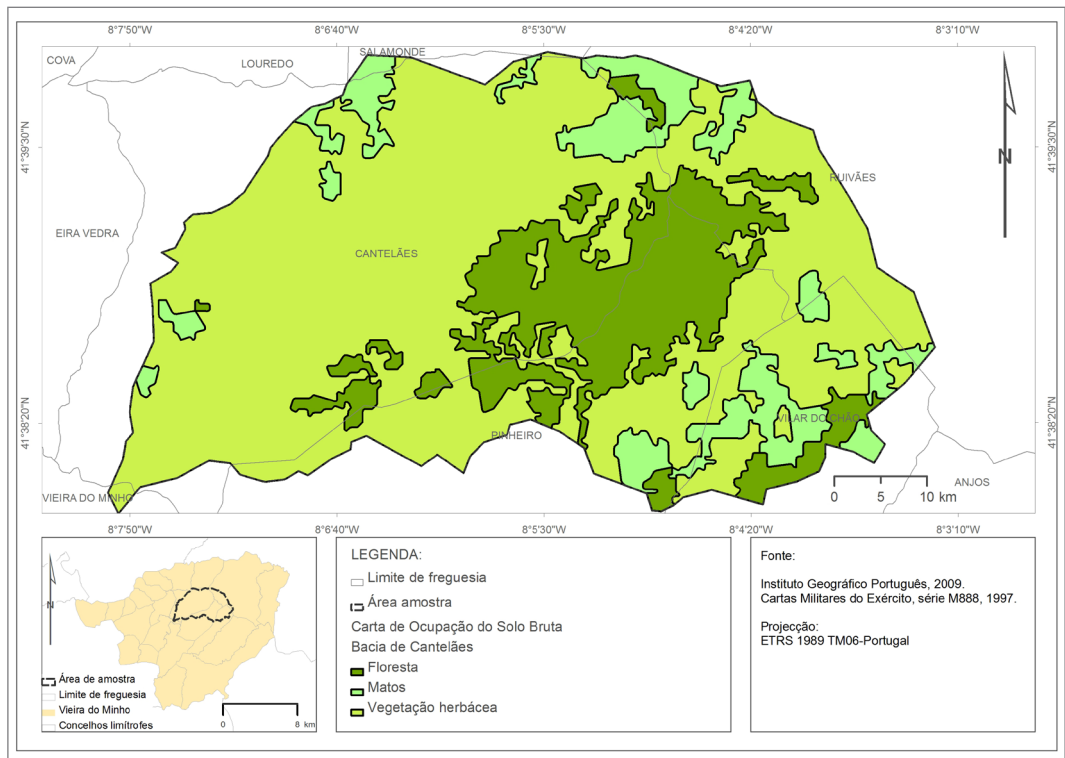


Figura 3. Carta de uso e ocupação do solo com base no software Spring e imagens LANDSAT – resultado finais.

Assim, tornou-se necessário recorrer à análise visual de imagem e realizar uma nova carta de uso e ocupação do solo, ainda que a inicial tenha constituído um elemento de apoio. A análise visual, com base em ortofotomapas oficiais, disponibilizados pelo IGP através do modo WMS, produziu resultados mais pormenorizados e próximos da realidade.

Contudo, a elaboração desta carta foi mais dispendiosa em termos de tempo, comparativamente à realizada com base em imagem de satélite.

Após a realização da carta mediante análise visual, procedemos à recolha de pontos de validação, com o objetivo de avaliar o trabalho realizado (Figura 4).

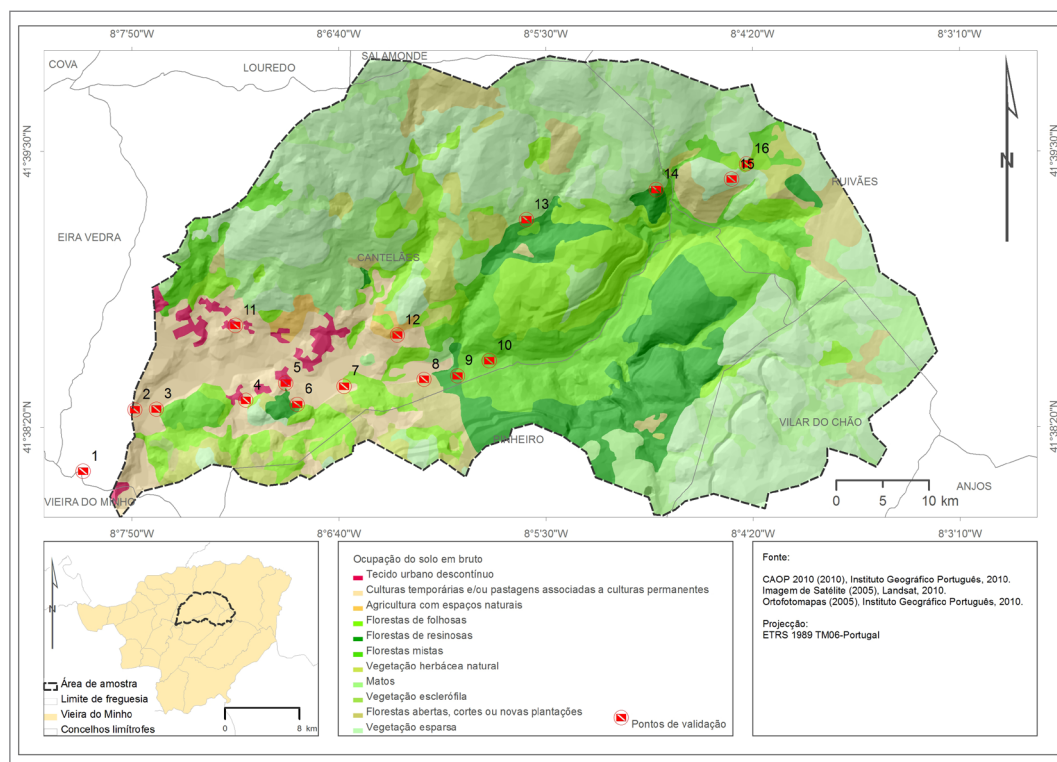


Figura 4. Pontos de validação da carta de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica de Cantelães.

Esta recolha permitiu-nos concluir que a carta de uso e ocupação do solo, realizada através de análise visual, apresenta uma exatidão temática de 86,6%, valor superior àquele a que nos tínhamos proposto [85%].

O produto final da metodologia proposta neste trabalho é a carta de ocupação do solo produzida para o ano de 2005, respeitando as seguintes características: escala 1:10 000, unidade mínima cartografável (UMC) de um hectare, distância entre linhas de 20 metros,

largura mínima entre polígonos e linhas de 20 metros, 11 classes temáticas, nomenclatura utilizada para a elaboração da COS'2007,

compatível com a CORINE *Land Cover*, sistema de referência ETRS 89 TM Portugal e exatidão temática global de 86,6% (Figura 5).

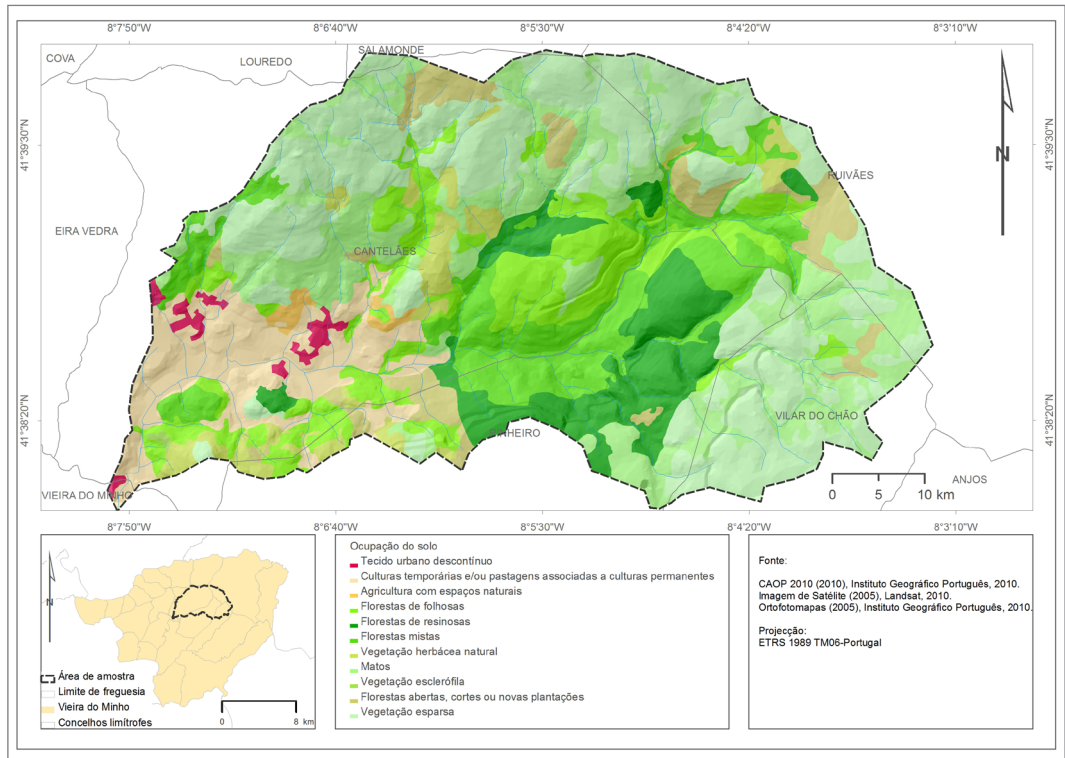


Figura 5. Carta de uso e ocupação do solo para o ano de 2005 da bacia hidrográfica de Cantelães.

IV. Discussão e Conclusões

O nosso trabalho teve dois momentos distintos, o primeiro em que só utilizamos imagens de satélite e um segundo onde efetuamos análise visual da área de estudo, apoiados no resultado obtido no primeiro exercício.

Para a construção de uma carta de uso e ocupação do solo pode ser utilizado *software* e informação de base gratuitos mas requer

sempre recursos humanos especializados e apoiados em trabalho de campo.

Em termos de alocação de recursos, a grande diferença entre o método automático e o método de análise visual de imagem reside no número de horas a dispensar para a realização do processo, sendo menor no primeiro caso.

No que concerne à qualidade/fiabilidade dos resultados, verificamos o inverso, isto é, o método de análise visual de imagem, apoiado no método automático, produz melhores resultados.

Verificamos que o uso de imagens de satélite, em exclusivo, só será viável para determinados objetivos onde o pormenor não seja tão exigente. Para escalas de menor pormenor, isto é, superiores a 1: 25 000, o uso de imagens de satélite produz um resultado que nos parece coadunar-se com os possíveis usos/análises passíveis de serem realizados a estas escalas. Porém, quando pretendemos uma análise a uma escala de maior pormenor (como por exemplo 1: 10 000) verificamos que o uso de ortofotomapas, através do processo de análise visual, é mais fiável, na medida em que as áreas definidas correspondem a uma maior exatidão da delimitação da mancha.

Em ambos os casos é possível realizar estas cartas mediante o uso de *software livre e/ou open source* e com informação geográfica de base (imagens de satélite ou ortofotomapas) disponibilizada gratuitamente.

A realização desta carta permite-nos concluir que é possível elaborar uma cartografia de uso e ocupação do solo que permite a adequação a outros produtos como a COS'2007 e/ou fazer a sua atualização, face à constante alteração da paisagem. Por outro lado, a base de dados escolhida (a mesma que a COS'2007) não só permite uma rápida adequação com este produto, mas também confere consistência e rigor ao trabalho realizado.

Por outro lado, a utilização de fotografia aérea ortorretificada disponível de modo gratuito, quer através do modo *WMS*, quer através do *Google Earth* e a posterior atualização de *softwares open source*, permite uma constante e rápida atualização deste tipo de cartografia a custos controlados.

Assim, pretendeu-se demonstrar a possibilidade de realizar uma carta de uso e ocupação do solo com recursos gratuitos (e.g. fontes de informação e *software*) que pode ser uma solução a implementar pelas várias entidades que fazem a gestão territorial e que necessitam da carta de uso e ocupação para prosseguir os seus objetivos, garantindo o controlo de custos na sua produção.

Referências

- Caetano, Mário; Pereira, Maria; Carrão, Hugo; Araújo, António; Nunes, António; Nunes, Vasco 2008. Cartografia Temática de Ocupação / Uso do Solo. Lisboa, Instituto Geográfico Português, 23 p.
- Carrão, H., Caetano, M. Freire, S. E Nunes A. 2002. Carta de Ocupação do Solo e Avaliação do Estado da Vegetação com Imagens de Satélite para Prevenção de Fogos Florestais. Actas do Esig'2002 - VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, Oeiras, 13-15 Novembro, 2002, Cd-Rom.
- Casimiro, Pedro Cortesão 2002. Uso do Solo, Teledetecção e Estrutura da Paisagem Ensaio Metodológico - Concelho de Mértola. Diss. Doutoramento, Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

- Meyer, W.B. e Turner Li, B.L. 1994. *Changes In Land Use And Land Cover - A Global Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 537 p.
- Mota, Andreia 2011. *Ocupação do solo em Portugal Continental – Aspetos metodológicos para atualização de cartografia temática*. Diss. de mestrado, Guimarães, Universidade do Minho, 138 p.
- Paíño, M. e Caetano, M. 2005. *Cartografia de Ocupação do Solo: Portugal Continental, 1985-2000: Corine Land Cover 2000*. Amadora, Instituto Do Ambiente, 94 p.
- Pinheiro, André 2005. *Validação da Cartografia de Ocupação de Solo Mod12Q1 para Portugal Continental*. Relatório de Estágio, Amadora, Instituto Geográfico Português, 61 p.
- Portugal, Jorge Marini 1992. *Introdução às Tecnologias de Levantamento de Informação Geográfica Física*. Lisboa, 109 p.
- Santos, Teresa Alexandra Gonçalves 2003. *Actualização de Cartografia Temática com Imagens de Satélite*. Diss. de Mestrado, Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa.
- Skole, D.L. 1994. *Data On Global Land-Cover Change: Acquisition, Assessment And Analysis*, In Meyer, W.B.; Turner li, B.L. 1994. *Changes In Land Use And Land Cover - A Global Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 437-471.