
Os SIG como ferramenta de apoio à gestão sustentável da floresta

Caldeira F.¹, Mestre S.², Alegria C.^{3,4}, Quinta-Nova L.^{3,4}, Albuquerque T.⁵

¹Aluna do Mestrado em SIG no Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária, Portugal

²AFLOBEI, Cartografia e Projectos Florestais, Castelo Branco. Portugal

³Unidade Técnico-científica de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável, Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária, Quinta da Senhora de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

⁴CERNAS – Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade

⁵Unidade Técnico-científica de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior de Tecnologia, Av. do Empresário - Campus da Talagueira, 6000 - 767 Castelo Branco, Portugal

crisalegria@ipcb.pt

RESUMO

Segundo os dados do último Inventário Florestal Nacional (IFN6 – 2010), a floresta representa 35% da ocupação do solo de Portugal Continental. O eucalipto é a principal ocupação florestal do Continente seguindo-se o sobreiro e o pinheiro bravo. A área total de pinheiro bravo tem vindo a diminuir por contraste ao aumento da área de eucalipto, uma espécie exótica. A ocorrência dos incêndios florestais tem tido uma influência muito importante na dinâmica anterior. Daí a análise dos padrões da paisagem e dos vetores de mudança serem essenciais para efeitos da conservação/promoção da biodiversidade e da mitigação do perigo de incêndio os quais devem ser incorporados nos programas de gestão florestal.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm vindo a ser extensivamente usados em Silvicultura para apoiar a gestão florestal, quer ao nível do inventário e monitorização de recursos mas também na análise, modelação e simulação para o apoio à tomada de decisão. Visto que os SIG têm a possibilidade de incorporar a componente espacial no planeamento do uso do solo e nos modelos de simulação, o desenvolvimento de ligações entre os modelos florestais e o SIG proporciona aos gestores florestais uma maior flexibilidade na determinação da produtividade das espécies e das suas exigências, e permite aos decisores políticos uma oportunidade acrescida para avaliar os efeitos de critérios de gestão alternativos da floresta.

Pretende-se com este trabalho apresentar dois estudos de caso de aplicações SIG desenvolvidas respetivamente, no âmbito dos cursos de mestrado em SIG e em Tecnologias da Sustentabilidade dos Sistemas Florestais do IPCB, cujos resultados constituem elementos de suporte fundamentais para a gestão sustentável dos espaços florestais. Assim, apresentam-se as cartas de aptidão para quatro espécies e a carta de potencialidade produtiva para o pinheiro bravo desenvolvidas em ambiente SIG para uma área de estudo predominantemente ocupada por florestas e de elevado perigo de incêndio.

A cartografia de aptidão das espécies recomendadas para a área de estudo em conjugação com a cartografia da potencialidade produtiva do pinheiro bravo permite suportar a planificação do uso do solo segundo as funções identificadas nos Planos Regionais de Ordenamento Florestal: produção; proteção; conservação dos habitats, de espécies de fauna e da flora e de geomonumentos; silvopastorícia, caça e pesca em

águas interiores; e recreio, enquadramento e estética paisagem. Nas áreas com função produção permitirá implementar um plano de gestão florestal sustentável por forma a aumentar a produtividade da floresta de pinheiro bravo.

Em projetos futuros pretende-se desenvolver aplicações SIG para a simulação ou o processamento de modelos, sabendo porém que esta é uma das áreas mais desafiadoras em SIG. Perspetiva-se porém, que se venham a observar futuros desenvolvimentos nesta área à medida que a investigação e as ferramentas para apoiar este tipo de aplicação se tornem mais frequentes.

INTRODUÇÃO

Segundo os dados do último Inventário Florestal Nacional (IFN6 – 2010), a floresta representa 35% da ocupação do solo de Portugal Continental. O eucalipto é a principal ocupação florestal do Continente em área (812 mil ha; 26%), o sobreiro a segunda (737 mil ha; 23%), seguido do pinheiro bravo (714 mil ha; 23%). A área total pinheiro bravo diminuiu entre 1995 e 2010 (-263 mil ha), sendo que a maior parte desta área se transformou em “matos e pastagens” (165 mil ha), em eucalipto (70 mil ha), em espaços urbanos (13 mil ha) e em áreas florestais com outras espécies arbóreas (13,7 mil ha) (ICNF, 2013a). De facto, da análise dos dados do Inventário Florestal Nacional ao longo dos últimos 45 anos (1963-2010) (AFN, 2010) a área total pinheiro bravo tem vindo a diminuir por contraste ao aumento da área de eucalipto, uma espécie exótica.

A análise dos padrões da paisagem e dos vetores de mudança é essencial para efeitos da conservação da biodiversidade e deve ser incorporada nos programas de gestão florestal. A análise das mudanças na ocupação do solo em Portugal Continental entre 2000-2006 refletiu-se no crescimento das áreas urbanas, de barragens e pontos de água, e na conversão de áreas naturais para agricultura e vice-versa. Dentro da classe “florestas, áreas seminaturais e naturais” as mudanças mais representativas encontraram-se na transformação das áreas de floresta (grau de coberto superior a 30%) para áreas de florestas abertas (grau de coberto entre 10-30%), cortes e novas plantações. A grande quantidade de áreas ardidadas teve uma influência muito importante na dinâmica anterior. Nas áreas agrícolas as maiores mudanças ocorreram na classe de culturas anuais de sequeiro e de sistemas agroflorestais, as quais são frequentemente convertidas para novas plantações, refletindo por um lado, o abandono agrícola e a perda dos sistemas de uso do solo tradicionais e por outro lado, a florestação de áreas de agricultura marginal através dos programas de financiamento comunitário (Caetano et al., 2009; Jones et al., 2011).

Os SIG têm vindo a ser extensivamente usados em Silvicultura para apoiar a gestão florestal, quer ao nível do inventário e monitorização de recursos mas também na análise, modelação e simulação para o apoio à tomada de decisão. Visto que os SIG têm a possibilidade de incorporar a componente espacial no planeamento do uso do solo e nos modelos de simulação, o desenvolvimento de ligações entre os modelos florestais e o SIG proporciona aos gestores florestais uma maior flexibilidade na determinação da produtividade das espécies e das suas exigências, e permite aos decisores políticos uma oportunidade acrescida para avaliar os efeitos de critérios de gestão alternativos da floresta (Van Gardingen, 1997; Peng, 2000; McKendry and Eastman, 2010).

Pretende-se com este trabalho apresentar dois estudos de caso de aplicações SIG desenvolvidas respetivamente, no âmbito dos cursos de mestrado em SIG e em Tecnologias da Sustentabilidade dos Sistemas Florestais do IPCB cujos resultados constituem elementos de suporte fundamentais para a gestão sustentável dos espaços florestais. Assim, apresentam-se cartas de aptidão para quatro espécies e a carta de

potencialidade produtiva para o pinheiro bravo desenvolvidas em ambiente SIG para uma área de estudo predominantemente ocupada por florestas e de elevado perigo de incêndio.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo enquadra-se na região do Pinhal Interior Sul (PIS) e é uma freguesia do município de Oleiros com uma área de 2853 ha (Fig. 1 e Fig. 2a), densamente ocupada por floresta, com grande continuidade horizontal de combustível e por isso com elevado perigo de incêndio, tendo sido grandemente fustigada pelos incêndios em 2003 (Fig. 2 b).

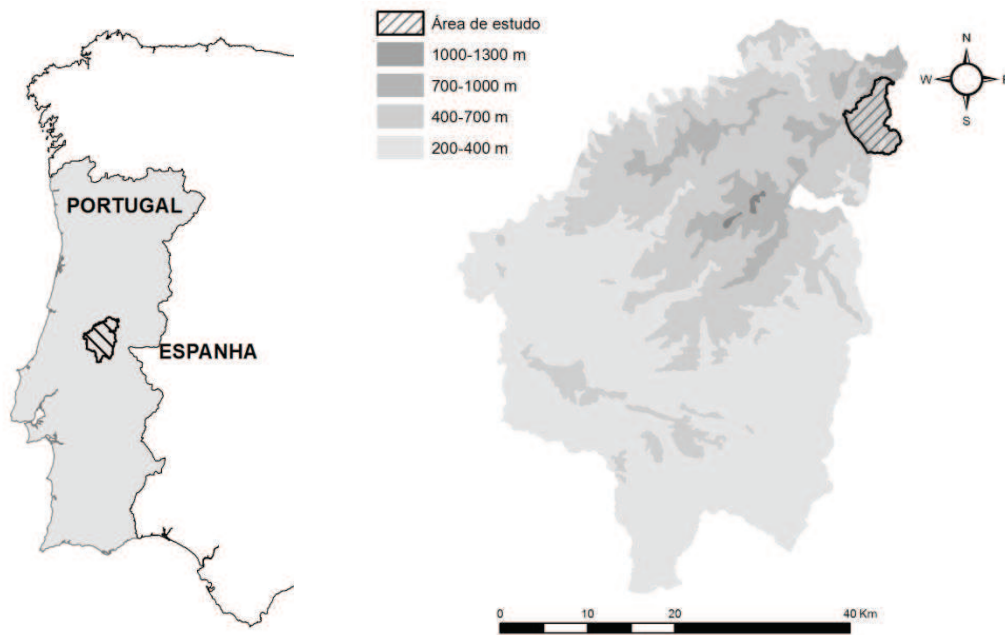


Fig. 1. Localização geográfica da PIS e da área de estudo

Segundo as orientações do Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF) para a região PIS as espécies florestais recomendadas são o pinheiro bravo, o eucalipto, o sobreiro e o carvalho negral (*Quercus pyrenaica*) embora outras espécies possam ser usadas desde que adaptadas às condições edafo-climáticas (p.e. *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*, *Quercus rotundifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Cupressus sempervirens*, *Cupressus lusitanica*, *Fraxinus angustifolia*, *Arbutus unedo*, *Juglans nigra*, *Pinus pinea*, *Platanus hispanica* and *Salix alba*) (DGRF, 2006).

As cartas de aptidão foram produzidos para as quatro principais espécies recomendadas, i.e. pinheiro bravo, eucalipto, sobreiro e carvalho negral. Para avaliar a aptidão da área em estudo, para cada uma das espécies florestais referidas, foram consideradas as respetivas zonas ecológicas e condicionantes do solo, as quais foram depois cruzadas com o declive e com a exposição solar gerando-se as cartas de aptidão (referência e superior) (Caldeira, 2013) de acordo com a metodologia proposta por Dias et al. (2008).

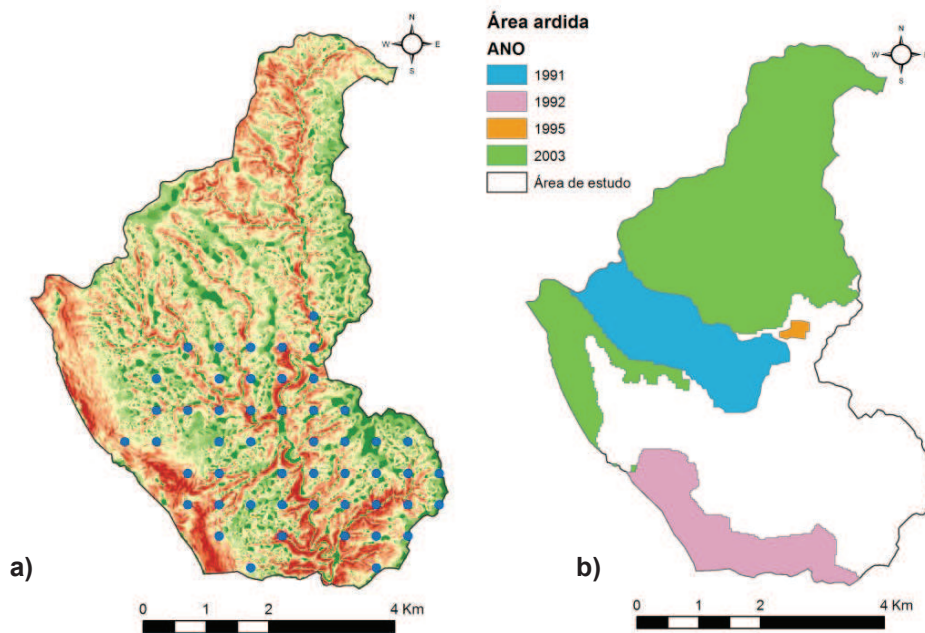


Fig. 2. a) Locais de amostragem do inventário florestal sobre o modelo digital do terreno da área de estudo (Mestre, 2011); e b) Áreas ardidas (ICNF, 2013b)

A produção da carta de produtividade para o pinheiro bravo foi suportada pelos dados de inventário recolhidos em 2010 (Fig. 2 a). Na avaliação da produtividade florestal utilizou-se uma abordagem combinada fitocêntrica (dados biométricos recolhidos no inventário florestal) e geocêntrica (incorporando as variáveis fisiográficas declive e exposição solar) que através de técnicas geoestatísticas acopladas em SIG permitiram cartografar a produtividade florestal e a produção média de povoamentos adultos de pinheiro bravo (floresta de pinheiro bravo) e de áreas recentemente queimadas com povoamentos jovens (floresta aberta de pinheiro bravo) (Mestre, 2011).

Por fim, as cartas produzidas foram cruzadas com as áreas efetivas de ocupação do pinheiro bravo para uma análise da distribuição das manchas, da sua densidade de coberto (florestas grau de densidade superior a 30% e florestas abertas grau de densidade de coberto entre 10-30%) e aptidão da espécie, com vista à análise da continuidade horizontal dos combustíveis e da inferência do perigo de incêndio associado.

RESULTADOS

As cartas de aptidão das espécies pinheiro bravo, eucalipto, sobreiro e carvalho negral demonstram a adequabilidade daquelas espécies à maior parte da área de estudo (Fig. 3).

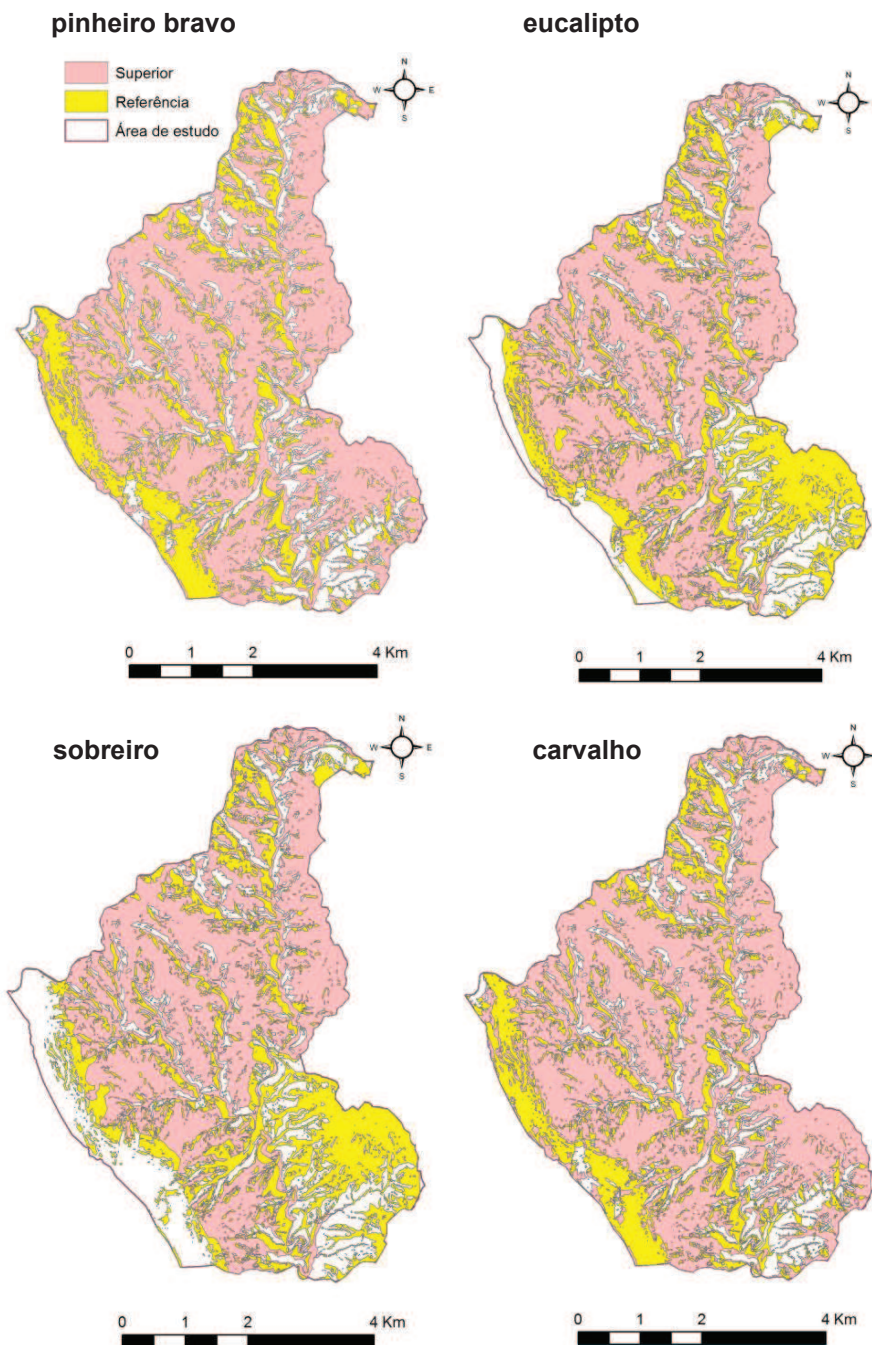


Fig. 3. Cartas de aptidão das espécies pinheiro bravo, eucalipto, sobreiro e carvalho negral (Caldeira, 2013)

No entanto, é possível encontrar áreas de aptidão preferencial para cada uma destas, p.e. a zona da serra do Moradal situada a sudoeste apenas o pinheiro bravo e o carvalho negral apresentam uma aptidão de referência em contraste com o eucalipto e o sobreiro com aptidão muito reduzida.

Analisando a carta de produtividade dos povoamentos adultos de pinheiro bravo destacam-se quatro núcleos de elevada produtividade para a espécie os quais não são exatamente os mesmos onde ocorrem as produções médias mais elevadas (Fig. 4a). A conjugação destas duas cartas fornecem uma informação muito relevante, sugerindo que

os povoamentos de maior produção não se encontram localizados nas áreas de maior produtividade potencial e assim da necessidade de medidas de gestão orientadas para a melhoria da produtividade dos povoamentos de pinheiro bravo aí existentes (Fig. 4). Por outro lado, os núcleos de povoamentos de maior produção configuram áreas de elevada densidade com produção de lenho de características muito adequadas para a indústria de postes e para aplicação deste em estruturas construtivas (Fig. 4b).

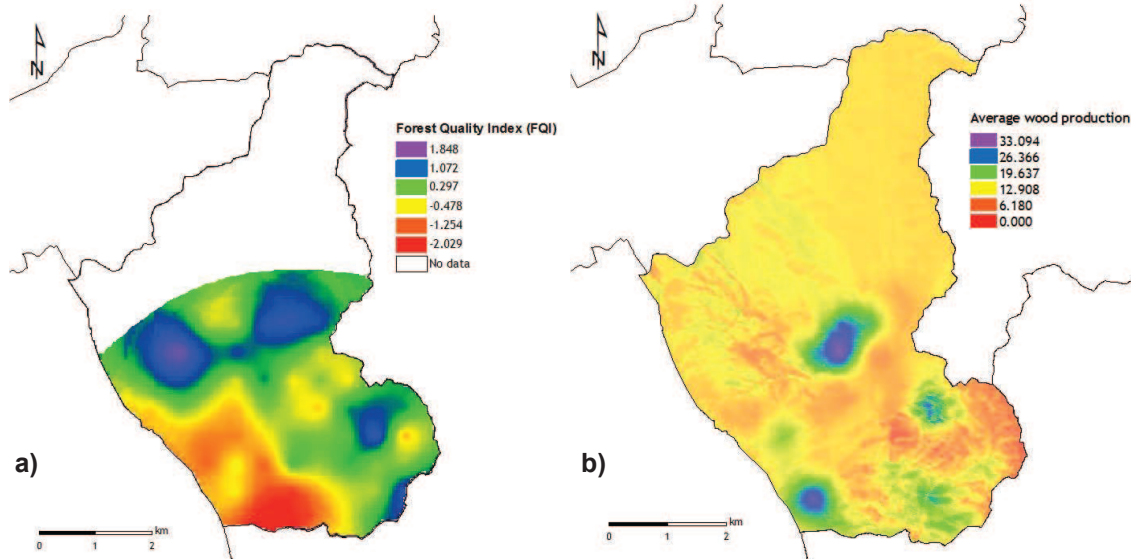


Fig. 4. a) Carta de produtividade dos povoamentos adultos de pinheiro bravo; e b) Carta de produção média do pinheiro bravo (Mestre, 2011)

Em consequência do incêndio de 2003 observa-se atualmente uma maior fragmentação das manchas de pinheiro bravo na zona norte, dominada por florestas abertas de pinheiro bravo e pelo aparecimento de novas manchas de eucalipto. No entanto, continua a existir uma grande continuidade horizontal de combustíveis (florestas contínuas de pinheiro bravo) na zona sul da área de estudo (Fig. 5a). Cruzando porém, a carta de aptidão da espécie com a ocupação da espécie observa-se que algumas áreas de pinheiro bravo deveriam ser reconvertidas proporcionando na zona sul uma maior fragmentação das manchas de pinheiro bravo para uma maior diversidade da paisagem e um menor perigo de incêndio (Fig. 5b).

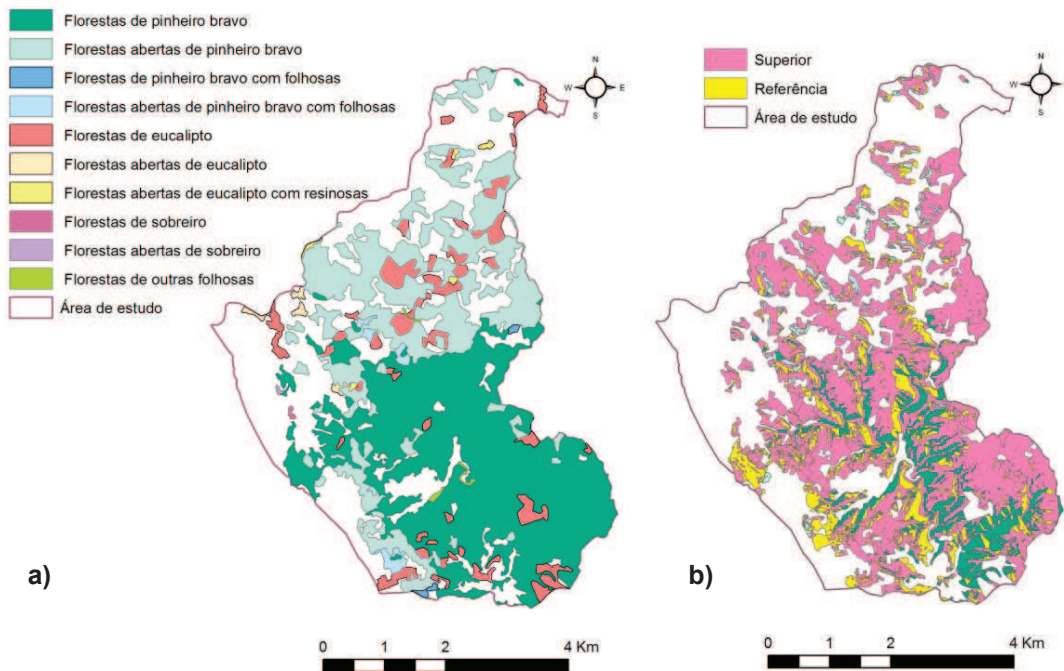


Fig. 5. a) Carta dos povoamentos florestais; e b) Carta das áreas de pinheiro bravo de acordo com a sua aptidão para a espécie (Caldeira, 2013)

CONCLUSÕES

A cartografia de aptidão da espécie cruzada com a cartografia da potencialidade produtiva da espécie permitirá ajudar à planificação dos usos do solo conforme as funções identificadas nos Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF): produção; proteção; conservação dos habitats, de espécies de fauna e da flora e de geomonumentos; silvopastorícia, caça e pesca em águas interiores; e recreio, enquadramento e estética paisagem.

A paisagem da área de estudo deverá ser diversificada para minorar o perigo de incêndio e aumentar a biodiversidade desta floresta plantada. Nas áreas com função produção deve ser implementado um plano de gestão florestal sustentável por forma a aumentar a produtividade da floresta de pinheiro bravo e a regular a produção o que resultará também numa maior diversidade vertical dos povoamentos o que é um elemento favorável à biodiversidade da paisagem.

Ao nível municipal as orientações que constam do Plano Municipal da Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) de Oleiros tem que ser incorporadas nos Planos de Gestão Florestal (PGF) para a mitigação do perigo de incêndio, designadamente as redes DFCI definidas e a promoção dos mosaicos de parcelas ao nível do planeamento do uso do solo. Pretende-se a descontinuidade horizontal e vertical dos combustíveis florestais e a alternância de parcelas com distinta inflamabilidade e combustibilidade. Assim, a dimensão das parcelas deverá estar entre 20 ha e 50 ha, nos casos gerais, e entre 1 ha e 20 ha nas situações de maior perigo de incêndio, conforme identificadas nos PMDFCI, e o seu desenho e localização devem ter em especial atenção o comportamento previsível do fogo. Nas ações de arborização, de rearborização e de reconversão florestal os povoamentos monoespecíficos e equiênicos não poderão ter uma superfície contínua superior a 50 ha, devendo ser compartimentados, alternativamente com a rede de faixas de gestão de combustíveis (FGC) ou por outros usos do solo com baixo risco de incêndio; por linhas de água e respetivas faixas de proteção,

convenientemente geridas; por faixas de arvoredos de alta densidade, com as especificações técnicas definidas nos instrumentos de planeamento florestal, e favorecer a constituição de povoamentos de espécies arbóreas caducifólias ou de espécies com baixa inflamabilidade e combustibilidade (DR, 2009).

Adicionalmente, considerando as orientações do Plano Diretor Municipal (PDM) de Oleiros é de referir que para as áreas incluídas na Reserva Ecológica Nacional (REN) se deve promover a reconversão dos povoamentos de resinosas para povoamentos mistos de resinosas com folhosas autóctones, como os carvalhos (DGOTDU, 2013).

Atualmente, uma aplicação SIG para o planeamento do uso do solo e gestão florestal da área de estudo encontra-se em desenvolvimento no âmbito de um trabalho de projeto do curso de mestrado em SIG do IPCB. Neste, o planeamento do uso do solo e da gestão florestal terá em consideração: 1- a concretização dos modelos de silvicultura adequados aos espaços em povoamentos florestais, conforme identificado nos Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF) e a promoção da reconversão florestal dos povoamentos mal instalados/de baixa produtividade com recurso a espécies florestais ecologicamente mais bem adaptadas e com base em sistemas de produção de maior valor económico; 2 – a recuperação e manutenção da vegetação ripícola enquanto parte integrante da rede fundamental de conservação da natureza e estrutura de conectividade; 3 – a promoção da instalação e manutenção das redes de defesa da floresta contra incêndios (RDFCI) e 4 – o desenvolvimento da oferta de bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas florestais, maximizando as suas funções protetoras (ambiente) e sociais (lazer/fruição pelas populações) no âmbito dos PROF (ICNF, 2013c).

Em projetos futuros pretende-se desenvolver aplicações SIG para a simulação ou o processamento de modelos, sabendo porém que esta é uma das áreas mais desafiadoras em SIG. Perspetiva-se porém, que se venham a observar futuros desenvolvimentos nesta área à medida que a investigação e as ferramentas para apoiar este tipo de aplicação se tornem mais frequentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFN. 2010. Inventário Florestal Nacional Portugal Continental. 5º Inventário Florestal Nacional 2005-2006. Relatório Final. Autoridade Florestal Nacional. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/ifn5/relatorio-final-ifn5-florestat-1>. Acedido em Julho 2013.
- Caetano, M., V. Nunes and A. Nunes, 2009. CORINE Land Cover 2006 for Continental Portugal, Technical Report, Instituto Geográfico Português.
- Caldeira, F. 2013. Análise diacrónica da ocupação do uso do solo e avaliação da aptidão para a ocupação florestal na freguesia de Sarnadas de S. Simão. Trabalho de Projecto Curso de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica em Recursos Agro-Florestais e Ambientais. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior Agrária. Castelo Branco
- DGOTDU. 2013. Plano Diretor Municipal de Oleiros. <http://www.dgotdu.pt/channel.aspx?channelID=582711D6-ECFA-4B50-899D-57B7E99EBD78&listaUltimos=1>. Acedido em Julho 2013
- DGRF. 2006. Plano regional de ordenamento florestal da Pinhal Interior Sul. Direcção Geral dos Recursos Florestais. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/profs/prof-do-pinhhal-interior-sul>. Acedido em Julho 2013

- Dias SS, Ferreira AG, Gonçalves AC. 2008. Definição de zonas de aptidão para espécies florestais com base em características edafo-climáticas. *Silva Lusitana special number*: 17–35.
- DR. 2009. Decreto-Lei n.º 17/2009, de 14 de Janeiro. *Diário da República, I Série – nº 9 de 14 de Janeiro*. Disponível em <http://dre.pt/pdf1sdip/2009/01/00900/0027300295.pdf>. Acedido em Julho 2013
- ICNF. 2013a. IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. [pdf], 34 pp, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa.
- ICNF. 2013b. Cartografia nacional de áreas ardidas (formato "shapefile"): 1990-1999; 2000-2009; 2010; e 2011. Instituto da Conservação da Natureza e Florestas. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/incendios-florestais/info-geo>. Acedido em Julho 2013
- ICNF. 2013c. Avaliação da estratégia nacional para as florestas – resultados e propostas [pdf], 40 pp, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa.
- Jean E. McKendry J. E. and Eastman J R. 2010. Applications of GIS in Forestry: A Review. Online document. Acedido em Março 2013.
- Jones, N., De Graaff, J., Rodrigo, I., & Duarte, F. 2011. Historical review of land use changes in Portugal (before and after EU integration in 1986) and their implications for land degradation and conservation, with a focus on Centro and Alentejo regions. *Applied Geography*, 31(3), 1036–1048. doi:10.1016/j.apgeog.2011.01.024.
- Mestre, S. 2011. Modelação espacial da produção de pinheiro bravo na freguesia das Sarnadas de São Simão. Dissertação Curso de Mestrado em Tecnologias e Sustentabilidade dos Sistemas Florestais. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior Agrária. Castelo Branco.
- Peng, C. 2000. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future. *For Ecol Manage* 132: 259-279.
- Van Gardingen, P. R. 1997. Linking growth and yield models with GIS and environmental modelling. Overseas Development Administration. Jakarta.