

## DIGITALIZAÇÃO DE CARTOGRAFIA ANTIGA DE COBERTO FLORESTAL PARA APOIO À AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DA VEGETAÇÃO EM FUNÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

António Amílcar de Moura Alves-da-Silva,  
Investigador do Instituto Geográfico Português  
aalves@igeo.pt

Rui Manuel Pereira Reis,  
Investigador do Instituto Geográfico Português  
rui.reis@igeo.pt

### EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

#### Resumo:

O *Fireland*, é um projecto de investigação, que visa estudar a dinâmica da vegetação imposta pelos incêndios florestais que se tornaram frequentes em Portugal Continental desde há cerca de 30 anos até ao presente. Para o efeito, e tendo em vista analisar as alterações ao uso do solo e sua correlação com ocorrências de incêndios e, nomeadamente, verificar as espécies florestais mais sensíveis ao fogo, recorreu-se a cartografia de ocupação do solo antiga do Inventário Florestal Nacional (1965-78), elaborada no período imediatamente anterior à vaga de incêndios que se verificou posteriormente. Para ser utilizável de forma funcional, esta cartografia em papel passou por um processo de digitalização para poder ser introduzida num sistema de informação geográfica (SIG) mais abrangente. Levantaram-se então diferentes problemas relativos a este processo, desde a organização das folhas (originalmente à escala 1:25000), aos problemas de deformação do papel e georreferenciação, ao processo de rasterização, edição e recodificação, verificação e correcção de relações de adjacência entre folhas, até à versão final. Este painel, mostra os passos e dificuldades deste processo aparentemente simples, mas complexo, do qual muitos outros investigadores que recorram a esta metodologia poderão retirar algumas ilações.

#### Abstract:

The objective of the project *Fireland* is to study the vegetation dynamics caused by forest fires that became frequent in Continental Portugal since 30 years ago until now. In order to analyse the changes in land use and its correlation with forest fires occurrences and in order to assess whose forest species are more sensitive to fire the project uses old land use cartography, namely, the National Forest Inventory cartography produced between the years 1965-1978, produced in the years before the surge of forest fires that occurred in the following years.

In order to be used as a basis for these studies and in order to be integrated in a GIS this cartography, originally in paper format, was digitized and converted into vector format. This process was fine tuned taking into account the organization of the paper sheets (originally at the 1/25000 scale), the paper deformation, georeferencing, scanning, edition, recoding, verification and correction of the adjacency relations between sheets. This poster shows the steps involved and difficulties felt during this process, apparently simple but complex in reality, documented here in order to be used as a reference by other researchers and professionals if they need to use a similar methodology for the analog to digital conversion of old cartography.

**Palavras-chave:** Uso do solo, dinâmica da vegetação, incêndios florestais, cartografia antiga, digitalização

### **Justificação e problemática:**

O problema do aumento brutal da frequência de ocorrências de incêndios florestais em Portugal, exige estudos detalhados da dinâmica da vegetação tendo em vista a construção de modelos de previsão de perigo e formas de propagação de fogos, que implica a análise retrospectiva da distribuição espacial dos tipos e formas florestais. Para o efeito, é necessário recorrer a cartografia antiga e prepará-la da melhor maneira para ser usada, nomeadamente para ser introduzida em SIG analíticos. Aspectos como a incongruência de códigos da legenda, deformação do papel, relações de adjacência são problemas inatos a esta cartografia e também a opções que devem ser tomadas quanto à adopção do melhor processo de digitalização de modo a manter a legibilidade dos originais.

### **Objectivo:**

O painel refere-se à primeira fase do projecto FIRELAND que tem por objectivo converter de papel para digital vectorial os 638 mapas do antigo Inventário Florestal Nacional (IFN'70), para posterior análise em ambiente SIG. Visa recolher informação sobre a ocupação florestal do território anterior à fase de incêndios, bem como garantir durante o processo, a preservação da integridade original dos mapas para que não sejam introduzidos erros de análise nem se perca nenhuma informação relativamente aos originais. Este processo deve permitir a passagem às fases seguintes do projecto: caracterização e análise de padrões espacio-temporais de alterações da floresta desde 2007 e verificação da importância das alterações ocorridas e a sua relação com os incêndios florestais tendo como objectivo final o desenvolvimento e validação de modelos de previsão do comportamento da dinâmica florestal em função da ocorrência de incêndios.

### **Materiais e método:**

O processo de conversão da colecção de cartas em papel do IFN70 consiste nos seguintes passos:

- 1 - Digitalização por rasterização em *scanner*;
- 2- Geo-referênciação e armazenamento;
- 3- Vectorização de imagens *raster*;
- 4- Edição: correcção e verificação topológica de polígonos vectoriais;
- 5- Codificação;
- 6- Validação.

O trabalho é dado por concluído quando toda a colecção de mapas estiver armazenado no SGBD e pronto para ser utilizado na fase seguinte do projecto que diz respeito à comparação directa em SIG dos tipos de ocupação florestal nos últimos 30 anos com aquela que as cartas do Inventário Florestal Nacional referem.

Nos passos 2 e 3 é utilizado o programa ArcGIS® 9.3 e, nos passos 2 a 6, o programa Geomedia® 6.1

No total existiam 638 peças cartográficas a digitalizar por rasterização usando um *scanner*. Por forma a garantir que os ficheiros resultantes tivessem um nível de qualidade aceitável para os propósitos do projecto decidiu-se usar uma resolução de 300 *dpi* (*dots per inch* ou pontos por polegada) e 8 *bits* por *pixel*. Com uma resolução espacial de 300 *dpi* garantia-se que linhas separadas no original em papel se mantinham separadas no ficheiro *raster* resultante e os 8 *bits* por *pixel* garantiam a manutenção do traçado das linhas a preto nos ficheiros resultantes das cartas em papel e que se possuía algum controlo na fase de conversão para 1 *bit* por *pixel*, necessária para a vectorização automática e que se constituiu no passo seguinte do processo. Por outro lado a utilização destes parâmetros na rasterização deu origem a ficheiros com uma dimensão aceitável (com cerca de 50MB cada) facilitando a sua utilização.

À fase de rasterização seguiu-se a georreferenciação, isto é a atribuição de um sistema de coordenadas a cada um dos ficheiros *raster*. Dado que a cartografia do IFN'70 cobre Portugal continental e segue o seccionamento da carta militar 1/25 000 (série M888) é relativamente fácil saber, com base no número da folha, as coordenadas dos quatro cantos e usar esta informação na georreferenciação. O Sistema usado foi o PT-TM06/ETRS89. Este sistema usa o *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89) que é o sistema global de referência recomendado pela EUREF<sup>1</sup>, com elipsóide de referência o *Geodetic Reference System 1980* (GRS80) sendo a projecção cartográfica a Transversa de Mercator.

Com os ficheiros *raster* georreferenciados seguiu-se a fase de vectorização. O processo adoptado nesta fase resultou de um teste a três alternativas efectuado previamente. As três alternativas estudadas para a vectorização consistiram em:

1. Processo manual – Nesta alternativa digitalizam-se manualmente os limites dos polígonos sobre o *raster* usando software de SIG apropriado seguido da colocação de códigos nos polígonos, também manual.
2. Processo baseado em processamento do *raster* – nesta opção os polígonos adjacentes são preenchidos manualmente com cores diferentes usando uma opção de preenchimento automático no

---

<sup>1</sup> Subcomissão da Associação Internacional de Geodesia (IAG) responsável pelo quadro de referência das infra-estruturas geodésicas europeias

ficheiro *raster* monocromático convertido para cor RGB. Posteriormente convertem-se estes polígonos para vector usando uma função específica para este fim na plataforma *ArcMap*®.

3. Processo baseado na vectorização automática – nesta opção começa-se por converter o ficheiro *raster* em binário (1 *bit* por *pixel*) testando para cada caso os níveis da tabela de cores a transformar para preto. O programa usado neste passo do processo foi o *IrfanView*®. Segue-se a vectorização automática em *ArcScan*® com parâmetros estudados à priori para esta cartografia especificamente.

O processo seleccionado acabou por ser este último, dado que era o mais eficiente quer em termos de tempo de realização quer em termos de rigor. Não foi no entanto, para alguns casos, um processo inteiramente fiável, tendo sido necessário efectuar alguns reajustamentos nos parâmetros definidos para o processamento automático e posteriores correcções manuais.

Depois de vectorizados os limites dos polígonos seguiu-se o seu processo de edição, correcção e validação topológica. Os passos envolvidos incluíram a eliminação de ruído (elementos gráficos desnecessários ou residuais), a criação automática de áreas e a verificação topológica. A eliminação de ruído aplicou-se sobretudo aos vectores resultantes da rasterização de letras dos códigos de tipos de ocupação florestal (entretanto também transformadas em vectores durante o processo); às linhas de ligação dos códigos a polígonos (nos casos em que o tamanho do polígono era demasiado pequeno para conter o código) e a pontos e linhas isoladas.

Outros problemas que foram corrigidos nesta fase, embora aparecessem em muito menor quantidade foram os resultantes de polígonos abertos, excessos (*overshots*) e defeitos (*undershots*). Por facilidade de treino de operadores e dada a existência de funções de edição específicas que facilitam sobremaneira o trabalho usou-se nesta fase a plataforma SIG *GeoMedia Professional*®. Por exemplo a edição de polígonos é muito facilitada se se utilizar o processo automático do Geomedia Professional “*Area by face*”. Esta rotina permite o preenchimento automático com cor de todos os polígonos fechados permitindo assim assinalar todos os que ficaram abertos. Este programa dispõe também de um processo para a identificação e correcção semi-automática de erros topológicos.

A fase seguinte consistiu no registo manual de códigos de tipos de ocupação florestal nos polígonos digitalizados. Fez-se corresponder a cada código uma tabela de atributos de caracterização da ocupação florestal, de modo a que a cada número de código houvesse uma correspondência exclusiva, que permitisse determinar de forma automática os restantes atributos. Assim, cada código continha a informação relativa a designação, tipo de floresta, tipo de espécie dominante, espécie e povoamento. Esta fase iniciou-se por uma homogeneização da legenda seguida da criação da lista de códigos definitiva a usar, já que, sendo uma cartografia que não foi feita toda na mesma altura, a legenda utilizada não era totalmente homogénea. Para o operador não se enganar usou-se uma aplicação para criar uma lista automática de códigos possíveis desenvolvida para correr sobre Geomedia Professional chamada *PickListMgr*. A configuração desta aplicação envolve a criação de atributos específicos no

SGDB e respectiva tabela, seguida da selecção de códigos para preencher o campo “código” correspondendo à legenda da cartografia em causa, isto é, os diferentes códigos de polígono. A fase final consistiu na validação e verificação do trabalho.

### **Discussão e conclusões:**

O trabalho é dado por concluído quando toda a colecção de mapas estiver armazenado no SGBD e pronto para ser utilizado na fase seguinte do projecto que diz respeito à comparação directa em SIG dos tipos de ocupação florestal nos últimos 30 anos com aquela que as cartas do Inventário Florestal Nacional referem.

A utilização de cartografia antiga de coberto florestal envolve sempre a necessidade de homogeneização de legendas, sobretudo se esta vier a servir como referência comparativa, como é o caso deste projecto *Fireland*. Foram encontrados mais de 80 tipos de códigos, correspondentes a 8 espécies puras ou dominantes (cerca de 40 combinações), mais de 30 povoamentos mistos, incultos, improdutivos e zonas verdes. Tratando-se da fase inicial de um projecto mais abrangente, procurou-se criar condições para a sua comparabilidade com a cartografia mais recente por forma a garantir a qualidade da análise cronológica que o projecto se propunha realizar. No entanto a cartografia de ocupação florestal mais recente baseia-se em informação geográfica mais detalhada o que possibilita à partida um nível de detalhe maior nomeadamente em relação ao imposto pela escala dos mapas analógicos antigos o que, por sua vez, implica também uma homogeneização e harmonização das legendas por forma a convergir numa só que sirva de base a todas. Como as legendas não foram pensadas de uma forma abrangente e isso é um problema de difícil resolução já que podem inclusivamente surgir novas espécies e desaparecer outras, é sempre necessário encontrar um denominador comum entre todas as séries o que implicará uma reformulação geral. No entanto em ambiente SIG é relativamente simples resolver o problema bastando haver compatibilidade entre as diferentes bases de dados e formatos gráficos, mas é sempre necessário digitalizar a informação analógica, tanto quanto possível de uma forma prospectiva no sentido da sua potencial utilização em processos de análise espacial cronológica.

### **Referências:**

- BAJOCCO, S. AND C. RICOTTA, 2007. **Evidence of selective burning in Sardinia (Italy): which land-cover classes do wildfires prefer?** Landscape Ecology 41:557-567.3
- CAETANO, M. AND A. ARAÚJO, 2006. **Comparing land cover products CLC2000 and MOD12Q1 for Portugal.** in A. Marçal, editor. Global Developments in Environmental Earth Observation from Space. Millpress, Rotterdam, pp.469-477

- CAETANO, M., H. CARRÃO, AND M. PAINHO, 2005. **Alterações da ocupação do solo em Portugal continental: 1985-2000**. Instituto do Ambiente, Amadora.
- CARMEL, Y., R. KADMON, AND R. NIREL, 2001. **Spatiotemporal predictive models of mediterranean vegetation dynamics**. *Ecological Applications* 11:268-280.
- LUZ, A., A. NUNES, AND M. CAETANO, 2008. **Proposta metodológica para a correcção das distorções geométricas da COS'90: resultados preliminares**. X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (eSIG'08), Oeiras, Portugal.44.
- NUNES, M. C. S., *et al*, 2005. **Land Cover Type and Fire in Portugal: Do Fires Burn Land Cover Selectively?** *Landscape Ecology* 20:661-673.
- PAINHO, M. AND M. CAETANO, 2005. **Cartografia de ocupação do solo: Portugal continental, 1985-2000 CORINE Land Cover 2000**. Instituto do Ambiente, Amadora.
- PAUSAS, J. G. AND F. LLORET, 2007. **Spatial and temporal patterns of plant functional types under simulated fire regimes**. *International Journal of Wildland Fire* 16:484-492.
- ROBINSON, A. ; *et al*, 1995, **Elements of Cartography** (6<sup>a</sup> ed.). J.Wiley & Sons, 663p.
- SLOCUM, T.; *et al*, 2009, **Thematic Cartography and Geovisualization** (3<sup>a</sup>.ed.), Pearson, 561p.