

# Comunicações Oraís

## Efeitos do Clima, da Poluição Atmosférica e do Estado Sanitário das Árvores na Produção e nas Características de Pólenes Alergisantes

**André Fabião<sup>1</sup>, Ana Paula Ramos<sup>1</sup>, Maria Filomena Caetano<sup>1</sup>, Margarida Ferreira<sup>2</sup>, Ana Alves<sup>3</sup>, José Carlos Rodrigues<sup>3</sup>, Francisco Abreu<sup>1</sup>, Ana Júlia Francisco<sup>2</sup>, Luísa Nogueira<sup>4</sup> Rita Moreira<sup>1</sup> e António Fabião<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>UTL. Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Engenharia Florestal. Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

<sup>2</sup>Divisão de Jardins. Departamento de Ambiente e Espaços Verdes, Direcção Municipal de Ambiente Urbano, Câmara Municipal de Lisboa, Rua Vila Correia 17-A, 1700-074 LISBOA

<sup>3</sup>Instituto de Investigação Científica Tropical. Centro de Florestas e Produtos Florestais, Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

<sup>4</sup>Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Rua Braamcamp 7, 1250-048 LISBOA

**Resumo.** Os pólenes das árvores urbanas podem participar decisivamente na manifestação de doenças respiratórias alérgicas. Por outro lado, o estado sanitário das árvores e a poluição do ar podem influenciar a quantidade, características e época de produção de pólen. Neste contexto, iniciou-se um projecto de investigação visando: (a) desenvolver o conhecimento das relações entre produção de pólen e elementos do clima, poluição atmosférica e estado sanitário das árvores; (b) explorar metodologias expeditas e não destrutivas para a identificação de pólenes, por espectrofotometria de infravermelho próximo e médio (NIR e FTIR); (c) desenvolver critérios técnicos para melhorar a selecção e condução de árvores em áreas urbanas sensíveis. A área principal de monitorização do projecto é o Campo Grande, em Lisboa, onde se monitoriza regularmente a qualidade do ar (estação de Entrecampos), se captura por amostragem pólen atmosférico e se avalia regularmente o estado sanitário das árvores envolventes. A recolha de amostras de pólen para análise através de NIR e FTIR será também efectuada noutras áreas de Lisboa, para a constituição de catálogos espectrais. O aprofundamento e a difusão de conhecimentos neste domínio tem um grande potencial para a melhoria da qualidade de vida da população urbana e peri-urbana sensível às alergias respiratórias.

**Palavras-chave:** Polen; clima; alergisante; estado sanitário; poluição; FTIR

\*\*\*

### Introdução

A incidência de alergias respiratórias tem aumentado nas últimas décadas, especialmente em países industrializados (KOPFERSCHMITT-KUBLER & PAULI, 1999; D'AMATO *et al.*, 2001; GRANUM *et al.*, 2001), sendo a abundância, composição específica e época de ocorrência de pólenes alergisantes na atmosfera os principais factores condicionantes da ocorrência de sintomas de alergia (LORENZONI-CHIESURA *et al.*, 2000). A concentração de pólen na atmosfera está positivamente correlacionada com a densidade e a abundância de vegetação local, tendo a composição florística da vegetação de uma dada área influência decisiva no espectro polínico aí observado (ABREU *et al.*, 2003).

A produção de pólen e o seu transporte na atmosfera são, no entanto, fortemente condicionados por factores meteorológicos, tais como o vento, a temperatura, a precipitação e a humidade relativa da atmosfera (GALÁN *et al.*, 1998; BARNES *et al.*, 2001; HIDALGO *et al.*, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2003; THIBAUDON *et al.*, 2005). A concentração dos diversos tipos de pólen na atmosfera pode, assim, ser extremamente variável, não só em função da tipologia da vegetação dominante e das alterações que nela ocorrem ao longo do tempo, mas também com os factores ambientais.

Por outro lado, as autarquias são frequentemente confrontadas com protestos de munícipes afectados por alergias respiratórias cuja causa atribuem às árvores de arruamentos e jardins, não dispondo usualmente de informação que permita ajuizar quanto à justiça de tais reclamações. Com efeito, o transporte de pólen pela atmosfera a partir das regiões circundantes pode desempenhar um papel significativo, mas amplamente ignorado, na manifestação daquelas alergias. Além disso, o efeito da poluição atmosférica, embora claramente estabelecido (D'AMATO *et al.*, 2001; GRANUM *et al.*, 2001; MOLINA, 2003; NAMORK *et al.*, 2006), permanece mal conhecido e explicado.

Tanto as árvores florestais como as que se utilizam em ambiente urbano podem dar uma contribuição decisiva para as alergias respiratórias, sobretudo devido ao seu carácter perene, que implica a permanência durante longos períodos, com produção mais ou menos regular de pólen. Mesmo as zonas densamente urbanizadas mantêm geralmente uma quantidade significativa de vegetação lenhosa para fins ornamentais e ambientais, para além de eventuais florestas peri-urbanas. Alguns dos poucos estudos de aerobiologia realizados em Portugal (por exemplo, em Lisboa, Porto e Braga) demonstraram a importância quantitativa dos pólenes de Oleáceas, Fagáceas e, com carácter mais ocasional ou mais localizado, de Cupressáceas, Pináceas e outras espécies arbóreas (RAMOS *et al.*, 2000, ABREU *et al.*, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2003).

Os pólenes de Oleáceas e Cupressáceas são particularmente preocupantes para a comunidade médica Mediterrânea, devido à importância na região da incidência e gravidade das alergias às espécies destas famílias botânicas (GALÁN *et al.*, 1998; RAMOS *et al.*, 2000; HIDALGO *et al.*, 2002; CHARPIN *et al.*, 2005; FRADES RODRÍGUEZ *et al.*, 2005; GASTAMINZA *et al.*, 2005). Não é totalmente claro em que medida a presença de estruturas de fungos causadores de doenças destas árvores – com ocorrência frequente sobretudo nos ambientes urbanos – influencia directa ou indirectamente (neste caso através da alteração do comportamento reprodutivo das árvores) a incidência de polinoses nos seres humanos.

Neste contexto, iniciou-se um projecto de investigação, denominado "Efeitos da Poluição Atmosférica e do Estado Sanitário das Árvores na Produção, Morfologia e Identificação dos Grãos de Pólen" (referência PTDC/AMB/64929/2006 da Fundação para a Ciência e a Tecnologia) com o objectivo de aprofundar o conhecimento quanto às relações entre pólen (e estruturas de fungos da atmosfera) e poluição urbana, por um lado, e ocorrência de doenças alérgicas, por outro, na cidade de Lisboa. As instituições participantes do mesmo são o Instituto Superior de Agronomia (ISA), a Câmara Municipal de Lisboa (CML), a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT) e o Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT/MCTES). O projecto propõe-se monitorizar regularmente, por amostragem, a abundância e a tipologia dos pólenes e estruturas de fungos (esporos ou fragmentos de micélio) atmosféricos, confrontando-os com as variáveis climáticas, a poluição do ar e o estado sanitário das árvores envolventes do local de amostragem.

O objectivo da presente comunicação é dar a conhecer os objectivos gerais do Projecto acima referido e divulgar os primeiros resultados experimentais obtidos no seu âmbito, designadamente na parte referente à relação entre a abundância e composição do pólen atmosférico e as variáveis climáticas. A relação entre a presença de estruturas de fungos na atmosfera e a incidência de doenças nas árvores é tratada em comunicação separada (RAMOS *et al.*, neste volume).

## Material e Métodos

### *Local de estudo*

A actividade experimental do Projecto tem decorrido na zona do Campo Grande, em Lisboa. Para a instalação do captador volumétrico de pólen e esporos do tipo Hirst (modelo VPPS 2000<sup>®</sup>, da Lanzoni S.R.L.; Figura 1), seleccionou-se o Museu da Cidade de Lisboa (propriedade da CML), que disponibilizou um local de fácil acesso, ainda que seguro, com fornecimento de energia eléctrica. A amostragem da concentração de pólen e esporos na atmosfera efectua-se com recurso a este equipamento.

A informação regular e detalhada da qualidade do ar é obtida através da monitorização efectuada pela estação de Entrecampos, operada pela CCDR-LVT, que compila e divulga os seus resultados.

Os elementos do clima têm sido obtidos através da Estação Meteorológica de Lisboa / Ajuda, situada na Tapada da Ajuda (38°42'N, 9°11'O, 60 m alt.), considerando-se que para os fins deste estudo a Estação em causa é suficientemente representativa do clima da cidade de Lisboa.



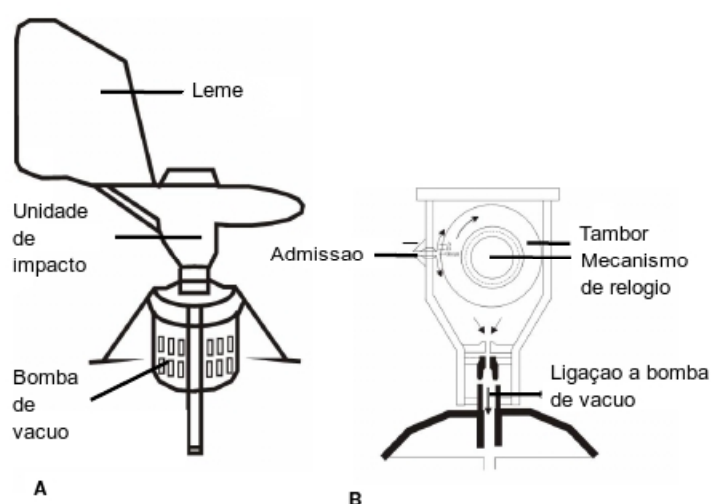
**Figura 1** - Capturador de pólen do tipo Hirst instalado no Museu da Cidade, em Lisboa

*Amostragem aerobiológica: captura, preparação de amostras e contagem*

O capturador de pólen utilizado pelo projecto foi instalado no dia 3 de Fevereiro de 2009. Este equipamento é constituído pelos seguintes componentes (GÁLAN *et al.*, 2007; Figura 2):

1. Unidade de impacto – é constituída por um orifício de admissão (14 x 2mm) e por um suporte circular (tambor) onde aderem as partículas. Um mecanismo de relógio permite a rotação do tambor (2 mm por hora), garantindo desta forma uma amostragem de ar contínua durante 7 dias, com dados horários e diários. É colocada uma tira de fita de Melinex<sup>®</sup> coberta com uma substância adesiva sobre a superfície de impacto do tambor, de modo a garantir a aderência das partículas e minimizar o ressalto das mesmas.
2. Leme – está colocado no revestimento exterior da unidade de impacto, funcionando de modo a garantir que o orifício de entrada fica sempre posicionado de acordo com a direcção do vento dominante, maximizando a eficiência de captura das partículas existentes nas correntes atmosféricas.
3. Bomba de vácuo – possui um mecanismo para regular o volume de ar capturado. O débito recomendado para a captura de partículas atmosféricas é de 10 litros/minuto, pois este valor é similar ao volume de ar inalado pelos pulmões humanos nesse espaço de tempo.

Após a substituição semanal, a fita de Melinex<sup>®</sup> é seccionada no laboratório em períodos de 24 horas (24h = 48 mm de fita), com auxílio de uma régua própria para o efeito. Em seguida procede-se à montagem entre lâmina e lamela utilizando uma solução corante e fixadora, específica para o efeito. Cada lâmina (ou seja, um dia de 24h) é colocada sob o microscópio óptico (ampliação de 400x) para identificação e contagem das partículas presentes.



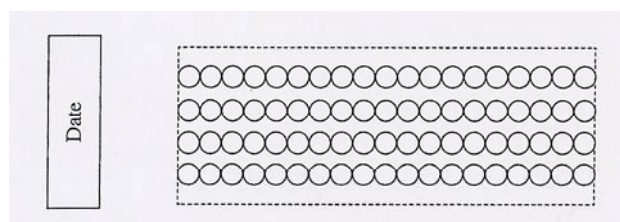
**Figura 2** - Capturador de pólen do tipo Hirst (A) e Corte esquemático da unidade de impacto (B) (adaptado de GÁLAN *et al.*, 2007)

Para se proceder à contagem e identificação das partículas é necessário trabalhar através de amostragem, pois a contagem e identificação de todas as partículas presentes na lâmina seria

uma tarefa demasiado laboriosa. Para que os dados obtidos sejam estatisticamente significativos, a área amostrada não deve ser inferior a 10-12% da área de toda a lâmina (FRENGUELLI, 2003).

O método de identificação e contagem consiste na análise de 4 linhas horizontais na lâmina, separadas entre si por cerca de 3 mm, através do método dos campos adjacentes (FRENGUELLI, 2003; Figura 3). Durante este processo é anotada a quantidade de cada tipo de pólen encontrado. Esses valores são depois lançados numa folha de cálculo de Excel<sup>®</sup> (*Microsoft Corporation*), agrupados por espécie ou grupos de espécies, e por data. As contagens de pólen devem ser expressas em número médio diário de grãos por metro cúbico de ar (GÁLÁN *et al.*, 2007). Como tal, o número de grãos de pólen contados é multiplicado por um factor que tem em consideração o volume de ar amostrado (10litros/min) e o tamanho do campo de visão do microscópio, na objectiva de 40x (ampliação de 400x). Este factor irá variar com a marca e modelo de microscópio.

Para a elaboração do presente texto, as contagens efectuadas (em número de grãos de pólen por m<sup>3</sup> de ar) foram compiladas semanalmente a partir de 3 de Fevereiro, de forma a representar um valor médio semanal para cada uma das espécies ou dos grupos de espécies mais representativos: *Casuarina* spp., Cupressaceae, Moraceae, Oleaceae, *Pinus* spp., *Platanus* spp., *Populus* spp., *Quercus ilex*, outros *Quercus*, outras lenhosas e outras espécies, além de uma determinação residual correspondente a espécies que não foi possível identificar. As determinações respectivas estão ainda a ser compiladas, apresentado-se aqui os resultados obtidos nos dois primeiros meses, ou seja, até finais de Março.



**Figura 3** - Ilustração esquemática do método de contagem dos campos adjacentes (adaptado de FRENGUELLI, 2003)

#### *Avaliação do estado fitossanitário*

A avaliação do estado fitossanitário do coberto arbóreo efectuou-se em Janeiro e Junho de 2009 por diagnóstico visual, complementado por diagnóstico etiológico sempre que necessário. Em complemento, acompanhou-se semanalmente o estado fitossanitário das árvores ao longo do período acima delimitado.

#### *Identificação através de infra-vermelho médio (FTIR)*

A recolha de pólen para este procedimento é um processo laborioso e demorado, que ainda está a ser aperfeiçoado. Neste momento consiste em colher as flores de cada espécie a estudar e manualmente recolher o seu pólen para um recipiente estéril. Seguidamente esse pólen é crivado num peneiro com malha de 45  $\mu$  ou 100  $\mu$ , consoante a quantidade de lixo e o tamanho dos grãos de pólen da espécie a estudar. Só depois destes procedimentos é que as amostras podem ser utilizadas para a obtenção dos respectivos espectros.

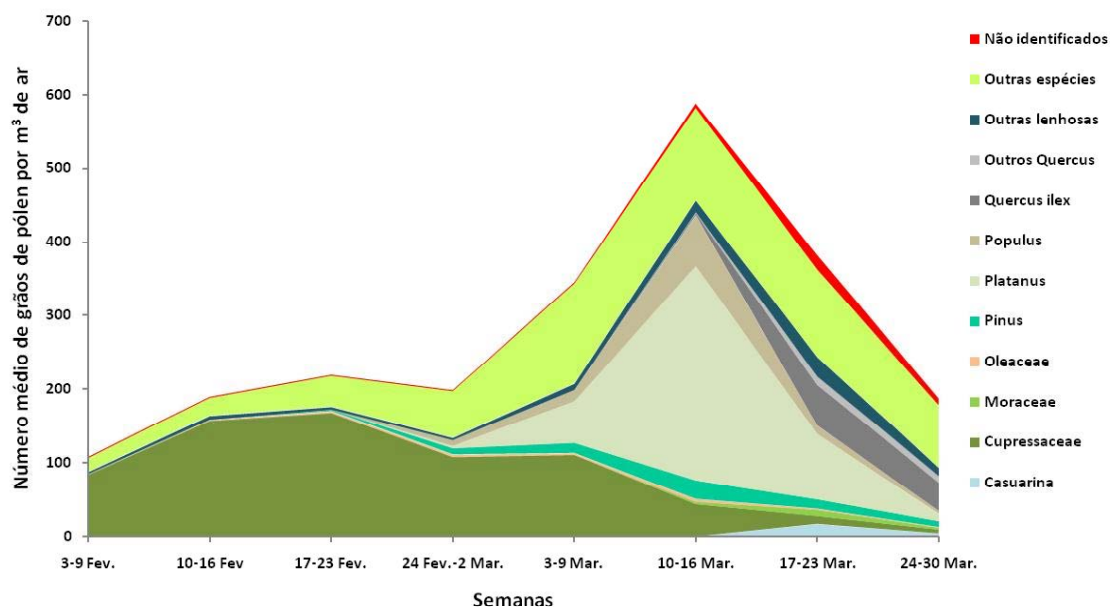


Os espectros ATR-FTIR das amostras de pólen são obtidos recorrendo a um espectrómetro Bruker Alpha, com um acessório de reflexão simples com uma janela de diamante. Os espectros foram obtidos na região dos números de onda de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , com uma resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ , resultando da média de 64 varrimentos (co-scans). Os catálogos espectrais são criados recorrendo a um software adequado (OPUS-IDENT<sup>®</sup>).

## Resultados e Discussão

### *Quantidade de pólen*

O espectro polínico correspondente aos dois primeiros meses encontra-se representado na Figura 4. Os resultados obtidos confirmam a grande importância relativa do pólen proveniente de árvores com uso urbano, demonstrando a preponderância de espécies lenhosas durante o período considerado. Contudo, deve salientar-se que este período pouco ou nada abrangeu da época de polinização das gramíneas, sendo o pólen de espécies não lenhosas proveniente sobretudo de *Parietaria* spp., *Urticaceae*, *Papaveraceae* e *Rumex* spp. É de esperar que com o avanço das contagens se obtenham valores crescentes de espécies não lenhosas, devido ao grande volume de pólen geralmente produzido pelas gramíneas, especialmente com o avanço da Primavera, quando a temperatura média do ar sobe e os montantes de precipitação descem (RIBEIRO *et al.*, 2003; SANCHEZ MESA *et al.*, 2003).



**Figura 4** - Espectro polínico correspondente aos dois primeiros meses de operação do capturador de pólen em Lisboa

Durante o período representado na Figura 4, é de realçar a grande importância inicial do pólen de Cupressaceae, cuja importância decresceu fortemente até finais de Março, bem como um pico de produção de pólen de plátano e de choupos (menos importante) durante aquele mês. O pólen de Oleaceae teve muito pouca representação neste período, que antecede a polinização da oliveira: as espécies representadas na figura são, essencialmente, as dos géneros *Fraxinus* e *Ligustrum*, com muito pouca importância relativa (praticamente ilegível na escala adoptada).

*Efeito dos elementos do clima na abundância de pólen atmosférico*

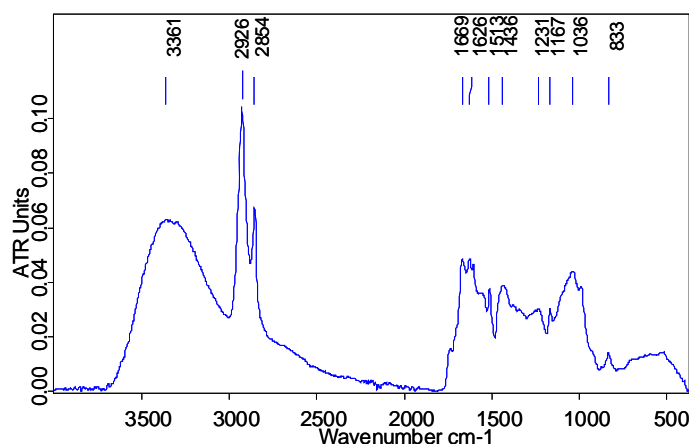
A pouca duração do período de amostragem dificultou a comparação da abundância de pólen na atmosfera com os dados climáticos, sendo contudo de realçar que, da análise da correlação entre a quantidade média de pólen de todas as espécies e a temperatura, humidade relativa e velocidade do vento médias, bem como a precipitação acumulada em cada semana, ressaltou uma correlação mais elevada ( $r = -0,53$ ) com a precipitação ocorrida em cada período. No entanto, os poucos pares de observações disponíveis ( $n = 8$ ) não permitem garantir a significância estatística desta correlação negativa, que em todo o caso é intuitiva e comprovada por outros autores (e. g. RIBEIRO *et al.*, 2003; THIBAUDON *et al.*, 2005). No referente aos restantes elementos do clima os valores de correlação foram ainda demasiado baixos para permitir qualquer interpretação válida ( $-0,27 < r < 0,21$ ).

*Identificação através de infra-vermelho médio (FTIR)*

A interpretação detalhada das bandas de absorção bem como o seu significado bioquímico está fora do âmbito deste trabalho. Por outro lado, uma das vantagens dos métodos de quimiometria (SIMCA, HCA e Classificação K-NN) que irão ser usados na identificação dos espectros por FTIR é que não requerem um conhecimento apriorístico das características dos espectros. O facto de a interpretação dos espectros não ser necessária acaba por ser uma vantagem para futuros utilizadores da técnica, que não necessitam de ter um conhecimento profundo da espectroscopia de infravermelho.

O espectro de ATR-FTIR do pólen de zambujeiro (Figura 5) é dominado por duas bandas intensas, resultantes do alongamento  $\text{CH}_2$  a  $2926$  e a  $2854\text{ cm}^{-1}$ , um indicador seguro da presença de n-alcanos e pela banda de alongamento OH a  $3361\text{ cm}^{-1}$ .

No entanto, as bandas mais interessantes encontram-se na região abaixo dos  $2000\text{ cm}^{-1}$ , onde se encontram bandas características das proteínas entre  $1600$  e  $1670\text{ cm}^{-1}$  (Amide I), o ombro a  $1550\text{ cm}^{-1}$  (Amide II), da lenhina a  $1513\text{ cm}^{-1}$  e a banda dos polissacáridos centrada a  $1036\text{ cm}^{-1}$ .



**Figura 5** - Espectro ATR-FTIR entre  $4000$  e os  $40\text{ cm}^{-1}$  do pólen de zambujeiro



## Conclusões

Os resultados obtidos durante o período de estudo aqui considerado permitem confirmar uma importância decisiva do pólen de árvores urbanas no espectro polínico, pelo menos no início da Primavera. Este resultado é potencialmente interessante para a melhoria da qualidade de vida das comunidades de áreas urbanas e peri-urbanas, através da selecção criteriosa das espécies a utilizar. A interacção entre a poluição atmosférica, variáveis meteorológicas e potencial alergizante dos pólenes permanece pouco compreendida, e pode ser influenciada pela ocorrência de doenças nas árvores. O aperfeiçoamento dos conhecimentos nesta área é de capital importância para a saúde humana, sendo também uma base para a melhor selecção e gestão das árvores urbanas.

Os principais resultados que se esperam atingir com este projecto são: (a) aperfeiçoamento da identificação de pólen através de um método não destrutivo, fiável e rápido; (b) definição de critérios para a utilização de informação referente à interacção clima/poluição/pólen; (c) definição de critérios para a gestão das árvores em ambiente urbano.

Com a concretização destes objectivos espera-se contribuir para a redução do risco potencial do aparecimento de alergias respiratórias. Um outro benefício potencial da qualidade de vida das populações poderá resultar do desenvolvimento de orientações específicas para a selecção e plantação de espécies arbóreas com um potencial alergizante reduzido. Adicionalmente, a difusão de informação junto dos doentes alérgicos poderá possibilitar que eles controlem a sua exposição ao pólen, reduzindo o risco de desenvolvimento de alergias respiratórias e/ou episódios alérgicos.

## Agradecimentos

Este Projecto é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), referência PTDC/AMB/64929/2006.

## Bibliografia

- ABREU, I., RIBEIRO, H., CUNHA, M., 2003. An aeropalynological study of the Porto region (Portugal). *Aerobiologia* **19**: 235-241.
- BARNES, C., PACHECO, F., LANDUYT, J., HU, F., PORTNOY, J., 2001. The effect of temperature, relative humidity and rainfall on airborne ragweed pollen concentrations. *Aerobiologia* **17**: 61-68.
- CHARPIN, D., CALLEJA, M., LAHOZ, C., PICHOT, C., WAISEL, Y., 2005. Allergy to cypress pollen. *Allergy* **60**: 293-301.
- D'AMATO, G., LICCARDI, G., D'AMATO, M., CAZZOLA, M., 2001. The role of outdoor air pollution and climate changes on the rising trends in respiratory allergy. *Respiratory Medicine* **95**: 606-611.
- FRADES RODRÍGUEZ, A., FERNÁNDEZ COLINO, T., MARTÍN GARCÍA, C., MARTÍNEZ ALONSO, J.C., CALLEJO MELGOSA, A., DOMÍNGUEZ ORTEGA, J., 2005. Sensibilización al polen de *Olea europaea* en las diferentes comarcas de la provincia de Zamora. *Alergología & Inmunología Clínica* **20**: 139-141.
- FRENGUELLI, G., 2003. Basic macroscopy, calculating the field of view, scanning of slides, sources of error. *Postepy Dermatologii i Alergologii* **XX**, **4**: 227-229.
- GALÁN, C., FUILLERAT, M.J., COMTOIS, P., DOMINGUEZ-VILCHES, E., 1998. Bioclimatic factors affecting daily Cupressaceae flowering in southwest Spain. *International Journal of Biometeorology* **41**: 95-100.
- GALÁN, C., CARIÑANOS, P., ALCÁZAR, P., DOMÍNGUEZ, E., 2007. *Spanish Aerobiology Network (REA): Management and Quality Manual*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba.

- GASTAMINZA, G., BARTOLOMÉ, B., BERNEDO, N., URIEL, O., AUDÍCANA, M.T., ECHENAGUSIA, M.A., FERNÁNDEZ, E., MUÑOZ, D., 2005. Alergia al polen de las oleáceas en un lugar donde no hay olivos. *Alergología & Immunología Clínica* **20**: 131-138.
- GRANUM, B., GAARDER, P.I., LØVIK, M., 2001. IgE adjuvant effect caused by particles – immediate and delayed effects. *Toxicology* **156**: 149-159.
- HIDALGO, P.J., MANGIN, A., GALÁN, C., HEMBISE, O., VÁZQUEZ, L.M., SANCHEZ, O., 2002. An automated system for surveying and forecasting *Olea* pollen dispersion. *Aerobiologia* **18**: 23-31.
- KOPFERSCHMITT-KUBLER, M.C., PAULI, G., 1999. Pollens et pollution. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique* **39**(4): 283-288.
- LORENZONI-CHIESURA, F., GIORATO, M., MARCER, G., 2000. Allergy to pollen of cultivated plants. *Aerobiologia* **16**: 313-316.
- MOLINA, C., 2003. Qualité de l'air et allergie. *Revue Française des Laboratoires* **349**: 35-42.
- NAMORK, E., JOHANSEN, B.V., LØVIK, M., 2006. Detection of allergens adsorbed to ambient air particles collected in four European cities. *Toxicology Letters* **165**: 71-78.
- RAMOS, A.-P., M.-J. MARQUES, A. FABIÃO, J. SANTOS PEREIRA, A. TODO-BOM, L. FONTES, N. NEUPARTH & P. LOPES DA MATA, 2000. Concentration of airborne pollen from Cupressaceae in Lisbon. *Allergie et Immunologie* **XXXI**(3): 109-110.
- RIBEIRO, H., CUNHA, M., ABREU, I., 2003. Airborne pollen concentration in the region of Braga, Portugal, and its relationship with meteorological parameters. *Aerobiologia* **19**: 21-27.
- SANCHEZ MESA, J.A., SMITH, M., EMBERLIN, J., ALLITT, U., CAULTON, E., GALAN, C., 2003. Characteristics of grass pollen seasons in areas of southern Spain and the United Kingdom. *Aerobiologia* **19**: 243-250.
- THIBAUDON, M., OUTTERYCH, R., LACHASSE, C., 2005. Bioclimatologie et allergie. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique* **45**: 447-455.

## Sistema de Análise para Produção da Cartografia de Perigosidade de Incêndio Florestal

Gonçalo Nunes

ESRI Portugal. Sistemas e Informação Geográfica S.A. Rua Julieta Ferrão nº10-10º, 1600-131 LISBOA

**Resumo.** Os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndio constituem um instrumento fundamental na precursão da defesa do património florestal nacional, descrevendo e compatibilizando os meios e recursos existentes no combate aos incêndios. Contemplam a representação e análise, através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), de diversa informação de contexto e suporte, e quantitativa do risco potencial de incêndio - essencial ao planeamento de medidas de prevenção.

A cartografia de risco, contemplada no Plano Operacional Municipal (POM), é de execução anual obrigatória pelos municípios, envolvendo uma série de operações computadorizadas de processamento de dados geográficos. As dificuldades técnicas demonstradas por alguns municípios, quer por falta de experiência prática em SIG quer por inconformidade da metodologia utilizada, motivaram o desenvolvimento de um sistema de análise que visa auxiliar a produção dessa cartografia, ao mesmo tempo que garante a uniformização dos métodos e dados utilizados pelos diferentes municípios.

O sistema aqui apresentado foi desenvolvido pela ESRI Portugal, em conjunto com a Autoridade Florestal Nacional (AFN), consistindo num conjunto de ferramentas para o ArcGIS Desktop 9.3.1 que implementam o modelo conceptual de risco definido pela AFN. As funcionalidades introduzidas até ao momento no sistema de análise permitem o cálculo automático dos mapas de probabilidade, susceptibilidade e perigosidade de incêndio florestal.

\*\*\*

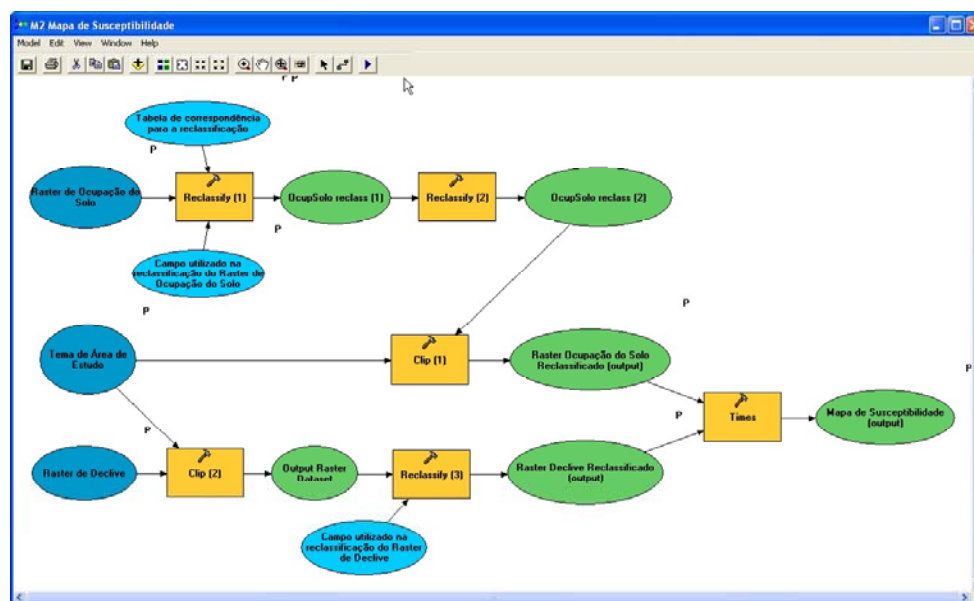
### Introdução

A floresta é um património essencial ao desenvolvimento sustentável do país, sendo a sua defesa uma prioridade nacional. No último quarto de século, os incêndios florestais já devastaram mais de 3 milhões de hectares de floresta representando a maior ameaça à gestão deste recurso estratégico. Apesar do fogo fazer parte do ciclo de desenvolvimento da maioria dos ecossistemas florestais, nos últimos séculos, e com particular incidência nas regiões do tipo mediterrânico, o Homem, com a sua ampla ocupação e utilização do espaço florestal, aumentou drasticamente a frequência deste nos ecossistemas, infligindo consequências graves na biodiversidade. Na maior parte dos casos, as florestas estão ainda a recuperar do último e recente incêndio, quando novo episódio de fogo se abate sobre elas e impede a sucessão ecológica na sua plenitude.

A alternativa utilizada pela maioria das entidades responsáveis pela protecção dos recursos naturais consiste na adopção de técnicas e medidas de prevenção, dentro de uma política adequada de planeamento e distribuição dos recursos destinados à protecção contra incêndios. A cartografia de risco de incêndio florestal é cada vez mais utilizada como um instrumento crucial de planeamento dos recursos destinados à prevenção e supressão dos incêndios florestais.

A dimensão espaço é extremamente importante na gestão e protecção do património florestal, caracterizado pela sobreposição de dinâmicas sociais e ambientais, capazes de gerarem conflitos entre elas. Neste contexto, a floresta tem beneficiado das técnicas de análise espacial executadas por ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A capacidade diferenciadora dos SIG em executar tarefas de tratamento e gestão de dados geográficos e sua análise espacial e estatística, torna-os numa ferramenta fundamental na gestão da floresta e ordenamento do território, adequando o planeamento às condições do meio envolvente.

O geoprocessamento é um dos conceitos essenciais dos SIG e constitui um factor diferenciador, fornecendo as ferramentas necessárias à análise, conversão e gestão dos dados. As funções de análise espacial constituem uma extensão das funções de interrogação a uma base de dados construída por incorporação das relações espaciais (MATOS, 2008). O ArcGIS Desktop dispõe de um leque alargado de ferramentas deste tipo, organizadas na janela ArcToolbox. A conjugação de várias destas ferramentas constitui uma ferramenta personalizada, aumentando em grande medida as possibilidades de análise espacial. De facto, na maioria dos casos é necessário um número alargado destas funções de geoprocessamento, numa determinada sequência, com o intuito de obter os resultados desejados. A tecnologia ModelBuilder, disponível nas aplicações ArcMap e ArcCatalog, assenta num ambiente amigável de definição sequencial de funções (Figura 1) de forma a compor um modelo. É particularmente indicada para processos de análise realizados frequentemente, distribuição de processos de análise e documentação da metodologia utilizada no processo de análise espacial.



**Figura 1** - Ambiente de definição sequencial de funções – ModelBuilder – com modelo de cálculo do mapa de susceptibilidade

A criação de modelos de geoprocessamento a partir de uma linguagem de *scripting*, como o Python, é indicada na automatização de processos que exijam elevado grau de manipulação antes de serem utilizados na análise espacial. Possibilitam ainda um maior controlo do comportamento do modelo, por exemplo, em função dos parâmetros de entrada utilizando regras de decisão e *loopings*. Uma vez criados, tanto os modelos criados com o ModelBuilder

ou por *script*, comportam-se como as restantes ferramentas de sistema do ArcGIS, sendo executadas a partir de uma caixa de diálogo onde se definem os parâmetros de entrada.

### **Planos de defesa da floresta contra incêndios**

A política de defesa da floresta contra incêndios assenta sobre a protecção de pessoas e bens, não comprometendo nunca a sustentabilidade a longo prazo dos recursos florestais. Deverá para tal envolver a responsabilidade de toda a sociedade, num contexto alargado e transversal de ambiente e ordenamento do território. O sistema nacional de defesa da floresta contra incêndios prevê, de acordo com o DL 156/2004, um conjunto de medidas e acções estruturais e operacionais relativas à prevenção (silvicultura preventiva por exemplo), sensibilização, vigilância, detecção, rescaldo, vigilância pós-incêndio e fiscalização, a levar a cabo pelas entidades públicas com competências na defesa da floresta contra incêndios e entidades privadas com intervenção no sector florestal. Integra um conjunto de instrumentos de planeamento de defesa da floresta contra incêndios que descrevem e compatibilizam os meios e recursos existentes na prevenção, supressão e recuperação, a nível nacional, regional e municipal.

Ao nível do planeamento municipal existem os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndio (PMDFCI), instrumentos de âmbito municipal ou intermunicipal que incluem, para além das medidas de prevenção, a previsão e programação integrada das intervenções preconizadas pelas diferentes entidades envolvidas durante a ocorrência de um incêndio. São de carácter obrigatório, elaborados em consonância com os planos nacional e regionais de defesa da floresta contra incêndios, sendo a sua estrutura tipo estabelecida pela Autoridade Florestal Nacional. A operacionalidade dos PMDFCI para as acções de vigilância, detecção, fiscalização, 1.<sup>a</sup> intervenção e combate ao incêndio no período crítico é concretizada através do Plano Operacional Municipal (POM), de actualização anual obrigatória e que particulariza a execução destas acções. A maior parte destas medidas contempla a representação e análise, através de SIG, de diversa informação de contexto e suporte, e quantitativa do risco potencial de incêndio.

De acordo com a legislação em vigor (Lei n.º 20/2009) boa parte das atribuições no domínio da defesa da floresta contra incêndio são transferidas para os municípios do continente, que ficam responsáveis pela constituição e funcionamento dos gabinetes técnicos florestais, bem como pela elaboração dos PMDFCI a apresentar à Comissão Municipal de Defesa da Floresta;

### **Modelação e avaliação do risco de incêndio**

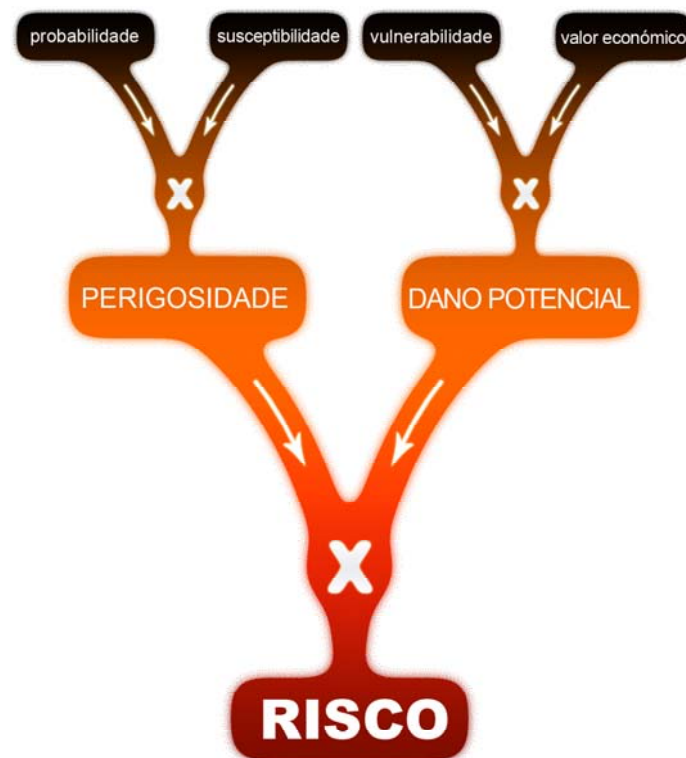
O iniciar e o evoluir de um incêndio florestal dependem da influência de inúmeros factores associados ao fenómeno de combustão. De acordo com diversos autores, os principais factores ambientais são o material combustível, as condições atmosféricas e a topografia. Estes componentes interagem de forma complexa, variando no espaço e no tempo. A incidência espacial do incêndio reflecte a magnitude destes componentes, sendo certo que a conjugação destes três componentes representará uma maior predisposição a incêndios severos.

A selecção das variáveis e dos diferentes métodos utilizados para os combinar resultam numa variedade de abordagens à cartografia de risco de incêndio. Na maior parte dos casos, cada factor considerado é classificado de acordo com a sua susceptibilidade para o incêndio. A

combinação destas variáveis é geralmente realizada por um modelo matemático que expressa a influência ponderada de cada uma destas variáveis, permitindo assim estabelecer um índice de risco de incêndio florestal para uma determinada região.

Os SIG constituem a plataforma ideal de convergência da informação, geográfica e alfanumérica, relevante à avaliação de risco, permitindo estabelecer correlações espaciais entre os factores analisados. A maior parte dessa informação corresponde a dados utilizados na maioria dos processos de planeamento e gestão de recursos naturais devendo por isso, estar disponíveis à maior parte das entidades públicas e privadas com competências no sector florestal.

De acordo com modelo conceptual de risco adoptado pela Autoridade Florestal Nacional (Figura 2), o risco pressupõe valor e expressa o potencial de perda de elementos em risco, em função da perigosidade de um determinado fenómeno e vulnerabilidade desses mesmos elementos em risco (PMDFCI, 2007). Não havendo um destes componentes, podemos considerar que o risco é nulo. Não sendo objectivo deste trabalho, descrever em detalhe os componentes de risco, remetemos a leitura, por exemplo, de BACHMANN & ALLGOWER, 1999 e CARDONA, 2003.



**Figura 2** - Modelo conceptual de risco adoptado pela AFN no âmbito do Plano Operacional Municipal (fonte: ESRI Portugal)

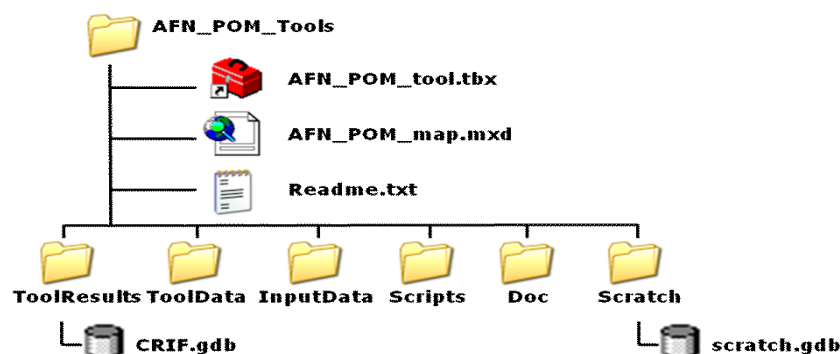
### Sistema de análise afn pom tools

A cartografia de risco a incluir no POM envolve uma série de operações computorizadas de processamento de dados geográficos. As dificuldades técnicas demonstradas por alguns municípios, quer por falta de experiência prática em SIG quer por inconformidade da



metodologia utilizada, motivaram o desenvolvimento de um sistema de análise que visa auxiliar, em primeiro lugar, a produção dessa cartografia, assegurando em simultâneo a uniformização dos métodos e dados utilizados pelos diferentes municípios.

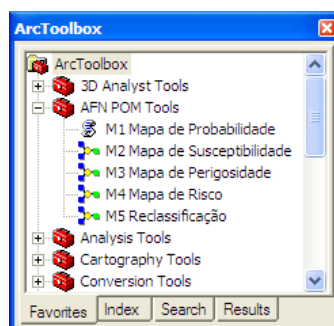
O sistema, designado por AFN POM Tools, foi desenvolvido pela ESRI Portugal, em conjunto com AFN, sendo constituído por um conjunto de ferramentas que implementam o modelo conceptual de risco adoptado pela AFN e respeitam as indicações do Guia Técnico Para Elaboração do POM (nomeadamente o Apêndice 3, que estabelece a metodologia, dados de referência e fontes de informação para a elaboração da cartografia de risco). As ferramentas baseiam-se em modelos de *script* e ModelBuilder, operando nas aplicações ArcMap e ArcCatalog do ArcGIS Desktop 9.3.1 (com a extensão Spatial Analyst). Foi dada especial atenção à documentação e organização do sistema (Figura 3) de forma a poder ser distribuído pelas diferentes entidades com competência na elaboração do POM.



**Figura 3** - Estrutura de pastas do sistema AFN\_POM\_Tools.

A caixa de ferramentas AFN POM Tools (Figura 4) é composta por cinco modelos distintos:

- M1 - Modelo de cálculo do mapa de probabilidade,
- M2 – Modelo de cálculo do mapa de susceptibilidade
- M3- Modelo de cálculo do mapa de perigosidade,
- M4 – Modelo de cálculo do mapa de risco
- M5 – Modelo de reclassificação dos resultados



**Figura 4** - Toolbox AFN POM Tools

A análise de risco é realizada sequencialmente com recurso a estes modelos. Dada a heterogeneidade dos dados necessários ao cálculo destes dos componentes de vulnerabilidade

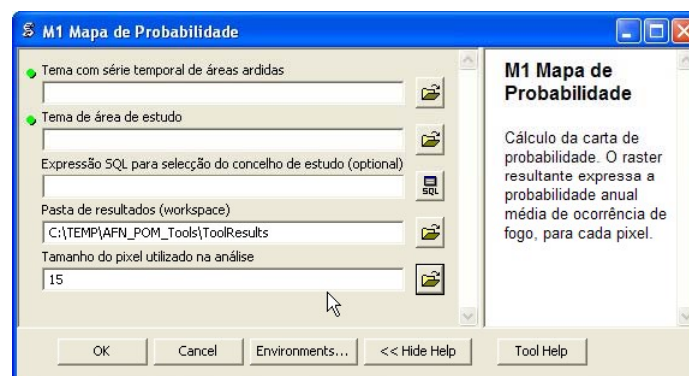
e de valor económico, não foi possível automatizar o seu cálculo e por este motivo centramos o presente trabalho no cálculo da perigosidade. O zonamento da perigosidade resulta do produto dos componentes de probabilidade e de susceptibilidade. A modelação destes componentes é realizada com base matricial (*raster*). A utilização do modelo de dados *raster* permite definir uma unidade mínima de terreno (*pixel*) e facilita as operações matemáticas entre *layers* diferentes. A definição da unidade mínima de terreno, considerada pelas análises – a resolução espacial - reflecte o compromisso entre o detalhe espacial dos dados disponíveis e os requisitos operacionais, sendo estabelecido no primeiro modelo do sistema. A definição dos parâmetros pelos modelos na análise espacial é feita a partir de uma caixa de diálogo específica.

## Probabilidade

O modelo M1 Mapa de Probabilidade calcula a probabilidade de ocorrer um incêndio num dado local/*pixel* sendo definida matematicamente pela expressão:

$$\frac{f \times 100}{\Omega}$$

onde  $f$  é o número de ocorrências registadas e  $\Omega$  o número de anos registados.



**Figura 5** - Caixa de diálogo do modelo M1 Mapa de Probabilidade

A variável utilizada na análise da probabilidade consiste na cartografia oficial de áreas ardidas (actualizada todos os anos pela AFN). O histórico de áreas ardidas permite que o modelo obtenha a frequência de ocorrências de incêndio para cada *pixel*. A razão dessa frequência pelo número de anos da série temporal considerada dá-nos a probabilidade de ocorrência de incêndio em cada *pixel*. Todos os resultados da análise são recortados pelo limite do concelho considerado. De forma a manter a uniformização dos parâmetros de entrada, utilizados pelos diferentes municípios, o sistema é fornecido com um tema de limites de concelho que deverá ser utilizado no modelo para extracção do limite do concelho.

## Susceptibilidade

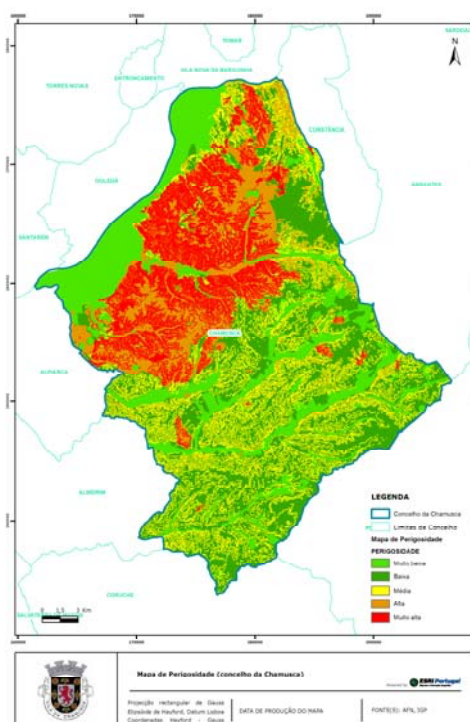
A susceptibilidade expressa a propensão de uma dada área ou *pixel* para ser afectada por um incêndio. Variáveis como as que derivam da topografia, ocupação do solo e outras, definem se o território é mais ou menos susceptível.

A metodologia adoptada pela AFN considera as variáveis declive e ocupação do solo no cálculo da susceptibilidade. De acordo com VERDE & ZÊZERE, 2007, a utilização destas duas variáveis apresenta boas taxas de predição da susceptibilidade, podendo no entanto ser adicionada mais informação à análise. No que diz respeito à ocupação do solo, deverá utilizar-se uma cobertura o mais actualizada possível. Se não for possível utilizar melhor informação – e apenas nesse caso – pode-se utilizar a cobertura Corine Land Cover 2000 (CLC2000), disponibilizada com o sistema no formato matricial. A reclassificação dos *raster* de declive (em graus) e de ocupação do solo permitem classificar cada *pixel* numa escala de susceptibilidade.

A susceptibilidade é obtida pelo produto destes dois *rasters* reclassificados. A correspondência dos valores de declive em graus e dos códigos da CLC2000, com as classes de susceptibilidade definidas pela AFN, encontra-se implementada no sistema não sendo necessária a sua atribuição manual.

### *Perigosidade*

A perigosidade consiste na probabilidade de ocorrência de um incêndio, num determinado intervalo de tempo e dentro de uma determinada área geográfica. O zonamento da perigosidade é obtido pelo produto do mapa de probabilidade e o mapa de susceptibilidade. Uma vez calculado o mapa de perigosidade, deverá ser reclassificado pelo método quantis de forma a ser incluído no POM. O sistema de análise AFN POM Tools traz associado um documento mapa (documento ArcMap), com o layout preparado de acordo com as indicações dadas para a representação da cartografia a constar no POM.



**Figura 6** - Layout preparado para os mapas de probabilidade, susceptibilidade e perigosidade

## Considerações finais

O sistema de análise AFN POM Tools permite de uma forma rápida e fiável o zonamento da perigosidade de incêndio florestal, ao nível do concelho, sendo particularmente útil aos utilizadores com pouca experiência prática em sistemas de informação geográfica. A distribuição de um conjunto de funções e de dados de referência num sistema de análise garantem a uniformização dos resultados obtidos e sua conformidade com os normativos do plano operacional municipal.

Para além da óbvia aplicação neste último plano, os resultados da análise podem ser disponibilizados via ArcGIS Server (aplicações Web), permitindo a sua consulta e análise por outras entidades e municípios e, deste modo, contribuir para uma maior participação da sociedade no processo de ordenamento do território.

A modelação do risco e da perigosidade de incêndio, traduzida por uma escala de valores qualitativos é cada vez mais utilizada nas acções de planeamento e ordenamento florestal. A hierarquização de zonas prioritárias de defesa permitem definir uma série de medidas, tais como, o aumento da vigilância, a restrição de acesso a esses locais e a construção ou desobstrução de aceiros preventivos. Toda a informação pode ser consultada pelas equipas localizadas no terreno, a partir de dispositivos móveis com tecnologia ArcPad ou ArcGIS Mobile, permitindo-lhes a alocação atempada dos recursos de combate para as zonas de maior perigosidade ou risco.

## Referências Bibliográficas

- BACHMANN, A., ALLGÖWER, B., 1999. The Need For a Consistent Wildfire Risk Terminology, Paper from the Joint Fire Science Conference and Workshop, Idaho, June.
- CARDONA, O.D., 2003. Indicators for Disaster Risk Management. First Expert Meeting on Disaster Risk Conceptualization and Indicator Modelling, Manizales-Colombia.
- ESRI, 2008. An overview of sharing tools and toolboxes. ArcGIS Desktop Help 9.3. Acedido a 12 de Julho de 2009, em: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=An\\_overview\\_of\\_sharing\\_tools\\_and\\_toolboxes](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=An_overview_of_sharing_tools_and_toolboxes).
- ESRI Portugal, 2009. AFN POM TOOLS - Manual de utilizador. ESRI Portugal.
- FREIRE, S., CARRÃO, H., CAETANO, M. - Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares, Actas do Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica 2002, Lisboa, USIG.
- LUBELLO, D., 2009. Planning Forest Operations, A rule-based spatial DSS built with ModelBuilder. ArcUser, Winter 2009. ESRI Press.
- MATOS, J., 2008. Fundamentos de Informação Geográfica, 5ª Ed. Editora Lidel, Lisboa.
- PMDFCI, 2007. Guia Técnico Para Elaboração do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios. Direcção Geral dos Recursos Florestais, Direcção de apoio aos GTF, Março 2008
- POM, 2008. Guia Técnico Para Elaboração do Plano Operacional Municipal. DGRF, Direcção de apoio aos GTF, Agosto 2007.
- VERDE, J., ZÊZERE, J.L., 2007. Avaliação da Perigosidade de Incêndio Florestal, Actas do VI Congresso da Geografia Portuguesa, 17-19 de Outubro, UNL, Lisboa.

## Preservação e Valorização do Património Arbóreo. Estudos de Avaliação Biomecânica: Estudo de Casos

Paulo Barracosa<sup>1</sup>, Helder Viana<sup>1</sup>, Daniela Teixeira Costa<sup>1</sup> e F. Coimbra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escola Superior Agrária de Viseu. Departamento de Produção Vegetal. Quinta da Alagoa - Ranhados, 3500-606 VISEU

<sup>2</sup>Árvores e Pessoas – Gestão da Árvore no Espaço Urbano, Lda. Urbanização do Choupal, Bloco 11-C, nº 35; 3050-330 MEALHADA

**Resumo.** Ao longo dos últimos cinco anos temos realizado uma ampla avaliação biomecânica com recurso à utilização de meios auxiliares de diagnóstico, que incidiu sobre cerca de duas centenas de exemplares arbóreos de trinta e três espécies distintas, localizados em vias e parques públicos de zonas urbanas e peri-urbanas. Este estudo proporcionou a aquisição de um conhecimento técnico-científico sobre o estado actual do nosso património arbóreo, cujas conclusões procuramos disseminar numa perspectiva pedagógica, no sentido de prevenirmos erros cometidos no passado e sugerirmos neste domínio algumas propostas estratégicas para implementar no futuro uma intervenção pró-activa. No momento actual em que, as autarquias estão a investir na implementação e requalificação de espaços públicos e infra-estruturas, urge sensibilizar os decisores políticos e a população em geral para a necessidade de preservarmos o património arbóreo dos nossos espaços públicos, por forma a desfrutarmos todas as amenidades, salvaguardando a segurança de pessoas e bens. A extensa impermeabilização de solos em redor dos exemplares arbóreos, as podas incorrectamente praticadas e os danos provocados nos sistemas radiculares para implementação de infra-estruturas subterrâneas, constituem algumas das acções que colocam em risco o seu estado biomecânico e cujas consequências muitas vezes só se reflectem passado algum tempo.

**Palavras-chave:** Património arbóreo, diagnóstico biomecânico, paisagismo

\*\*\*

## Introdução

As árvores constituem estruturas vivas características da paisagem urbana, na qual se têm incorporado em estreita relação com a arquitectura das cidades e que, desempenham um papel fulcral na criação de ambientes urbanos, constituindo espaços de desfrute e promoção da saúde. A remoção de elementos poluentes, designadamente O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e CO, que constituem actualmente um dos maiores problemas ambientais, representa apenas uma das várias formas através da qual as árvores em meio urbano promovem a qualidade do ar. Deste modo, de acordo com os vários estudos realizados a gestão do coberto vegetal urbano tem-se revelado uma estratégia fulcral para melhorar os padrões da qualidade de vida das populações nas cidades (NOWAK *et al.*, 2006). Contudo, as árvores apesar de constituírem estruturas com consideráveis benefícios, carecem de preservação e manutenção, o que representa indubitavelmente custos associados (TERHO, 2005).

O património arbóreo dos espaços urbanos integra exemplares botânicos que, pelas suas características singulares representam um valor monumental e que fazem parte do património cultural e ecológico dos nossos povos, implicando que seja de interesse público a sua

preservação e promoção (SANCHES, 1997). A identificação das árvores a serem preservadas deve ser realizada o mais precocemente possível para salvaguardar a sua protecção no ambiente urbano, acrescentando valor histórico e cultural aos espaços requalificados.

As árvores pelas suas dimensões e necessidade de espaço disponível para o seu desenvolvimento podem causar problemas em áreas residenciais densamente povoadas, tornando-se susceptíveis a muitos factores de stresse (SAEBO *et al.*, 2003). Como consequência, as árvores são frequentemente danificadas na camada protectora do cortex por um conjunto de factores diversos que as tornam susceptíveis ao ataque por fungos e insectos que promovem o seu decaimento. Este é um processo que se poderá estender por um período mais ou menos largo e que deverá ser gerido de forma sustentável que, em áreas urbanas assume particular relevo porque o risco de ocorrência de acidentes aumenta com o decorrer do tempo. Um dos objectivos deste estudo passa por incrementar o conhecimento das interações entre as acções externas provocadas e a evolução do decaimento registado internamente, designadamente nas espécies mais comuns existentes no território urbano.

Uma árvore de risco é uma estrutura que apresenta defeitos estruturais que podem provocar a sua ruptura, susceptível de causar danos de ordem material ou humana, conforme o local onde se encontre e dependendo do seu estado biomecânico e fitossanitário. Pela combinação dos defeitos com algumas condições agravantes, as árvores que possam atingir alvos devem ser avaliadas e, se necessário, acompanhadas através de uma monitorização regular de modo a evitar danos graves (CLARK, 1993).

No âmbito deste estudo sobre o diagnóstico biomecânico e fitossanitário do património arbóreo foram examinadas um total de cerca de duzentos exemplares arbóreos de trinta e três espécies de angiospérmicas e gimnospérmicas, localizadas em áreas urbanas, matas e parques nacionais da região Centro de Portugal. Inicialmente foi realizada uma análise cuidada, através da observação pormenorizada das áreas de estudo, de modo a identificar os exemplares que possivelmente constituem árvores de risco e os alvos prováveis em caso de ruptura, quer total ou parcial. Quando se procede a uma avaliação, as raízes, o tronco e os ramos são as estruturas onde, normalmente, é possível encontrar os defeitos. Foram procuradas cavidades, feridas, fissuras, sinais de podridão, cancro, bifurcações prejudiciais, pragas, fungos e doenças. O meio envolvente à árvore também foi tido em conta, pois muitas vezes, são os elementos envolventes que condicionam e promovem a ruptura e queda de árvores (CLARK, 1993).

A escolha dos locais para a realização dos estudos, na maioria dos casos, deveu-se ao facto de estarem a ser lançados projectos de requalificação e sobre os quais era necessário fazer um diagnóstico exaustivo para que, a implementação dos novos projectos fosse realizada da forma mais fundamentada e correcta com o abate do menor número de exemplares. Para além deste facto também prevaleceu a promoção da segurança de pessoas e bens, um questão que assume actualmente uma importância vital.

## Material e Métodos

De entre os locais avaliados neste estudo destacam-se na cidade de Viseu, o Parque Aquilino Ribeiro e a mata do Fontelo onde foram analisadas 153 árvores no total e que, constituem duas manchas verdes de extrema importância na estrutura ecológica do espaço urbano. Na Mata da Casa da Ínsua localizada em Penalva do Castelo, dezoito árvores foram alvo de um estudo de avaliação e diagnóstico fitossanitário e biomecânico. A cidade de Gouveia foi



sujeita a um extenso estudo realizado nas artérias, praças e parques onde foram avaliadas trinta e quatro árvores. A Mata Nacional do Buçaco, foi outro dos locais emblemáticos avaliados não só pela sua dimensão como pela biodiversidade, com especial incidência nos locais com maior frequência de visitantes, designadamente a Fonte Fria, Palace Hotel e o Vale dos Fetos, tendo sido avaliadas vinte duas árvores.

Para a avaliação visual da árvore com o objectivo de produzir um diagnóstico biomecânico e fitossanitário foi utilizado algum material específico: Suta de *Bitterlich*, vertex, fita métrica, mapa do local para a marcação das árvores inspeccionadas; resistógrafo IML F400 accionado por um berbequim BOSCH (Figura 1), ficha de campo, material de escalada, máquina fotográfica digital (Olympus FE-110) e binóculos (Minolta Classic II ZOOM 8- 20x 50).



**Figura 1** - Sondagem realizada com o resistógrafo

Para a realização deste estudo foi desenvolvida uma ficha de campo, adaptada de CLARK (1994) constituída por 9 secções distintas (A-I), com diferentes níveis informação relativamente a cada exemplar analisado. Faz-se referência às características gerais, designadamente identificação da espécie, situação relativamente ao meio onde se insere, nível de desenvolvimento, número de troncos, porte, diâmetro e perímetro à altura do peito. Num segundo ponto são referenciados conflitos e/ou constrangimentos envolventes a que cada árvore está sujeita. Faz-se igualmente referência ao vigor vegetativo e ao estado fitossanitário que a árvore apresenta e ao historial de intervenções efectuadas na árvore em relação ao tipo de poda, nomeadamente frequência, extensão e diâmetro dos cortes. São discriminados alguns aspectos referentes ao estado biomecânico da árvore, relacionados com o estado da raiz, colo, tronco e copa. São descritas a relação da árvore com os alvos potenciais, sendo dado particular destaque à possível inclinação que a árvore possa apresentar. Em função de toda a informação recolhida e sistematizada é apresentada uma estimativa de risco, com base no potencial de ruptura na dimensão da árvore e no uso do alvo potencial. Com base na análise de risco é elaborada uma proposta de intervenção e um plano de monitorização para a árvore inspeccionada. O objectivo principal deste tipo de análise é a tentativa de antecipar o tratamento à ocorrência da falha.

## Resultados e Discussão

No âmbito deste estudo sobre avaliação do estado biomecânico do património arbóreo nacional foram examinados um total de 187 exemplares arbóreos entre 2004-2008 de trinta e três espécies de angiospérmicas e gimnospérmicas: *Abies alba*, *Acacia melanoxylon*, *Aesculus hippocastanum*, *Araucaria angustifolia*, *Arbutus unedo*, *Betula pubescens*, *Camellia japonica*, *Castanea sativa*, *Cedrus atlantica*, *Cedrus deodara*, *Cedrus libani*, *Ceratonia siliqua*, *Criptomeria japonica*, *Cupressus sempervirens*, *Eucalyptus globulus*, *Fagus sylvatica*, *Liriodendron tulipifera*, *Melaleuca spp.*, *Picea abies*, *Picea smittheana*, *Pinus pinea*, *Platanus orientalis*, *Populus alba*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Sequoia sempervirens*, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Thujopsis dolabrata*, localizadas em cidades, matas e parques nacionais da região Centro de Portugal.

Os diagnósticos têm revelado que um número significativo de árvores localizadas em parques e ruas se encontram com distintos níveis de decaimento e temos apresentado propostas de planos de intervenção e monitorização para os casos que mereceram uma atenção especial.

Pela extensão da análise realizada apenas são descritas algumas situações particulares que reportam casos avaliados e sob os quais tivemos que intervir urgentemente, constituindo experiências que podemos destacar como exemplos.

No primeiro caso, destacamos um exemplar de *Aesculus hippocastanum* localizado junto à escadaria de acesso à fonte fria, um local emblemático da mata do Buçaco visitado com elevada frequência. Todas as podas que foram efectuadas neste exemplar, foram efectuadas de maneira correcta, sem que aparentemente resultassem consequências posteriores. Revelava um bom vigor vegetativo, não se registando qualquer tipo de decaimento apical. O solo apresenta-se compactado devido ao facto de ser um local onde regularmente estacionam veículos. O sistema radicular, em contraforte, apresentava consistência e dificilmente iria assistir-se à sua falência. O maior defeito estrutural apresentado por este indivíduo era uma fissura severa que se prolongava desde o colo até ao tronco e uma fissura nos contrafortes do lenho de tensão (Figura 2).



**Figura 2** – Exemplar de *Aesculus hippocastanum* localizado junto à escadaria de acesso à Fonte Fria (Buçaco) evidenciando inclinação acentuada e uma fissura no tronco

Este exemplar apresentava uma bifurcação a cerca de 3-4 metros de altura. O desequilíbrio e peso terminal apresentados eram de um grau muito severo, tendo como consequência a fissura já referida anteriormente. A inclinação apresentada é natural, pois ocorreu devido à procura de luminosidade por parte da árvore ainda numa fase precoce do seu crescimento. A estimativa de risco apresenta um valor muito elevado (11), fundamentando cada vez mais a ideia que a árvore estava em processo de possível ruptura. Para verificar até onde se estendia a fissura fez-se uma sondagem com o resistógrafo, que corroborou a opinião de que a árvore estaria numa fase progressiva de quebra. O que se passou com esta árvore é o exemplo real do que pode acontecer com uma árvore de risco. Assistir à queda de uma árvore *in loco*, constitui uma experiência marcante para quem se sente impotente e que reforça o relevo de trabalhos desta natureza. O facto desta ocorrência ter-se registado num dia de sol radiante, constitui também um sinal de alerta de que as árvores não caem apenas em dias invernosos. Esta árvore caiu uma semana após a análise ter sido realizada, tendo destruído parte do muro de um dos patamares da Fonte Fria e por uma fracção de segundo não atingiu um visitante que descia a escadaria (Figura 3).



**Figura 3** - Exemplar de *Aesculus hippocastanum*, tombado na escadaria da Fonte Fria

Noutro caso apresentamos um exemplar *Quercus robur* situado no parque infantil do Parque Aquilino Ribeiro (Viseu), que apresentava uma inclinação severa que se agravou ao longo do decorrer do estudo (Figura 4). Apesar de termos aconselhado insistentemente a autarquia para que a intervenção nesta árvore se realizasse com urgência, pois tratava-se de um alvo constante, ao qual se acrescia o facto de o solo estar pouco compactado e tratar-se de uma infra-estrutura frequentada por crianças cuja segurança deve ser valorizada, o período para a sua remoção foi muito dilatado no tempo. Neste caso, os limites de segurança foram ultrapassados em larga medida numa atitude de clara negligência, felizmente sem prejuízo humano ou material.

O último caso aqui referenciado trata-se de um exemplar de *Populus alba* cravejado com fungos lenhívoros (*Fomes fomentarius*) (Figura 5). Trata-se de um caso de incúria, na medida em que, este exemplar arbóreo pelo avançado estado de degradação, não constituía nenhuma mais valia paisagística ou cultural para o parque mas apenas um foco de disseminação do fungo para as restantes árvores, colocando em perigo num momento imediato as infra-estruturas adjacentes e os transeuntes e a médio prazo todo o coberto arbóreo deste parque. O *Fomes fomentarius* é considerado um fungo relativamente pouco invasivo que promove o decaimento especialmente em árvores que apresentem já algum tipo de declínio (SCHWARZE,



2007). Neste sentido o aparecimento de carpóforos desta espécie constitui um indicador de algum grau de debilidade dos exemplares, sendo obrigatório realizar um diagnóstico e propor um plano de monitorização.



**Figura 4** - Exemplar de *Quercus robur*, localizado no parque Aquilino Ribeiro (Viseu)



**Figura 5** - Pormenor de carpóforos do fungo *Fomes fomentarius* num exemplar de *Populus alba*

## Conclusões

Os dados recolhidos neste estudo visam, face aos problemas inventariados e ao aconselhamento técnico das acções planeadas, promover a salvaguarda da segurança na via pública e a preservação do património arbóreo. Podemos concluir que trabalhos desta natureza são de extrema importância, para a conservação e preservação das amenidades dos espaços urbanos, sendo absolutamente fundamental que este tipo de estudos tenham o objectivo de sensibilizar os decisores e a população em geral, de molde a que, todos possamos usufruir dos espaços com o máximo de segurança possível, sabendo que se tratam de estruturas vivas mas evitando ao máximo situações de risco por mera negligência.

Os estudos de diagnóstico fitossanitário e biomecânico têm de ser realizados a par de uma forte sensibilização juntos das populações para a salvaguarda do património arbóreo, justificado pelo papel de fulcral importância que desempenham na sustentabilidade e promoção da qualidade ambiental das nossas cidades. Torna-se imprescindível conjugar esforços e meios entre especialistas e decisores no sentido de face a questões de limitação orçamental sejam definidas prioridades sobre as acções a realizar.

Num tempo em que se tem assistido a uma maior preocupação com a preservação dos espaços verdes e com o ambiente em geral por parte das autarquias, torna-se imperioso coadunar os ciclos vegetativos das plantas com os ciclos políticos e não condicionar tudo exclusivamente a este último. Apesar de estarmos ainda distantes do ideal temos assistido a um evoluir no bom sentido, porque as autarquias têm-se apetrechado de meios humanos e técnicos mais capazes para desempenharem estas tarefas. Uma das áreas em que é necessária uma melhoria significativa passa pelo aconselhamento técnico mais expedito no qual as instituições de ensino superior podem ter um papel importante.

Uma das soluções de futuro deste problema passa em grande medida pela promoção de planos de arborização devidamente fundamentados sob ponto de vista técnico-científico, paisagístico e cultural de molde a que cumpram a função para a qual foram implementados durante um longo período de tempo. Devem ter em consideração factores como a caracterização do ambiente, características das espécies a plantar, dimensão das ruas, características do meio envolvente nomeadamente infra-estruturas, bem como a rede de cabos eléctricos aéreos e subterrâneos. No meio urbano existem imensos factores que, limitam de forma significativa o normal desenvolvimento das árvores, como o elevado grau de compactação e impermeabilização do solo, a existência de resíduos de construção e entulhos no subsolo, o índice de poluição, abertura de valas junto às árvores mutilando o seu sistema radicular e muito frequentemente a realização de podas desproporcionadas.

Numa outra perspectiva devemos trabalhar de forma pró activa na preservação do património arbóreo urbano. Em cidades com acentuadas taxas de crescimento torna-se imperioso a protecção e preservação dos exemplares existentes, em especial daqueles que, pela raridade ou pelo porte são majestosos e que em larga medida nos transmitem o sentimento de preservação que devemos ter com as árvores.

Em projectos de requalificação de espaços edificados ou inclusivamente em jardins, por motivos de diversa ordem infelizmente não é possível salvar todas as árvores. Nesta medida estudos desta índole podem desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento e implementação do projecto na medida em que a opção de abate de alguma árvore pode ser determinado de uma forma mais fundamentada por questões de segurança.

Regista-se frequentemente a falta de sensibilidade por parte das empresas e autarquias no que respeita à preservação das árvores aquando a realização de obras de saneamento, enterramento de cabos eléctricos, na qual os benefícios imediatos prevalecem sobre o interesse público relativo aos exemplares arbóreos. Nestes casos os danos e prejuízos só se verificam anos mais tarde não se encontrando na altura uma causa directa para a justificação da degradação. Nos últimos tempos têm-se registado inegáveis avanços tecnológicos ao dispor das empresas de construção civil, designadamente para criação de espaços para a implementação de condutas subterrâneas que pode ser efectuado através do recurso à tecnologia do Air-Spade minimizando o dano provocado no sistema radicular (AMES & DEWALD, 2003).

O papel de "guardião do património arbóreo" pode ser realizado por qualquer um de nós no papel de cidadãos plenos e deve ser inclusivamente incentivado pelo que devemos transmitir elementos de diagnóstico para que a população possa monitorizar o património arbóreo que é de nos todos.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos colaboradores Cátia Pereira, Armando Costa, Anabela Santos, Miguel Simões e Inês Cardoso que em muito contribuíram para a realização e valorização deste estudo.

### **Referências bibliográficas**

- AMES, B., DEWALD, S., 2003. Working proactively with developers to preserve urban trees. *Cities* **20**(2):95-100
- CLARK, J.R., MATHENY, N.P., 1993. A Handbook of Hazard Evaluation for Utility Arborists. International Society of Arboriculture USA.
- NOWAK, D., CRANE, D., STEVENS, J., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening* **4**: 115-123.
- SAEBO, A., BENEDIKZ, T., RANDRUP, T.B., 2003. selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban Forestry & Urban Greening* **2**: 101-114.
- SANCHES, B.M., 1997. La Conservación del patrimonio arbóreo: menudo plan. Simposio sobre árboles monumentales y singulares. Barcelona.
- SCHWARZE, FWMR, 2007. Wood decay under the microscope. *Fungal Biology Reviews* **21**:133-170
- TERHO, M., HALLAKSEDA, A., 2005. Potential hazard characteristics of Tilia, Betula, and Acer trees removed in the Helsinki City area during 2001-2003. *Urban Forestry & Urban Greening* **3**: 113-120.



## Controlo de Invasoras *Hedychium gardnerianum* e *Gunnera tinctoria* em Áreas Florestais na Ilha de S. Miguel – Açores

M.L.T.Penacho<sup>1</sup>, R.S.Amaral<sup>1</sup>, A. Malveiro<sup>2</sup>, C.A.S.Machado<sup>3</sup> e J.T.M.Aranha<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Direcção Regional dos Recursos Florestais. Rua do Contador nº 23, 9500-050 Ponta Delgada, AÇORES

<sup>2</sup>Direcção de Serviços de Agricultura e Pecuária. Quinta de S. Gonçalo, 9500-343 Ponta Delgada, AÇORES

<sup>3</sup>Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Quinta do Marquês, 2780-155 OEIRAS

<sup>4</sup>UTAD. Departamento de Engenharia Florestal. Apartado 1013, Quinta de Prados, 5001-801 VILA REAL

**Resumo.** As espécies conteira (*Hedychium gardnerianum*) e gigante (*Gunnera tinctoria*) são invasoras originárias dos Himalais e da América do Sul respectivamente, introduzidas na Ilha de S. Miguel como ornamentais.

Actualmente encontram-se espalhadas por toda a ilha. A necessidade urgente de controlar a expansão destas espécies e a dificuldade em o conseguir com meios mecânicos, levou a que se optasse pela utilização da luta química.

Durante três anos foram realizados estudos para o controlo destas espécies recorrendo aos herbicidas glifosato, metsulfurão-metilo, triclopir, triclopir + glifosato e (2,4 D + triclopir), aplicados em vários estados de desenvolvimento das infestantes.

O metsulfurão-metilo no controlo da *Hedychium gardnerianum* e os triclopir e (2,4 D + triclopir) no controlo da *Gunnera tinctoria* foram os que apresentaram melhor eficácia.

**Palavras-chave:** Conteira, Gigante, Herbicidas, Invasora.

**Summary.** CONTROL OF WEED *HEDYCHIMUM GARDNERIANUM* AND *GUNNERA TINCTORIA* IN FOREST AREAS IN THE S. MIGUEL ISLAND – AZORES. The species wild ginger (*Hedychium gardnerianum*) and giant (*Gunnera tinctoria*) are weeds from Himalayas and South America respectively, probably introduced in S. Miguel Island as ornamental plants. Actually, these plants appear all around the island.

Due to the urgent need to control the expansion of these plants and the difficulty in controlling by mechanical ways, the DRRF (regional public service) decided for chemical control.

Control studies of these invading species appealing to the herbicides glyphosate, metsulfuron-methyl, triclopyr+ glyphosate and the mixed of (triclopyr + 2,4D), applied on weed in different state of growth. So far the metsulfuron-methyl on the control of the *Hedychium gardnerianum* and the triclopyr or (triclopyr + 2,4D), on the control of the giant, had presented better efficacy.

**Key Word:** Giant, Invasor, Weed, Herbicide, Wild ginger.

\*\*\*

### Introdução

A conteira (*Hedychium gardnerianum* Sheppard.ex Ker-G.), pertencente à família das Zingiberaceas, existe em todas as ilhas do Arquipélago dos Açores, com maior incidência na ilha de S. Miguel, onde aparece em terrenos abandonados, povoamentos florestais e nas

bermas das estradas. O gigante (*Gunnera tinctoria* (Molina) Mirbel), pertencente à família das Gunneraceas, existe apenas na ilha de S. Miguel, com maior incidência nos concelhos de Povoação e Nordeste, aparecendo nas bermas das estradas e caminhos florestais.

Constituem actualmente um problema, porque nos locais onde se instalam impedem o crescimento de espécies florestais, enquanto jovens.

Com estes ensaios pretendeu-se avaliar a eficácia de herbicidas atrás mencionados no controlo destas espécies, de modo a travar a sua expansão por todas as ilhas dos Açores.

## Material e Métodos

Os ensaios para o controlo da conteira, iniciaram-se em Maio de 1999 e foram implantados nos parques florestais da Macela e do Pinhal da Paz, na ilha de S. Miguel, em áreas onde o recobrimento destas espécies era da ordem dos cem por cento. Os ensaios para o controlo do gigante foram implantados no concelho de Nordeste, no caminho Florestal do Bardinho, que se encontra intensamente infestado por esta espécie, impedindo frequentemente a circulação de viaturas.

Na realização dos ensaios seguiu-se o plano de ensaios da Organização Europeia de Protecção das Plantas (OEPP/EPPO), PP 1/116 (2), para o estudo de herbicidas em áreas florestais. Na implantação dos ensaios adoptou-se o dispositivo experimental de parcelas tratadas com testemunha adjacente e três repetições. Nas observações o recobrimento de cada parcela tratada era comparado com o da testemunha adjacente e a eficácia dos herbicidas foi calculada através da aplicação da fórmula de Abbot.

As aplicações foram feitas com um pulverizador de dorso, motorizado, Rocha F-320, munido de uma lança e bico com deflector, trabalhando à pressão de 2,5 kg / cm<sup>2</sup>, aplicando um volume de calda na ordem dos 450 litros por hectare.

**Nos ensaios para controlo da conteira** as parcelas tinham uma área aproximada de 40 m<sup>2</sup> (10m X 4m) e eram separadas por ruas de 2m de largura. Foram estudados três herbicidas, aplicados nas épocas referidas no Quadro 1. Na aplicação a seguir ao corte, as plantas foram cortadas de modo a deixar o caule com 20 cm de altura. As observações foram realizadas aos 20, 40, 60, 90, 180, 270, 360, 460, 650, 710 e 830 dias após a aplicação. Nestas observações a eficácia dos herbicidas sobre os rizomas, que nesta espécie são muito superficiais e visíveis, era também registada.

**Quadro 1** - Herbicidas, doses e épocas de aplicação

Herbicidas	Teor de s.a.	Dose g s.a .ha <sup>-1</sup>	Época de Aplicação
glifosato (ROUNDUP- Monsanto)	360 g/l	2880	com a planta com 6 – 8 folhas com a planta em floração
Triclopir (GURU - Bayer) + Etaldyne* (Aventis)	120 g/l	1440 + 0,05%*	com a planta com 6 – 8 folhas com a planta em floração a seguir a um corte das plantas
metsulfurão-metilo (ALLIÉ – Du Pont) + Etaldyne* (Aventis)	20%	60 + 0,05%*	com a planta com 6 – 8 folhas a seguir a um corte das plantas

\* Molhante

**Nos ensaios para controlo do gigante** as parcelas tinham uma área aproximada de 48 m<sup>2</sup> (12m X 4m) e eram separadas por ruas de 2m de largura, de modo a que as parcelas ficassem bem individualizadas.

Foram estudados três herbicidas, nas concentrações indicadas no Quadro 2, concentrações estas que em ensaios preliminares, demonstraram ser as mais indicada sob o ponto de vista de uma boa prática agrícola - eficácia satisfatória, doses reduzidas, redução dos impactes ambientais.

A aplicação decorreu em Agosto de 2007, com as infestantes com 6 folhas bem desenvolvidas e com a espiga desenvolvida.

As observações foram realizadas aos 20, 40, 60, 90, 180, 270, 360 e 450 dias após a aplicação. Nas duas últimas observações, foi também registado o estado dos rizomas, que nesta espécie são superficiais.

**Quadro 2** - Herbicidas, concentrações e épocas de aplicação

Herbicida	Concentração ml ou gr /10 l de água	Época de Aplicação
(2,4-D + triclopir) GENOXONE ZX - Agriphar	200 ml / 10 l de água	Infestantes com 6 folhas desenvolvidas e com a espiga desenvolvida.
triclopir 120g/l (GURU -Bayer)	150 ml / 10 l de água	
metsulfurão-metilo(ALLY-DuPont) +Trend 90 (DuPont)	7,5 g +10ml / 10 l de água	

## Resultados e Discussão

Nos ensaios para controlo da conteira implantados no Pinhal-da-Paz (Quadro 3) e na Macela (Quadro 4) os valores de eficácia observados aos 20 dias após a aplicação (20 DAA) eram considerados insignificantes, para todos os tratamentos. Aos 60 DAA o metsulfurão-metilo, aplicado em qualquer uma das épocas, apresentava eficácias compreendidas entre os 60 e 80% no Pinhal da Paz e 28 e 42% na Macela. O triclopir apresentava valores compreendidos entre 71 e 96% no Pinhal da Paz e 80 e 91% na Macela. O glifosato apresentava eficácias entre 94 e 96% no Pinhal da Paz e entre 80 e 91% na Macela. Nos dois locais, aos 90 DAA todos os tratamentos atingiram valores de eficácia compreendidos entre os 88 e 100%. Na observação aos 270 DAA, apenas metsulfurão-metilo e glifosato continuavam a apresentar valores de eficácia elevados, enquanto que no triclopir estes diminuíram devido á rebentação de plantas, que se pensava estarem controladas. Aos 830 DAA, a eficácia do triclopir era pouco satisfatória.

O tratamento estatístico efectuado (ANOVA) mostra que o estado fenológico da planta, conduziu a resultados significativamente diferentes (P-value <= 0,0041 no Pinhal da Paz ) e (P-value <= 0,0001 na Macela). Também os herbicidas utilizados conduziram a resultados significativamente diferentes (P-value <= 0,0001 no Pinhal da Paz) e (P-value <= 0,0001 na Macela).

**Quadro 3** - Dados de eficácia observados no ensaio do Pinhal da Paz

Modalidades	20 DAA	60 DAA	% Rec T	90 DAA	270 DAA	% Rec T	650 DAA	% Rec T	830 DAA	% Rec T
glifosato (e. d)	0	96	66,2	100	96,3	70	81,3	92,5	85,6	92,5
glifosato (e. f)	20,8	94,7	90	95,9	96,4	70	97,5	100	96	100
triclopir (e. d)	0	71	66,2	88	76,1	70	0	92,5	0	92,5
triclopir (d. c)	0	85	31,6	92	75	53,3	21,3	96,6	0	96,6
triclopir (e. f)	37,5	96,8	90	95,9	82,1	70	30	100	0	100
Metsulfurão-metilo (e. d)	0	60	66,2	95,6	100	70	100	92,5	97,3	92,5
metsulfurão-metilo (d. c)	0	80	31,6	98,4	100	53,3	100	96,6	97,4	96,6

Legenda: (e. d) estado desenvolvido planta com 6 - 8 folhas; (e. f) estado floração; (d. c) depois do corte

**Quadro 4** - Dados de eficácia observados no ensaio da Macela.

Modalidades	20 DAA	60 DAA	% Rec T	90 DAA	270 DAA	% Rec T	650 DAA	% Rec T	830 DAA	% Rec T
glifosato (e. d)	0	80	83,3	98,9	95,4	70	100	60	96,8	80
glifosato (e. f)	13,4	90	80	95	95	70	95	70	95	80
triclopir (e. d)	0	82	83,3	93,4	63,4	70	28	60	0	80
triclopir (d. c)	0	91	80	91,5	75,8	70	10	70	0	75
triclopir (e. f)	46,6	91,6	53,3	95	93,4	53,3	66,8	35	53,4	50
metsulfurão-metilo(d. c)	0	42	45	100	100	73,3	100	83,3	100	75
metsulfurão-metilo (e. d)	0	28	83,3	90	100	70	100	60	100	80

Legenda: (e. d) estado desenvolvido planta com 6 - 8 folhas; (e. f) estado floração; (d. c) depois do corte;

No ensaio para controlo do gigante (*Gunnera tinctoria*), implantado no Bardinho (Quadro 5), na observação realizada aos 20 DAA verificou-se uma eficácia de 85% para o herbicida triclopir, 100% para a mistura do (2,4D + triclopir) e 0% para o herbicida metsulfurão-metilo, mantendo-se este valor até a fim do ensaio, apesar de apresentar cloroses, deformações e necroses nas folhas e uma paragem de crescimento das plantas.

Relativamente ao herbicida triclopir, verificou-se aos 40 DAA, valores de eficácia de 100%, valor que se manteve até aos 360 DAA. Nesta observação os rizomas das plantas encontravam-se completamente mortos. A partir desta altura, verificou-se o surgimento de novas plantas, resultantes da germinação de sementes, tendo o valor de eficácia diminuído para 95% (450 DAA).

A mistura do (2,4D + triclopir) não diferiu muito do triclopir, apresentando valores de eficácia ligeiramente superiores, aos 20 DAA, cerca de 100%. Verificou-se igualmente nesta

modalidade a destruição dos rizomas e o surgimento de novas plantas provenientes da germinação de sementes.

O tratamento estatístico efectuado (ANOVA) mostra que os herbicidas utilizados conduziram a resultados significativamente diferentes (P-value  $\leq 0,0001$ ).

**Quadro 5** - Dados de eficácia observada no ensaio do Bardinho

Modalidades	20 DAA	40 DAA	60 DAA	90 DAA	180 DAA	270 DAA	360 DAA	450 DAA	% REC. Test.
triclopir	85	100	100	100	100	100	100	95	100
2,4D+triclopir	100	100	100	100	100	100	100	95	100
metsulfurão-metilo	0	0	0	0	0	0	0	0	100

## Conclusões

Para o controlo da conteira, os resultados obtidos durante três anos, permitiram-nos concluir que o metsulfurão-metilo foi o herbicida que apresentou melhores resultados de eficácia, independentemente da época em que foi aplicado (Quadros 3 e 4). Esta eficácia manteve-se durante cerca de dois anos e foi importante no controlo dos rizomas. O glifosato aplicado com as plantas desenvolvidas e no estado de floração apresentou uma eficácia satisfatória. Este herbicida teve uma acção reduzida no controlo dos rizomas. O triclopir independentemente das épocas de aplicação, revelou níveis de eficácia satisfatórios até aos 90 DAA. Após este período houve uma recuperação progressiva das plantas devido a rebentações, provenientes dos rizomas.

Relativamente aos ensaio para controlo do gigante, as observações realizados até aos 450 DAA permitiram concluir que, quer o triclopir, quer (2,4D + triclopir) apresentaram boa eficácia, levando à morte da planta. No entanto poderão ser necessárias novas aplicações se ocorrerem novas plantas por via seminal. Já o metsulfurão-metilo não apresentou uma eficácia satisfatória, provocando apenas a diminuição do porte da infestante, levando a que no ano seguinte esta já apresentasse um desenvolvimento semelhante à testemunha.

# Posters



## Evolução na Estrutura Espacial de uma Área Proposta para Paisagem Protegida (1990-2005) – Vila Nova de Paiva (Portugal)

Vasco Santos<sup>1</sup>, Paulo Barracosa<sup>2</sup> e Hélder Viana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Câmara Municipal de Vila Nova de Paiva. Praça D. Afonso Henriques, 1, 3650-207 VILA NOVA DE PAIVA

<sup>2</sup>Instituto Politécnico de Viseu. Escola Superior. Agrária de Viseu. Departamento de Ciências Agrárias. Quinta da Alagoa - Ranhados, 3500-606 VISEU

<sup>3</sup>Instituto Politécnico de Viseu. Escola Superior Agrária de Viseu. Departamento de Ciências Florestais. Quinta da Alagoa - Ranhados, 3500-606 VISEU

**Resumo.** A área proposta de paisagem protegida, encontra-se integrada no território apelidado de "Terras do Demo", cujo cenário é descrito de forma autêntica pelo autor Aquilino Ribeiro (1885-1963). A paisagem *aquiliniana*, revela um conjunto de elementos que provêm da primeira metade do séc. XX, e caracteriza-se por uma mescla de campos agrícolas, prados, pastagens e bosques, correspondente ao tradicional sistema de ocupação *ager-saltus-sylva* com relevantes valores naturais e culturais. Esta paisagem rural sofreu nas últimas décadas, alterações em consequência de fenómenos ecológicos, culturais e sócio-económicos, que têm conduzido ao fenómeno de êxodo rural e consequente abandono da agricultura e pastorícia a par de alterações na forma da exploração pecuária. Paralelamente, registou-se uma modificação na estrutura de algumas parcelas com substituição de culturas arvenses por culturas permanentes e um incremento na arborização privilegiando algumas espécies florestais. Os incêndios florestais que assolaram a região na década de noventa condicionaram fortemente a implementação de um novo planeamento e gestão na paisagem de Vila Nova de Paiva.

Neste contexto, este trabalho propõe-se a avaliar os efeitos das alterações na ocupação do solo sobre a estrutura da paisagem da "Área de paisagem protegida de Vila Nova de Paiva", no período compreendido entre 1990 e 2005. Para o efeito produziu-se uma carta de ocupação de solo de 2005, a partir de ortofotomapas recolhidos nesse ano, digitalizados em gabinete, posteriormente comparados com a Carta de Ocupação de Solo de 1990 (COS'90).

A partir da matriz de erro elaborada para a avaliação da concordância entre a cartografia mencionada estimaram-se, entre outros, o índice estatístico *Kappa* ( $\hat{K}$ ) e a precisão global. Para analisar a estrutura horizontal da paisagem, procedeu-se ao cálculo das métricas da paisagem. A quantificação das alterações na ocupação do solo foi efectuada pela análise das tabelas de atributos das *shapes* da cartografia referida.

Da análise *Kappa* resultou um  $\hat{K} = 0,122$  que, segundo a classificação de *Montserud & Leamanse* (1992), indica uma concordância muito pobre. A precisão global calculada foi 23,41%, concluindo-se que a carta de ocupação de solo referência (1990) difere significativamente da carta de ocupação de solo produzida (2005), sendo relevantes as alterações introduzidas na paisagem durante o período em estudo. A análise das métricas evidencia que o número de parcelas aumentou, a área média das parcelas individuais diminuiu, a forma das parcelas simplificou-se e a sua distribuição está mais uniforme.

Do estudo efectuado conclui-se que se acentuou a fragmentação da paisagem e que a diversidade teve um incremento significativo, surgindo novas classes de ocupação de solo. O número de parcelas com pinheiro-bravo diminuiu, enquanto que as parcelas com matos, espécies arbóreas autóctones e eucalipto aumentaram. As áreas agrícolas foram abandonadas e as áreas descobertas sem vegetação aumentaram, especialmente nas zonas de montanha.

**Palavras-chave:** Ecologia da Paisagem, *Patch analyst*, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Vila Nova de Paiva, ocupação do solo

**Abstract.** The protected landscape proposed of Vila Nova de Paiva (Centre Portugal), is located in a territory named "Terras do Demo!", which scenery is described by the Portuguese author Aquilino Ribeiro (1885-1963). The current aquilinian landscape, included in Natura 2000 Network, shows a number of elements that keeps from the first middle of 20<sup>th</sup> century, and is characterized by a mosaic of fields, pasture and woodlands, created by an ancient land use system called *ager-saltus-sylva* with significant natural and cultural elements.

Changes in this rural landscape in the last decades, were a consequence of ecological, cultural and socio-economic causes, which promoted the rural exodus and consequent land abandonment and changes in livestock and pastoral practices. Simultaneously, were observed modification in the land management, with replacement of annual crops to permanent crops, afforestation with specific forestry species. Forestry fires occurred in the ninety decade presented a great impact in this region and conditioned the future planning and management of the landscape. This landscape included various natural and semi-natural habitats with high plant biodiversity and mammalian, birds, reptiles, amphibians and freshwater fish species diversity.

A study was conducted to assess the changes in aquilinian landscape between 1990 and 2005. A spatial analysis was performed and several metrics values were calculated. The spatial statistics created from the landscape pattern analysis (area, patch size and density, edge metrics, shape metrics, diversity and interspersed metrics and core area metrics) show significant changes in this protected landscape. The pair of land cover images was submitted to the Markov analysis and a transition probability matrix, a transition areas matrix, and a set of conditional probability images were generated. The new images calculated, as projections of the two input land cover images, shows the prediction of landscape change of each land cover category.

**Key-Words:** Landscape, Natura 2000 Network, spatial and temporal analyses, GIS, Remote Sensing

\*\*\*

## Introdução

No decorrer das duas últimas décadas, as preocupações relativas à paisagem têm integrado de forma crescente as políticas ligadas ao território e à conservação da natureza no espaço europeu. Concomitantemente, evoluiu-se do conceito de conservação aplicado apenas às espécies, para a sua aplicação aos ecossistemas. Contudo, verificou-se que a conservação de ecossistemas (muitas vezes pequenas áreas isoladas) só fazia sentido se fosse articulada com o planeamento e gestão no conjunto da paisagem. Assim, as estratégias de conservação evoluíram do ecossistema para a paisagem, e de ambientes supostamente naturais para ambientes predominantemente humanizados ou culturais (GREEN, 2000). O conceito de paisagem envolve também a sua natureza dinâmica, o que integra a compreensão das tendências de industrialização, urbanização, concentração e especialização, intensificação ou extensificação, e abandono. Estas tendências afectam actualmente os territórios com uma intensidade sem precedentes e exigem novos tipos de intervenção, de forma a garantir um equilíbrio que, tradicionalmente, era assegurado de modo espontâneo.

Para as paisagens de especial interesse, derivado da sua riqueza biológica ou cultural, da sua especificidade e da sua beleza, há muito que se criou na Europa um estatuto especial de protecção, sobretudo através de figuras legais de parques e reservas ou outras categorias de âmbito nacional ou regional. A nível internacional, a União Internacional para a Conservação da Natureza criou o estatuto de paisagens protegidas, tendo depois definido um processo de inventariação das paisagens culturais de elevado valor que se encontram ameaçadas. Por seu lado, a Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura (UNESCO) passou recentemente a classificar como património mundial as paisagens culturais de elevado valor universal. Recentemente, foi aprovada pelo Conselho da Europa a "Convenção Europeia da Paisagem", já assinada por vários países, entre os quais Portugal. A própria Constituição da República Portuguesa contém referências explícitas à paisagem no seu artigo 66º, segundo o

qual "Incumbe ao Estado (...) classificar e proteger paisagens", bem como "ordenar e promover o ordenamento tendo em vista (...) paisagens biologicamente equilibradas". A Câmara Municipal de Vila Nova de Paiva, consciente dos problemas que o seu território enfrenta, tem encetado esforços em prol do ordenamento, nomeadamente, através da criação de regulamentos e planos directores, visando a protecção e salvaguarda das paisagens, num derradeiro esforço de preservação do meio ambiente e de incremento da qualidade de vida dos cidadãos. O projecto em curso "Área de paisagem protegida de Vila Nova de Paiva" pretende classificar como área protegida uma extensa parcela, inserida integralmente neste concelho, e em cuja matriz estão representadas as principais manchas caracterizadoras da estrutura da paisagem.

Uma vez que "a paisagem só é compreensível através da interpretação dos acontecimentos e circunstâncias que a modelaram" (NEURAY, 1982), pretende-se com este trabalho conhecer mais profundamente a paisagem em questão, analisando o seu passado recente e associando o seu presente às evoluções sofridas. Neste contexto, o objectivo central prende-se com o conhecimento e avaliação dos efeitos das alterações na ocupação do solo sobre a estrutura espacial da área considerada pelo projecto acima mencionado, no período entre 1990 e 2005.

### **Material e métodos**

O objecto de estudo deste trabalho é o território delimitado pelo projecto "Área de paisagem protegida de Vila Nova de Paiva". Foram empregues na elaboração deste trabalho, além dos recursos informáticos (*software* e *hardware*) e da base SIG, *inputs* cartográficos em formato vectorial, nomeadamente, a carta de ocupação de solo de 1990, produzida pelo Instituto Geográfico Português (IGP) e a carta de ocupação de solo para o ano de 2005, produzida para este efeito, sobre ortofotomapas do ano de 2005 e levantamentos em campo.

Pode-se dividir a metodologia adoptada em duas fases. A primeira baseou-se na integração de *inputs* cartográficos num SIG, na execução de cartografia em gabinete e no controlo *in loco* das parcelas, procedendo à análise espacial da área em estudo. Nas saídas a campo efectuou-se o levantamento de parcelas com recurso a GPS, recolheram-se os parâmetros dendrométricos dos povoamentos florestais e caracterizou-se a vegetação existente (quando necessário). A segunda fase, integralmente cumprida em gabinete, assentou na análise estatística dos outputs extraídos no SIG (aplicação de ferramentas informáticas - extensões de *Arcview*). Para a validação da cartografia produzida, foi elaborada uma matriz de erro e calculado o índice *KHAT*. O conhecimento das alterações da ocupação resultou do estudo comparativo da cobertura do solo em 1990 e em 2005. A análise estatística às duas cartas de ocupação de solo (1990 e 2005) permitiu calcular os índices seleccionados, representativos dos aspectos da estrutura da paisagem.

### **Produção de cartografia de ocupação de solo actual**

Para colmatar a falta de uma carta de ocupação de solo actual, optou-se pela sua produção. Tendo por base ortofotomapas de 2005, procedeu-se à digitalização (delimitação de polígonos) das diferentes classes de ocupação de solo, com recurso ao *ArcView GIS Version 3.1*. As classes foram definidas atendendo às extensões de paisagem homogénea que puderam ser agregadas. A digitalização das diferentes classes obedeceu à nomenclatura da ocupação de solo utilizada para a elaboração da COS'90. A validação da cartografia produzida foi feita por

observação visual, possibilitada pelo conhecimento detalhado do território, evitando a verificação da fiabilidade da carta produzida por amostragem de campo. Nas áreas em que persistiram dúvidas quanto à cobertura de solo presente, foram realizadas deslocamentos a campo, de modo a verificar a mesma.

### Análise quantitativa dos dados

As classes de ocupação de solo analisadas correspondem à classificação de detalhe "nível dois" (classificação já definida na COS'90). Opção que simplificou a análise de resultados, sem perda de fiabilidade, por se manterem todas as classes de ocupação de solo, ainda que sintéticas. Por exemplo, não foram considerados para as várias classes de espécies florestais, diferentes níveis de ocupação de solo (resultante do estado de desenvolvimento do povoamento, ou do compasso usado pelo produtor), e na classificação das terras aráveis não se distingue sequeiro de regadio, considerando-se tudo terras aráveis (tabela 1).

**Tabela 1** - Classes de ocupação do solo na área de estudo

Classe (Nível 2)	1990 Área	2005 Área	%
AA	6,31	4,06	-36%
CC	1.453,61	548,04	-62%
CE	-	0,66	-
CF	6,70	-	-
CI	-	117,78	-
CQ	-	6,60	-
CX	-	260,27	-
EE	3,34	29,49	783%
EP	0,02	-	-
EQ	1,86	-	-
FF	84,31	109,40	30%
FP	10,82	-	-
FQ	-	10,10	-
GG	-	113,75	-
HH	1,77	2,75	55%
IE	-	0,65	-
IF	15,40	5,75	-63%
II	1.940,89	1.450,86	-25%
IP	717,59	308,76	-57%
IQ	11,14	110,87	895%
IT	-	2,92	-
JC	-	0,94	-
JF	-	34,83	-
Área parcial	4 253,8	3 118,5	

Classe	1990 Área	2005 Área	%
JI	-	1.399,74	-
JJ	-	9,51	-
JP	74,90	18,33	-76%
JQ	-	6,73	-
JY	181,87	392,28	116%
NN	5,78	13,90	140%
PC	-	16,33	-
PE	30,83	-	-
PF	44,23	25,56	-42%
PP	1.249,05	766,58	-39%
PQ	283,26	286,34	1%
QC	-	1,21	-
QF	47,09	25,45	-46%
QP	49,75	61,86	24%
QQ	28,07	20,03	-29%
QT	-	7,36	-
RR	6,64	24,79	273%
SL	-	25,98	-
SW	3,27	15,77	382%
TQ	-	4,34	-
TT	-	4,80	-
UU	7,29	20,44	180%
Área parcial	2 012,04	3 147,3	
Área total	6 265,8	6 265,8	

Salienta-se no ano de 2005, a ocupação de solo do tipo "áreas descobertas, sem ou com pouca vegetação" (JI) corresponde a uma área de 1399,74ha, sendo a classe mais representativa, após as áreas arbustivas e herbáceas ou matos (II). No ano de 1990, a classe JI de ocupação de solo não está representada, facto que se fica a dever, possivelmente, à ocorrência cíclica de

incêndios florestais em áreas de matos, e outras áreas, que expostos aos agentes erosivos vão perdendo capacidade de auto regeneração.

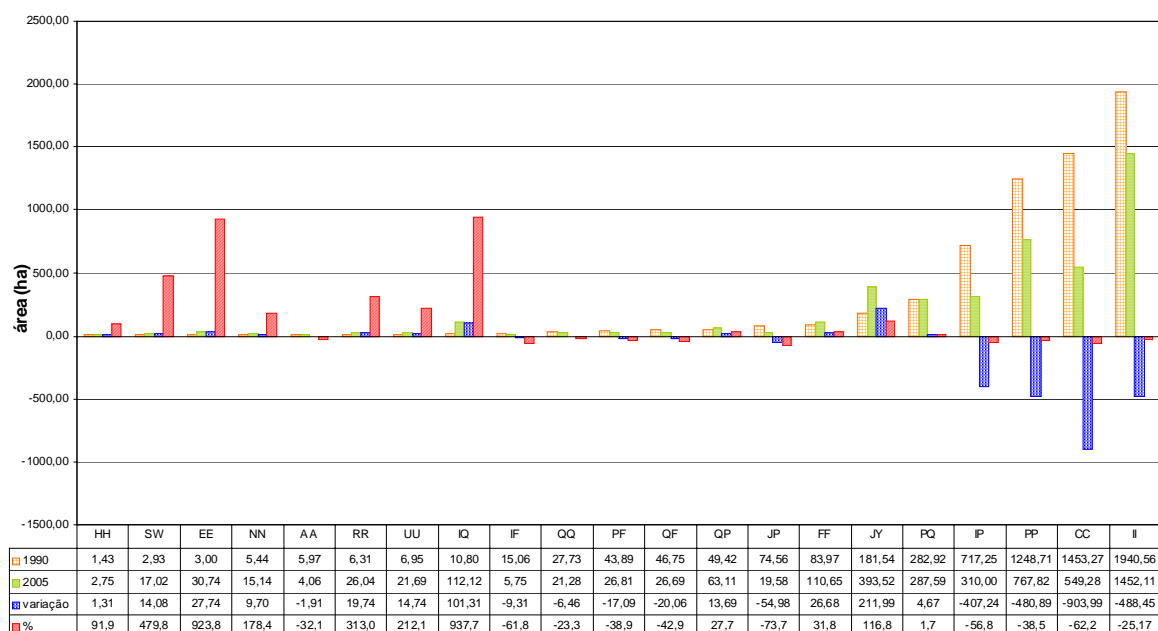
### Quantificação das alterações de ocupação do solo

Num universo constituído por 25 classes, quatro detêm a quase totalidade de cobertura de solo. No ano de 1990, o aspecto da paisagem na área em estudo era composto principalmente por pinheiro-bravo (PP), matos (II) e nos vales irrigados, por áreas agrícolas. A ocupação de solo mais característica na área em estudo era a classe II (somatório das classes II1 - pastagens naturais pobres e II2 - vegetação arbustiva baixa). Aparece depois, como a mais representativa, a classe CC ("terras aráveis" – sequeiro + regadio) e seguidamente o pinheiro-bravo (independentemente do estado de desenvolvimento). As áreas ocupadas por outras folhosas, assim como as áreas ocupadas pelo eucalipto, não têm significado. Apesar de autóctone, o carvalho (*Quercus robur*) há muito que não caracteriza a paisagem rural desta zona, aparecendo apenas em pequenos bosquetes com extensão insuficiente para constar neste estudo. No ano de 2005, a ocupação de solo mais característica é a II. A classe CC passou a ser apenas a quarta ocupação de solo mais vulgar, sendo substituída pela classe JI (áreas descobertas, sem ou com pouca vegetação). A classe PP perdeu significado no cômputo geral. A classe EE (eucalipto) ganhou expressão na paisagem, assim como a classe FF (outras folhosas). A classe QQ (carvalhos) acentua a sua perda em área absoluta, diminuindo o seu impacto na paisagem visível. Ganharam expressão do primeiro para o segundo período, a SW (infra-estruturas e equipamentos), a UU (áreas urbanas), a EE, a NN (Castanheiro produtivo), a RR (outras resinosas), a PQ e a QP (pinheiro-bravo+carvalho e vice-versa, conforme a espécie dominante), a IQ (floresta de transição com carvalhos autóctones) e a JY (solos sem cobertura vegetal). Todas estas classes, apesar do aumento de área registado, apresentam ainda pouca expressão. O comportamento das classes florestais – EE (783%), NN (140%), FF (30%), RR (273%), PQ (1%) e QP (24%) – traduz um aumento da diversidade florestal. As classes SW (382%) e a UU (180%) devem a sua evolução positiva à acção humana directa. O aumento da área classificada com a classe JY aponta para a degradação da paisagem e consequentemente para a perda de biodiversidade. As classes de ocupação de solo mais representativas são as que perderam mais área: PP (-39%), a classe CC (-62%) e a classe IP (-57%).

Analisando-se o gráfico 1, constata-se a perda de 900ha de terras aráveis e 480ha de pinheiro-bravo. Perdas indiciadoras de um crescente abandono da agricultura tradicional, assim como dos efeitos nefastos dos fogos florestais. Já o gráfico 2 mostra as dez classes de ocupação de solo mais representativas na "área de paisagem protegida de Vila Nova de Paiva", e compara a sua evolução no período em estudo. Das classes presentes, a única que evoluiu positivamente e de modo acentuado foi a classe de ocupação do solo JY.

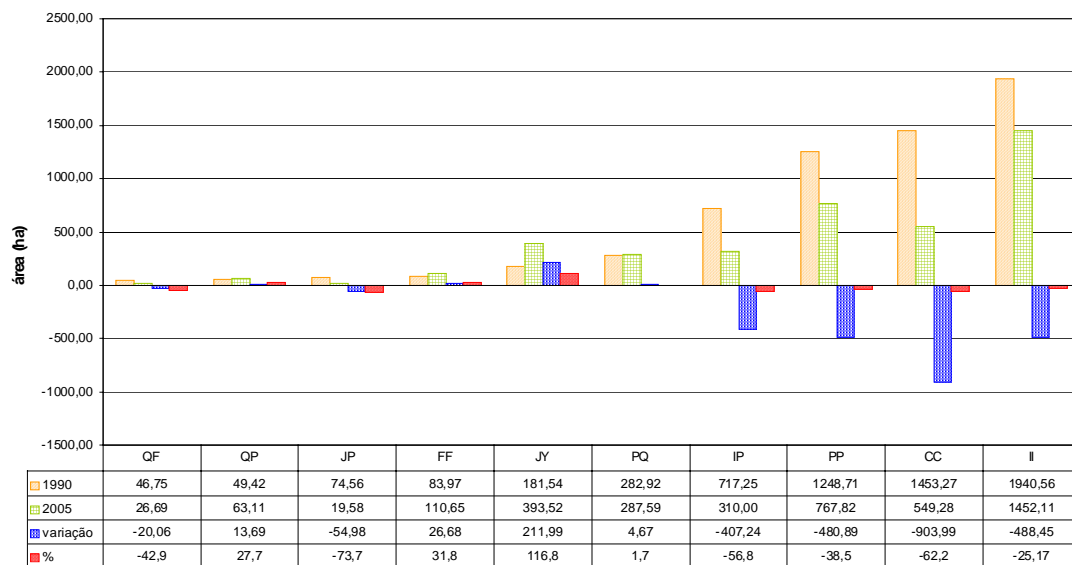
Tendo em conta o exposto, a análise dos dados que expressam quantitativamente as classes de ocupação de solo para os anos de 1990 e 2005 permite afirmar que: A floresta autóctone está a diminuir drasticamente; A área ocupada pela classe FF (outras folhosas) aumentou no período em estudo. Este facto pode ficar a dever-se também ao abandono das terras agrícolas, especialmente as de regadio, que têm sido ocupadas por espécies ripícolas, amieiros, bétula ou freixo; O aumento, neste período, da área ocupada pela classe IQ (Vegetação arbustiva alta + carvalho) indica que os giestais existentes no concelho serão a breve trecho ocupados por floresta autóctone; A ocupação pela classe PP (pinheiro-bravo), outrora vasta, tem vindo a diminuir, especialmente por causa dos incêndios sazonais; A classe de ocupação de solo EE

(eucalipto) aparece com a sua área de expansão multiplicada por 10. Conclui-se ainda, que esta área poderá ser consideravelmente maior, em virtude de se terem desprezado pequenas áreas, no presente trabalho (constatou-se algumas plantações de eucalipto em pequenas áreas outrora aráveis); As áreas aráveis, dedicadas à agricultura (classe CC), estão em decréscimo, devido ao envelhecimento das populações, à acentuada desertificação do interior do país, à imigração para o litoral e à emigração para outros países europeus (neste concelho está situada a aldeia considerada a "mais francesa" de Portugal); O aparecimento das classes CI (áreas agrícolas com espaços naturais importantes) e CX (sistemas culturais e parcelares complexos) é indicador do abandono das áreas agrícolas, onde agora são visíveis vastos bosquetes de espécies arbóreas autóctones, entrincheirados entre culturas anuais; A classe solo JY (solos sem cobertura vegetal) aumentou 116,8%. Estas áreas, são de difícil recuperação, por resultarem de incidentes cíclicos (incêndios florestais) e por se localizarem em locais de difícil acesso. Resultam também da exploração de saibreiras, activas ou já abandonadas, e para as quais não foi prevista qualquer acção de recuperação paisagística.



**Gráfico 1** - Variação nas classes de ocupação do solo entre 1990 e 2005





**Gráfico 2** - Dez classes de ocupação de solo mais representativas da paisagem

### Avaliação da concordância entre as cartas de 1990 e 2005

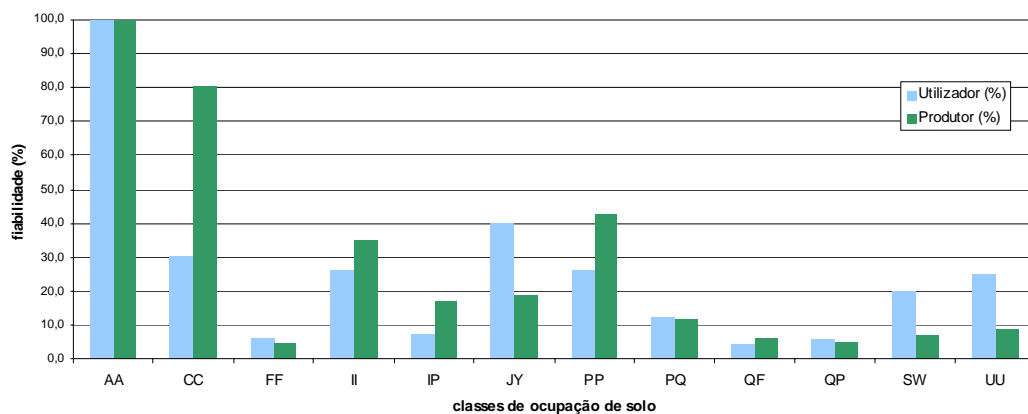
A partir da matriz de erro calculou-se, para cada uma das classificações de ocupação de solo, os parâmetros que permitem por um lado, determinar o grau de precisão global do mapa em geral, e para cada classe em particular e, por outro, comparar as diversas classificações entre si. Os parâmetros calculados foram: precisão global, índice estatístico *Kappa* ( $\hat{k}$ ), precisão do utilizador, precisão do produtor, erro de omissão e erro de comissão.

As medidas de avaliação da qualidade global de um mapa são a precisão global e o índice *Kappa*. A precisão global calcula-se dividindo o número total de parcelas correctamente classificadas (elementos na diagonal principal da matriz) pela totalidade das parcelas. Este índice mede a qualidade do mapa como um todo, sem qualquer indicação da qualidade das categorias individuais. A precisão global calculada foi 23,41%. A aplicação do índice *Kappa* permite determinar estatisticamente se uma matriz de erro é significativamente diferente de outra. O valor calculado foi  $\hat{k} = 0,122417$ . Segundo a classificação de *Montserud & LEAMANSE* (1992), valores para  $\hat{k}$  situados entre 0,05 e 0,20 indicam que a concordância entre as cartas confrontadas é muito pobre. Por outras palavras, a carta de ocupação de solo para o ano de 1990 (referência) difere muito da carta de ocupação de solo para o ano de 2005 (carta gerada). Logo, as alterações introduzidas na paisagem durante o período em estudo foram muito significativas.

A precisão do produtor exprime a proporção entre as parcelas correctamente classificadas numa classe e o número total de parcelas que no terreno correspondem a essa mesma classe. O produtor do mapa está interessado em saber quantos elementos identificados no terreno como de uma certa classe o são também no mapa que produziu. Esta medida está directamente relacionada com o erro de omissão, uma vez que a sua soma é igual a 1. A classe AA (pomares) apresenta uma precisão de 100%, visto que pela metodologia adoptada, as parcelas classificadas em 2005 nesta classe haviam sido igualmente classificadas em 1990. Das restantes, a classe CC é a que apresenta a melhor precisão do produtor –80,29%. Todas as outras classes apresentam precisões inferiores a 50%.

A precisão do utilizador é dada pelo número de parcelas associadas a uma classe no terreno e pelo número total de parcelas que foram classificadas no mapa, correcta ou incorrectamente nessa mesma classe. O utilizador está interessado em saber, de entre os elementos classificados no mapa, quais estão correctamente identificados de acordo com o terreno. Esta medida está directamente relacionada com o erro de comissão, sendo a sua soma igual a 1. A classe AA apresenta uma precisão do utilizador de 100%, ou seja, todas as parcelas incluídas nesta classe em 1990 foram classificadas de igual modo em 2005. As restantes classes apresentam a precisão de utilizador inferior a 50%.

O gráfico 3 mostra a precisão de cada uma das classes (comuns à classificação de 1990 e de 2005). Na generalidade, tanto a precisão do produtor como a precisão do utilizador apresentam valores bastante baixos (inferiores a 40%). Exceptua-se a classe CC (com valores elevados para a precisão do produtor) e a classe AA (precisão de 100%, tanto para o produtor como para o utilizador). A baixa qualidade individual das classes de ocupação de solo explica a qualidade global.



**Gráfico 3** - Fiabilidade das classes de ocupação de solo (nível 2)

### Análise da estrutura horizontal da paisagem

A análise à estrutura horizontal da paisagem aborda a composição (qualidade e a quantidade das parcelas na matriz) e configuração desta (distribuição física das parcelas na matriz).

**Tabela 2** - Métricas de densidade de manchas e métricas de tamanho

Statistic name (nome estatístico)	Sigla	1990 (ha)	2005 (ha)	Variação (%)
Class Area (área de cada classe)	CA	6265,80	6265,80	-
Total Landscape Area (área total da paisagem)	TLA	6265,80	6265,80	-
Statistic name (nome estatístico)	Sigla	1990 (ha)	2005 (ha)	Variação (%)
No. of Patches (número de parcelas)	NUMP	820,00	1335,00	62,8%
Mean Patch Size (área média das parcelas)	MPS	7,65	4,71	-38,4%
Median Patch Size (área mediana das parcelas)	MEDPS	2,11	0,89	-57,8%
Patch Size Coefficient of Variance (coeficiente de variação -%)	PSCOV	421,04	376,21	-10,6%
Patch Size Standard Deviation (desvio padrão da área da parcela)	PSSD	32,19	17,73	-44,9%

As métricas de densidade de manchas e métricas de tamanho transmitem a variação no número de manchas de uma paisagem, a sua evolução na matriz. Da análise a estes valores é possível identificar o tipo de mosaico ou matriz presente na paisagem – se estamos na presença de vastas áreas uniformes ou na presença de pequenos retalhos de cobertura de solo (sinal de complexidade, no aspecto visual e no aspecto ecológico):

- Número de parcelas (NUMP) - O número de parcelas na área em estudo aumentou de 820 parcelas, para 1335 parcelas, correspondendo a uma variação de 62,8%. Este aumento deve-se ao maior detalhe na delimitação de polígonos na produção da carta de ocupação de solo para o ano de 2005. O aumento do número de parcelas influenciou as restantes métricas de tamanho e de densidade (a mediana, o desvio padrão e o coeficiente de variação), que sofreram variação inversa;

- Área média das parcelas (MPS) - Na paisagem em estudo, e do primeiro para o segundo período, assistiu-se a uma diminuição de 38,4% da área média das parcelas. Em 1990, a área média de uma parcela era de 7,65ha, passando em 2005 para 4,71ha;

- Área mediana das parcelas (MEDPS) - No ano de 1990, a área mediana das parcelas era de 2,11ha, em 2005 passou para 0,89ha. O decréscimo de 57,8% indica que o universo das parcelas em estudo passou a ser caracterizado por parcelas de menores dimensões;

- Coeficiente de variação (PSCOV) - O coeficiente de variação é uma medida de dispersão que permite a comparação de distribuições diferentes. Resulta da divisão do desvio padrão da parcela pela área média da parcela, multiplicado por 100. O coeficiente de variação da área da parcela apresenta uma diminuição menos significativa (10,6% de variação), passando de 421,1% para 376,2%. A matriz apresenta, portanto, um padrão mais uniforme;

- Desvio padrão da área da parcela (PSSD) - O desvio padrão da área da parcela tem uma redução muito significativa de 44,9%. No ano de 1990 era de 32,19ha, passando no ano de 2005 para 17,73ha. Por tal, o tamanho das parcelas viu a sua homogeneidade ser reforçada. Há actualmente mais parcelas de dimensões mais regulares, embora a dimensão média também diminua.

### Métricas de fronteira

Na Tabela 3 são apresentados os valores das métricas de fronteira, representativas da configuração da paisagem, apesar de não serem espacialmente explícitas.

**Tabela 3** - Métricas de fronteira

Statistic name (nome estatístico)	Sigla	1990 (m)	2005 (m)	Variação (%)
Total Edge (somatório dos comprimentos de segmentos de fronteira)	TE	1286543,5	1489819,0	15,8%
Edge Density (densidade de fronteiras)	ED	205,22	236,81	15,4%
Mean Patch Edge (comprimento médio de segmentos de fronteira)	MPE	1568,96	1115,97	-28,9%

Os efeitos de fronteira são importantes em muitos fenómenos ecológicos, nomeadamente no relacionamento da vida selvagem, influenciando por isso a movimentação de organismos e matéria. Foram calculados os seguintes índices:

- Somatório dos comprimentos de segmentos de fronteira (TE) - O somatório dos comprimentos de segmentos de fronteira sofreu um aumento de 15,8%, passando de 1286,5km para 1489,8km. Este é um indicador de um significativo aumento da fragmentação das parcelas, acrescido que se deve sobretudo à existência de mais parcelas, com área média menor;
- Densidade de fronteira (ED) - A densidade de fronteira por hectare passou de 205,22m/ha para 236,81m/ha (variação de 15,4%, idêntica à variação de TE). Pelo facto do número de parcelas por classe ter aumentado, aumentou o TE e consequentemente aumentou a ED;
- Comprimento médio de segmentos de fronteira (MPE) - O comprimento médio de segmentos de fronteira diminuiu 28,9%, passando de 1568,9m em 1990 para 1115,9m no ano de 2005. Ao aumentar a densidade de segmentos de fronteira, o seu comprimento também variou mas negativamente, por existirem mais intersecções nos segmentos de recta, diminuindo o seu tamanho.

### Métricas de forma

A tabela 4 apresenta as métricas de forma. Estas, devidamente enquadradas, servem para o utilizador compreender a complexidade da forma das manchas em estudo.

**Tabela 4** - Métricas de forma

Statistic name (nome estatístico)	SIGLA	1990	2005	Variação (%)
Mean Shape Index (índice de forma média)	MSI	1,88	1,75	-6,6%
Area Weighted Mean Shape Index (índice de forma média com peso de área)	AWMSI	3,41	2,71	-20,4%
Mean Perimeter-Area Ratio (ratio da média perímetro - área)	MPAR	2743,55	2473,23	-9,9%
Mean Patch Fractal Dimension (dimensão fractal média)	MPFD	1,37	1,39	0,9%
Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension (dimensão fractal média com peso de área)	AWMPF	1,36	1,36	-0,4%

O conhecimento obtido é importante para concluir acerca da complexidade da matriz da paisagem, tendo sido analisados os índices a seguir descritos:

- Índice de forma média (MSI) - expressa a forma média dos fragmentos da classe avaliada, em função da razão média perímetro/área de seus fragmentos, comparada com a forma padrão. Neste caso, a complexidade da disposição das parcelas na paisagem diminuiu, pois o seu índice de forma evoluiu negativamente 6,6% (de 1,88 em 1990 passa para 1,75 em 2005). As parcelas ficaram relativamente mais regulares, aproximando-se da forma padrão, o quadrado;
- Índice de forma média ponderado pela área (AWMSI) - A variação negativa de 20,4%, deste índice aponta para uma maior regularidade das parcelas. Por este ponderar no cálculo, o tamanho das parcelas, este decréscimo resulta da existência, em 2005, de mais parcelas de reduzido tamanho, comparativamente com o ano de 1990;
- Média do ratio perímetro - área (MPAR) - diminuiu 9,9%, de 2743,55m em 1990 para 2473,23m em 2005, o [AJD1] que indica que globalmente, a paisagem está menos complexa;

- Dimensão fractal média (MPFD) - Avaliando a dimensão fractal para todas as parcelas, a variação positiva de 0,9% (em 1990 era 1,37, passando para 1,39 em 2005) indica que as parcelas tendem para formas complexas;
- Dimensão fractal média com peso da área (AWMPF) - determinou a complexidade das parcelas independentemente do seu tamanho, porque as maiores parcelas tendem a ser mais complexas do que as pequenas. O resultado deste índice contraria o MPFD, apontando para uma simplificação ligeira da forma das parcelas. A variação negativa de 0,4%, tal como a variação de 0,9% do índice anterior, não implica transformações visíveis na paisagem.

### Índices de diversidade

Os índices de diversidade são importantes para quantificar a composição de uma paisagem. A Tabela 5 resume os valores obtidos para os índices de diversidade e de equidade, calculados para a paisagem em estudo:

**Tabela 5** - Índices de diversidade

Statistic name (nome estatístico)	SIGLA	1990	2005	Variação (%)
Shannons Diversity Index (índice de diversidade de Shannon)	SDI	2,41	3,00	24,3%
Shannons Eveness Index (índice de equidade de Shannon)	SEI	0,61	0,69	13,0%

Os índices de Shannon são baseados na componente riqueza (de diversidade ecológica), tendo sido verificados os seguintes valores:

- Índice de diversidade de Shannon (SDI) - registou uma variação positiva de 24,3%, passando de 2,41 em 1990 para 3,00 em 2005. Pode afirmar-se que a "Área de paisagem protegida" teve um incremento de diversidade (aumentou o número de classes);
- Índice de equidade de Shannon (SEI) - teve uma variação positiva de 13%, passando de 0,61 em 1990 para 0,69 em 2005. Há um claro aumento da equidade (quando todas as classes se encontrem na mesma proporção) na distribuição dos vários tipos de manchas.

### Conclusões

A análise *Kappa* permite concluir que a concordância entre a cartografia de referência (COS'90) e a cartografia produzida para o ano de 2005, é muito pobre – de acordo com a classificação de MONTSERUD & LEAMANSE (1992). Pelo que se conclui que a paisagem em estudo foi significativamente alterada durante o período de tempo em análise.

A comparação quantitativa das diferentes classes de ocupação de solo, para os anos de 1990 e de 2005, permite concluir que a paisagem da área em estudo sofreu grandes alterações. Esta evidência observa-se nas classes arborizadas, na sua maioria substituídas por áreas de matos. As áreas de montanha, também sofreram alterações acentuadas. Vastas extensões cobertas por mato denso, em 1990, foram classificadas como áreas descobertas em 2005. O aumento da classe de ocupação de solo JY (solo nu) aponta para a exposição progressiva de vastas áreas aos agentes erosivos, indicadora de degradação do coberto vegetal. Esta degradação deve-se, na sua maioria, aos sucessivos incêndios florestais que percorrem esta zona, com destaque para os incêndios florestais ocorridos em 1998 e em 2005. As áreas ocupadas com carvalho

aumentaram em larga medida, o que indica que estas espécies autóctones, poderão ter a sua área de influência alargada nos próximos anos. Os eucaliptais aumentaram, em resultado do maior interesse na exploração económica da floresta.

O aumento do número de classes de ocupação de solo presentes na área em estudo evidencia uma mudança acentuada da paisagem. O desenvolvimento normal aliado às perturbações sofridas aumentou rapidamente a heterogeneidade da paisagem. As alterações na ocupação de solo são visíveis, quer na composição, quer na configuração da paisagem em estudo.

A análise da estrutura horizontal da paisagem para as datas consideradas permite observar o seguinte: o aumento do número de parcelas (classes de ocupação de solo), e consequente redução média de área; a repartição e fragmentação das parcelas – pela diminuição da diferença entre a área das grandes parcelas e a área das pequenas parcelas; o aumento da densidade de fronteiras, particularmente positivo para os fenómenos ecológicos, por facilitar a mobilidade de organismos e matéria; a regularização e simplificação da forma das parcelas, descomplexando a matriz da paisagem; a compactação das parcelas na matriz, fruto da fragmentação da paisagem. O cálculo do índice de diversidade de Shannon permitiu concluir que a área de paisagem protegida de Vila Nova de Paiva teve um incremento de diversidade significativo, patente no aumento de classes de ocupação de solo representadas na área em estudo. A "Área de paisagem protegida de Vila Nova de Paiva" tende para a heterogeneidade – o valor obtido para o índice de equidade de Shannon permitiu concluir que embora longe da equidade (que se observa quando todas as classes se encontrem na mesma proporção), tendeu nesse sentido no período de tempo estudado.

As alterações na ocupação de solo da "Área protegida de Vila Nova de Paiva" surtiram efeitos na composição e na configuração da paisagem. A matriz, elemento dominante da estrutura da paisagem, sofreu modificações severas em diversas situações (por exemplo, incêndios florestais), que se repercutiram na quantidade, na forma e na distribuição das parcelas. A mudança produzida foi acentuada, devido à reduzida quantidade de biomassa presente na paisagem, conferindo-lhe pouca resistência à perturbação. As perturbações sofridas aumentaram a heterogeneidade presente, mas expuseram vastas áreas aos agentes erosivos. A recuperação rápida é esperada, incrementando a diversidade biológica, no sentido de aumentar a quantidade de biomassa presente, atribuindo a esta paisagem maior resistência a perturbações futuras.

### Referências bibliográficas

- BUREL, F., BAUDRY, J., 2002. *Ecologia del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid, Espanha. Mundi-Prensa. 353.
- CARRÃO, H., 2002. Os Efeitos da Escala na Caracterização da Paisagem: Modelação e Avaliação das Transformações na Representação da Ocupação do Solo. *Trabalho de Fim de Curso da Licenciatura em Engenharia Biofísica*. Universidade de Évora. Évora.
- CASIMIRO, P.C., 1993. Concelho de Mértola – Geo-Biografia das Mudanças de Ocupação do Solo. *Provas de Capacidade Científica*. DGPR – FCSH – UNL. Lisboa: 220.
- CASIMIRO, P.C., 2000. Ocupação do Solo – Ecologia da Paisagem: Perspectivas de uma Nova Abordagem do Estudo da Paisagem em Geografia. *Revista GeoInova - Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional* 2: 45-65.
- CASIMIRO, P.C., 2002. Ocupação do Solo – Ecologia da Paisagem: Quantificação da Estrutura da Paisagem para Análise de Padrões Espaciais – Concelho de Mértola, *Revista GeoInova - Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional*. 4.



- CASIMIRO, P.C., 2002. Ocupação do Solo, Teledeteção e Ecologia da Paisagem – Ensaio Metodológico, Concelho de Mértola. *Tese de Doutoramento*. FCSH – UNL. Lisboa: 572.
- CHUVIECO, E., 1996. *Fundamentos de Teledetección Espacial*, 3ª Ed.. Madrid. Ediciones Rialp: 568.
- CNIG – Centro Nacional de Informação Geográfica, 1998. *Memória Explicativa da Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental*. Oeiras:5.
- DGRF – Direção Geral dos Recursos Florestais. Cartografia temática. <http://castanea.dgrf.min-agricultura.pt/dfci/downloads> consultado em 22/09/2007.
- FERNANDES, S.C., 2006. Análise da evolução da ocupação de solo: aplicação com base num SIG para o Parque Nacional Peneda-Gerês. *Relatório final de curso da Licenciatura em Engenharia do Ambiente e dos Recursos Naturais*. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Viana do Castelo.
- GREEN, B.H., 2000. Policy, planning and management initiatives in European cultural landscape conservation. In: KLIJN J., VOS W. (Editores). *From Landscape Ecology to Landscape Science*. Dordrecht, Boston and London. Kluwer Academic Publishers: 57-72.
- GREEN, K., KEMPKA, D., LACKEY, L., 1994. Using Remote Sensing to Detect and Monitor Land-Cover and Land-Use Change. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* **60**(3): 331-337.
- IGEO – Instituto Geográfico Português. Carta de Ocupação do Solo - COS' 90. *Cartografia temática*. <http://www.igeo.pt/produtos/CEGIG/COS.htm#>, consultado em 17/11/2007.
- INE – Instituto Nacional de Estatística 2002. XIV Recenseamento Geral da População e IV Recenseamento Geral da Habitação, resultados definitivos. Lisboa.
- JENNESS, J., WYNNE, J.J., 2005. *Cohen's Kappa and Classification Table Metrics 2.0: An ArcView 3x Extension for Accuracy Assessment of Spatially Explicit Models* Wynne Southwest Biological Science Center Colorado Plateau Research Center.
- Lei Constitucional nº 1/2005. 12 de Agosto. I Série – A. **155**:4642-4686.
- LECOQ, N., 2002. Unidades de paisagem da zona Castro Verde / Mértola – Contributos para uma Gestão Ambiental Eficiente. *Dissertação apresentada na F. C. T. da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Gestão e Políticas Ambientais*. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.
- LLOPIS, J.P., 2001. Análisis de los cambios de usos del suelo (1946-1999) en una cuenca semiárida (Agost, Alicante). Efectos sobre la estructura del paisaje y los balances hídricos. *Memoria apresentada en la Facultad de Ciencias de la Universitat de Alicante para optar al grado de licenciado en Biología*. Universitat de Alicante. Alicante . Espanha.
- MATA, F., CAVACO, G., CAETANO, M., 2004. Validação de cartografia temática produzida por classificação de imagens obtidas por detecção remota: estado da arte. *Actas do VIII Encontro de Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica* (ESIG'2004). Oeiras.
- MONSERUD, R.A., LEAMANS, R., 1992. Comparing global vegetation maps with the kappa statistic. *Ecological Modelling* **62**: 275-293.
- McGARIGAL, K., MARKS, B.J., 1994. *Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Corvallis: Oregon, State University: 67.
- NEURAY, G., 1982. Des paysages – Pour qui ? Pourquoi ? Comment ?. *Les presses Agronomiques de Gembloux*:589.
- PENA-CORTES, F., REBOLLEDO, G., HERMOSILLA, K., 2006. Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Lago Budi, Chile: Consideraciones para la conservación de sus humedales. *Ecol. Austral*, jul./dez. 2006. **16**(2):183-196.
- PONZONI, J.F., ALMEIDA, E.S., 1996. A estimativa do parâmetro Kappa (K) da análise multivariada discreta no contexto de um SIG. In: *Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto*, 8., Salvador. Anais. São José dos Campos: INPE, SELPER: 52 –58.
- Port. – Portaria nº 389/2005. 5 de Abril. I Série – B. **66**:2864-2865.

- RISSER, P.G., 1999. Landscape ecology: does the science only need to change at the margin ? In: KLOPATEK J.M., GARDNER R.H. (editores). *Landscape ecological analysis: issues and applications*, Springer-Verlag, New York: 3-10.
- RISSER, P.G., 1987. Landscape ecology: state-of-the-art. In: *Turner, M.G. Landscape heterogeneity and disturbance*, New York: Springer-Verlag: 3-14.
- ROSENFELD, G., FITZPATRICK-LINZ, K., 1986. A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogrametric Engineering & Remote Sensing* **52**: 223-227.
- SARAIVA, M.G.A.N., 1999. *O rio como paisagem – gestão de corredores fluviais no tabela do ordenamento do território*. Edição da Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia: 512.
- VIANA, H.F., 2005. Aplicação de tecnologias de detecção remota e sistemas de informação geográfica na identificação de áreas ocupadas com *Acacia dealbata* Link. *Dissertação apresentada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia dos Recursos Florestais*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- WIENS, J.A., 1999. The science and practice of landscape ecology. In J.M. Klopatek, R.H. Gardner (editores). *Landscape ecological analysis: issues and applications*. New York. Springer-Verlag: 371-383.

## Controlo da Invasora *Pittosporum undulatum* em Áreas Florestais na Ilha de S. Miguel – Açores

M.L.T.Penacho<sup>1</sup>, R.S.Amaral<sup>1</sup>, A. Malveiro<sup>2</sup> e C.A.S.Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Direcção Regional dos Recursos Florestais. Rua do Contador n° 23, 9500-050 Ponta Delgada, AÇORES

<sup>2</sup>Direcção de Serviços de Agricultura e Pecuária. Quinta de S.Gonçalo, 9500-343 Ponta Delgada, AÇORES

<sup>3</sup>Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Quinta do Marquês, 2780-155 OEIRAS

**Resumo.** O incenso (*Pittosporum undulatum*) é uma invasora proveniente do Sudoeste da Austrália, provavelmente introduzida nos Açores como ornamental de jardins (sebes). Actualmente está presente em grande quantidade, em todas as ilhas da Região Autónoma. A formação de densos aglomerados que impedem o crescimento de outras espécies, e uma grande capacidade de regeneração, após o corte, são as principais características desta invasora.

Pelas características atrás referidas e pela dificuldade em as controlar mecanicamente, optou-se pela utilização da luta química.

Estão a decorrer ensaios para controlo desta espécie invasora, recorrendo ao corte seguido da aplicação, por pincelagem, dos herbicidas glifosato, metsulfurão-metilo, triclopir e (2,4 D + triclopir), aplicados em duas datas, Novembro de 2007 e Julho de 2008, esta última correspondente à época de maior actividade vegetativa desta invasora. Nas observações realizadas, o glifosato na concentração de 50%, foi o que apresentou melhor eficácia.

**Palavras-chave:** Incenso, Infestante, Invasora, Herbicida

**Summary:** CONTROL OF WEED *PITTOSPORUM UNDULATUM* IN FOREST AREAS IN S. MIGUEL ISLAND – AZORES. The sweet pittosporum or australian cheesewood (*Pittosporum undulatum*) is a weed originated from Southeast Australian and it is assumed that she might be Introduced in S. Miguel island as an ornamental garden plant (edges). Actually it is a severe invisor which occupies, with no exception, a large area in all Azores islands. The formations of dense communities that obstruct the growth of other species, and the strong capacity of regeneration, after cut, are the greatest invading characteristic of this species.

According to this, were carried out field trials to study the efficacy of the herbicides glyphosate, metsulfuron-methyl, triclopyr and the mixture (triclopyr+2,4D). All herbicides were applied by brushing the stems of the plants, after cut, in concentration of 50%, in two different seasons (November 2007 and July 2008).

So far, the herbicide glyphosate is the one which showed better efficacy to control sweet pittosporum populations of forestry areas.

**Key Word:** Sweet Pittosporum, Weed, Invasor, Herbicide.

\*\*\*

### Introdução

O incenso (*Pittosporum undulatum* Vent.), pertencente à família das Pittosporaceas, trata-se de uma espécie ainda muito utilizada como sebes, servindo de abrigos corta-ventos das quintas tradicionais. Expandiu-se para outras zonas, constituindo um problema por impedir o crescimento de outras espécies e tornando muito onerosa a instalação e/ou recuperação de

povoamentos florestais. Em situação de ambiente selvagem (ausência de controlo) pode atingir porte elevado, com cerca de 14 a 15 m de altura.

Para estudar a possibilidade de controlo por meios químicos, foram instalados ensaios na Reserva Florestal de Recreio do Pinhal da Paz, concelho de Ponta Delgada, ilha de S. Miguel, numa área muito infestada de incenso.

### **Material e Métodos**

Na realização destes ensaios, seguiu-se o plano de ensaio da Organização Europeia de Protecção das Plantas (OEPP/EPP), PP 1/116 (2), para o estudo de herbicidas em áreas florestais.

Foram estudados os herbicidas (2,4-D+triclopir – Genoxone ZX, AGRIPHAR); triclopir formulado a 120g/l (Guru, BAYER); glifosato 360g/l (Montana, SAPEC); e metsulfurão-metilo (Ally, DU PONT), aplicados na concentração de 50%, utilizando a técnica de pincelagem dos cepos, logo após o corte.

Em Novembro de 2007, foram utilizadas 120 árvores de incenso, (30 árvores por tratamento sendo 5 árvores testemunha).

No ensaio implantado em Julho de 2008, foram utilizados 9 árvores por tratamento das quais 3 eram testemunhas. Em qualquer dos ensaios, as árvores foram cortadas a 20-25 cm do solo, fazendo o corte mais horizontal possível de modo a evitar o escorrimento do produto.

Os tratamentos foram identificadas com fitas de cor diferente, e os cepos numerados de modo facilitar a sua identificação.

No ensaio instalado em Novembro de 2007, na observação realizada 330 dias após a aplicação (330 DAA), foram registadas rebentações significativas nos cepos tratados com (2,4D+triclopir), triclopir e metsulfurão-metilo, tendo-se decidido proceder a uma segunda aplicação de glifosato, em apenas 12 cepos dos 25 inicialmente tratados, utilizando para isso um pulverizador motorizado de dorso equipado de lança e bico de leque albu.

A eficácia dos herbicidas foi avaliada pela percentagem de cepos secos e/ou afectados relativamente às testemunhas.

### **Resultados e Discussão**

Nos tratamentos efectuados em Novembro de 2007, verificou-se que aos 60 dias após a aplicação (60 DAA), os cepos tratados não apresentavam nenhuma rebentação e as testemunhas apresentavam primórdios de rebentação.

Os dados das observações registadas posteriormente, são apresentados no Quadro 1.

O glifosato foi o herbicida com maior percentagem de cepos secos e/ou afectados nas observações efectuadas aos 190, 300 e 420 DAA.

O (2,4D + triclopir) e o triclopir apresentavam até aos 300 DAA valores iguais de eficácia. Aos 420 DAA apenas o triclopir apresentava valores de eficácia superiores (38%). O metsulfurão-metilo, nas observações realizadas nos mesmos períodos, apresentou percentagens de eficácia compreendidas entre os 20 e 23%.

**Quadro 1** - Eficácias dos tratamentos do ensaio instalado em Novembro de 2007

Tratamentos	60 DAA	190 DAA	300 DAA	420 DAA*
	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados
glifosato	0	68	60	60
(2,4D + triclopir)	0	8	8	8
triclopir	0	8	8	38
metsulfurão -metilo	0	20	20	23
Testemunha	Ao longo do ensaio apresentaram um desenvolvimento normal.			

\*A partir dos 420 DAA as observações recaíram apenas sobre 13 cepos, nos tratamentos (2,4D+triclopir), triclopir e metsulfurão-metilo e 25 cepos no glifosato.

No ensaio instalado em 2007, aos 330 DAA, e apenas em 12 cepos inicialmente tratados com (2,4D+triclopir), triclopir e metsulfurão-metilo, foi aplicado glifosato como segunda aplicação.

Aos 20 DAA (Quadro 2), nas rebentações não eram visíveis quaisquer sintomas de destruição da planta. Aos 40 e 90 DAA nos tratamentos (2,4D+triclopir) e glifosato e metsulfurão-metilo e glifosato apresentavam percentagens de eficácias (%) muito semelhantes compreendidas entre 83 e 100%.

O triclopir e glifosato apresentaram percentagens de eficácia inferiores, que se situaram entre 42 e 75 %.

**Quadro 2** - Eficácias observadas após a utilização do glifosato como segunda aplicação

Tratamento	20 DAA	40 DAA	90 DAA	180 DAA
	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados
(2,4D+triclopir) e glifosato	0	100	83	100
triclopir e glifosato	0	42	50	75
metsulfurão-metilo e glifosato	0	100	100	100
Testemunha	Ao longo do ensaio apresentaram um desenvolvimento normal.			

Relativamente aos dados do ensaio de Julho de 2008, verificou-se aos 60 DAA que os cepos tratados não apresentavam nenhuma rebentação, e as testemunhas apresentavam primórdios de rebentação de cerca de 1 cm de altura. As restantes observações, nos diferentes tratamentos são apresentados no Quadro 3.

Neste ensaio constatou-se que as modalidades triclopir (sem diluição ou a 50%), aos 270 DAA apresentavam resultados pouco satisfatórios, compreendidos entre 33 e 67 %. Em relação aos tratamentos glifosato e metsulfurão-metilo as percentagens de eficácia registadas estão compreendidas entre os 83 e 100%, podendo considerar-se como boas.

**Quadro 3** - Eficácias dos tratamentos do ensaio instalado em Julho de 2008

<b>Tratamentos</b>	<b>90 DAA</b>	<b>120DAA</b>	<b>180 DAA</b>	<b>270 DAA</b>
	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados	% de cepos secos e/ou afectados
triclopir (concentração 50%)	33	33	33	67
triclopir (sem diluição)	50	50	50	67
glifosato	100	100	100	100
metsulfurão-metilo	83	83	83	83
Testemunha	Ao longo do ensaio apresentaram um desenvolvimento normal.			

### Conclusão

Da apreciação geral dos dados obtidos até à data (Julho de 2009), podemos concluir que a escolha da época de aplicação de Julho, correspondente à época de maior actividade vegetativa desta invasora, tem grande influência nos resultados, como se pode observar nos Quadros 1 e 3. Sendo assim, a época de aplicação de Julho, é a mais adequada para a aplicação dos herbicidas.

Este facto é confirmado pelos tratamentos glifosato e metsulfurão-metilo que apresentaram no ensaio aplicado em Novembro de 2007, valores de eficácia da ordem dos 60 e 23% respectivamente, enquanto que no ensaio realizado em Julho de 2008 os valores, para este mesmo tratamentos foram 83 e 100% respectivamente.

Em relação ao comportamento dos herbicidas, o tratamento glifosato foi o que evidenciou melhores resultados em qualquer das épocas de aplicação.

De referir que em virtude do programa de estudos ter uma duração prevista de três anos, irão decorrer novas observações para avaliar o comportamento do incenso aos herbicidas já aplicados, ao longo deste período de tempo. Futuramente avaliar-se-á, também a necessidade de utilização de outros herbicidas, de modo a estudar a possibilidade de definir programas de aplicações, tendo em vista um controlo racional desta espécie.