

A SUSTENTABILIDADE

DAS PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO EM PORTUGAL



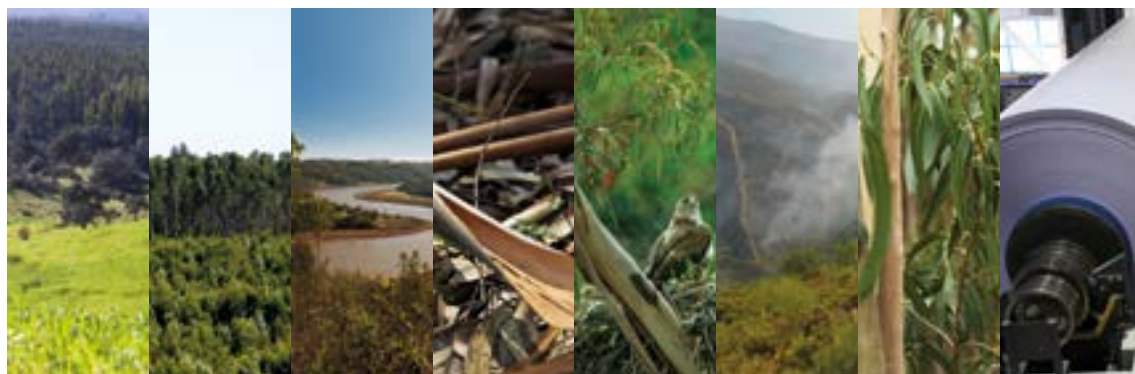
CELPA

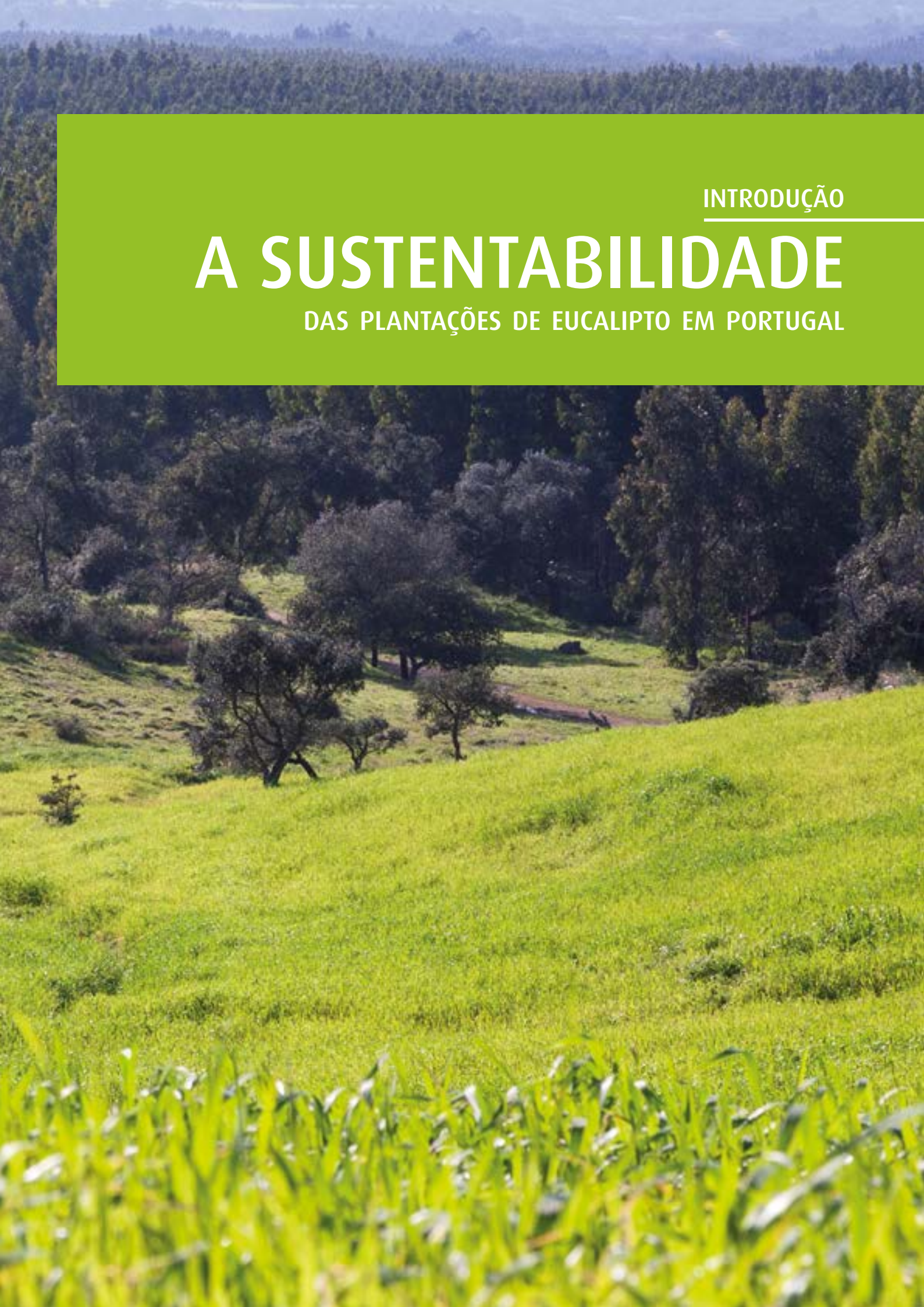
Associação da Indústria Papeleira

Índice

PÁGINA

1	Introdução: A sustentabilidade das plantações de eucalipto em Portugal
3	CAPÍTULO 1 . Florestas Plantadas
7	CAPÍTULO 2 . O Eucalipto e a Água
11	CAPÍTULO 3 . O Eucalipto e o Solo
15	CAPÍTULO 4 . O Eucalipto e a Biodiversidade
19	CAPÍTULO 5 . O Eucalipto e o Fogo
23	CAPÍTULO 6 . O Eucalipto é uma Espécie Invasora?
27	CAPÍTULO 7 . <i>Eucalyptus globulus</i> : Matéria-Prima de Excelência para a Produção de Pasta Celulósica, Papel e Bioprodutos





INTRODUÇÃO

A SUSTENTABILIDADE

DAS PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO EM PORTUGAL



A sustentabilidade das plantações de eucalipto em Portugal

O eucalipto existe em Portugal e na Europa desde a segunda metade do século XIX. O aumento das plantações nos finais do séc XX suscitou grande debate e consequente trabalho de investigação que resultou na publicação do estudo “Impactes ambientais e sócio-económicos do eucalipto em Portugal” (Alves et al 1990), ulteriormente aprofundado em “O Eucaliptal em Portugal” (Alves et al 2007). Este conhecimento foi fulcral para a formulação das políticas públicas, apesar de frequentemente esquecido em favor de um discurso não suportado em evidências científicas. Persiste a tentação de promover legislação dirigida a uma espécie em particular, sem refletir a globalidade da floresta portuguesa nem a sua diversidade.

Na Europa, Portugal tem uma das mais elevadas proporções de paisagens com estatuto de proteção, apenas ultrapassada pela Alemanha (*State of Europe's Forests 2015*), resultando no tão apreciado “mosaico agro-florestal português”.

É compreensível que uma rápida alteração na paisagem, como sucedeu nos últimos 50 anos, com o abandono da agricultura e a substituição por floresta de pinho e eucalipto causem estranheza e impacto. Mas a diversidade do mosaico agro-florestal português continua evidente, assim como o aumento das áreas com folhosas autóctones (IFN 6). Seria pertinente procurar soluções que conduzam à gestão dos espaços abandonados, e das matas de vegetação autóctone ainda sem a devida valorização por serviços de ecossistema.

Nos textos seguintes, referem-se trabalhos produzidos pela investigação nacional e internacional. Este documento sintetiza conhecimento sobre o impacto das plantações de eucalipto sobre os recursos hídricos, o solo e a biodiversidade. Contextualiza os incêndios e o potencial de estabelecimento e dispersão do eucalipto em território nacional e aponta novas vias de sustentabilidade para os produtos florestais. Deve ser motivo de orgulho para a sociedade portuguesa a qualidade do saber desenvolvido sobre as plantações florestais.

A fileira tem gerido os recursos naturais a partir de uma espécie florestal – o eucalipto – inserido de forma responsável nos espaços envolventes. É líder nas exportações de bens de ele-

vado valor acrescentado nacional, contribui para a geração de milhares de empregos e cria valor para os proprietários florestais e para os agentes económicos intervenientes. E está a preparar-se para o novo ciclo da bioeconomia, projetando novas utilizações para os nossos recursos florestais.

Em rigor, devemos dirigir esforços para inverter a inexorável perda de área florestal a que vimos assistindo nos últimos anos no nosso país e investir em diversidade, produtividade e sustentabilidade.

Se juntarem um conjunto de sábios numa propriedade florestal, para apontar soluções de futuro, e perguntarem ao proprietário, que por ali está há muito, a sua opinião, com certeza ele dirá:

*O futuro da floresta?
É plantar árvores.*



CAPÍTULO 1

FLORESTAS PLANTADAS





Florestas Plantadas

O crescimento acelerado da população mundial nas últimas décadas, atingindo mais de sete mil milhões de pessoas actualmente e com previsão de nove mil milhões em 2050, tem levado a um aumento igualmente acelerado da procura de bens alimentares e matérias-primas de origem vegetal para satisfazer as necessidades das populações. Essa pressão demográfica tem impactado os recursos naturais do planeta, de onde destacamos a redução da área de floresta natural. As florestas plantadas, estabelecidas através da plantação ou sementeira de espécies nativas ou exóticas, surgem como alternativa para suprir as necessidades crescentes de produção de matérias-primas a partir de biomateriais, de protecção de florestas naturais e/ou conservação ambiental (J Evans 2009).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Ambiente (Rio de Janeiro 1992) reconheceu a importância das florestas plantadas no contexto da gestão florestal sustentada. O 1º encontro de peritos intergovernamentais para debater este tema aconteceu em abril de 1999 em Santiago do Chile. Em 2000 foi criado o Fórum das Florestas das Nações Unidas (UNFF). Foram reconhecidos diferentes funções e ser-

viços para diferentes tipos de floresta, em diferentes contextos geográficos. Actualmente, a iniciativa *New Generation Plantations platform* (<http://www.newgenerationplantations.net/>) promove um fórum de debate e aprendizagem entre governos e empresas florestais de todo o mundo. Esta plataforma é gerida pelo WWF internacional, que reconhece o papel fundamental das florestas plantadas e promove através da partilha de experiências, o seu planeamento e gestão adequados, condição essencial para conciliar interesses de ordem ambiental, social e económica. O Forest Solutions Group (FSG) do *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, <http://www.wbcsd.org/about/organization.aspx>) também se constitui como plataforma de colaboração estratégica que pretende reforçar a gestão sustentável das florestas, a nível mundial.

A área mundial de florestas plantadas é de cerca de 264 milhões de hectares, representando 7% da área florestal mundial (<http://www.fao.org/forestry/plantedforests/en/> 2016). Segundo a PÖRY, em 2013 cerca de 4% de florestas plantadas produziram 34% da madeira usada para fins industriais.



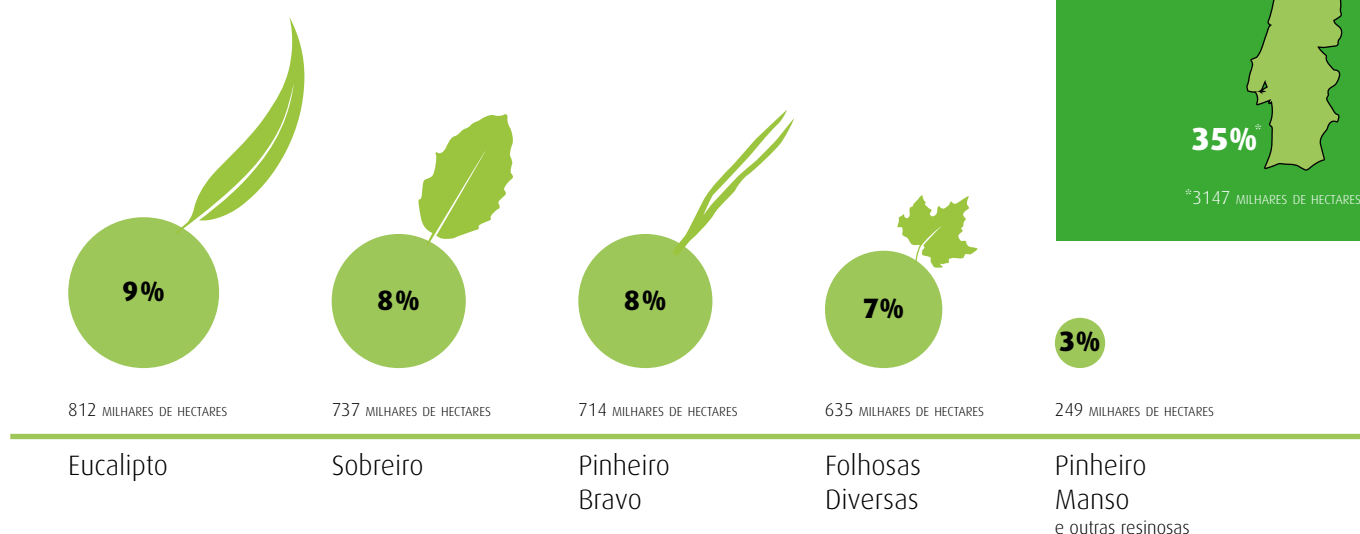
O WWF *Living Forests Report* estima que a procura de madeira possa triplicar nas próximas quatro décadas, o que impõe a necessidade de plantar cerca de 250 milhões de hectares de novas plantações, (http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/ngp_2014review_onscreen_2.pdf).

De acordo com o *Global Forest Resources Assessment 2000* da FAO (FAO 2001), as espécies mais plantadas eram *Pinus spp.* (20%) e *Eucalyptus spp.* (10%). Na Europa, há 69 Mha de florestas plantadas, das quais menos de 3 Mha estão em Portugal. Cerca de 35% do território nacional tem ocupação florestal, sendo que a floresta plantada de eucalipto ocupa 9% da área, a de sobreiro 8% e a de pinheiro bravo também 8% (dados do 6º Inventário Florestal Nacional).

As florestas plantadas são fontes importantes de produtos florestais (e.g. madeira, fibra, carvão, energia, biomassa), não

florestais (e.g. alimentação para animais, apicultura, óleos essenciais) e ambientais (e.g. protecção/recuperação do solo, retenção/qualidade da água, sequestro de carbono), produzidos num contexto de sustentabilidade, eficiência energética e respeito pelo ambiente. Podem apresentar crescimento e produtividade destacados, como resultado do ordenamento, materiais genéticos e tratamentos silviculturais adequados. Para além de aliviarem a pressão sobre as florestas naturais, desempenham também um papel importante de preservação de valores sociais e culturais associados às florestas (e.g. biodiversidade, caça, recreação, qualidade do ar, quebra vento), especialmente dado o decréscimo da área de floresta natural, resultante da desflorestação causada pelo impacto humano em países em desenvolvimento, ou a sua reserva para fins de conservação em países desenvolvidos (www.un.org/esa/forests/pdf/cli/report-nz-plantedforests-sfm.pdf). Dyck B. (2003) elenca detalhadamente os benefícios das florestas

Espécies Florestais em Portugal



Fonte: IFN 6

plantadas, com gestão adequada, desde a regulação ecológica (clima, ar, água, solo) à protecção (riscos, ruído), preservação (diversidade), produção (madeira e outras matérias-primas), actividades e serviços (turismo, infraestruturas), paisagem, desporto, educação, cultura e nível de vida (<http://maxa.maf.govt.nz/mafnet/unff-planted-forestry-meeting/conference-papers/benefits-of-planted-forests.pdf>).

Como qualquer área de plantação, uma floresta plantada pode conter um menor número de espécies, relativamente à floresta nativa no mesmo local. No entanto, é comum as florestas plantadas substituírem outros ecossistemas degradados pelo homem (e.g. pastos abandonados), suportando maior diversidade biológica que estes. As florestas plantadas podem também ter um papel tampão e de ligação, importante, relativamente a áreas de floresta nativa (existentes ou a recuperar). Esta função pode apoiar a sustentabilidade de ecossistemas agrícolas e outros usos da terra (Carnus et al 2006).



Também em Portugal, a plantação de florestas tem permitido ensaiar diferentes estratégias de gestão, monitorização e protecção florestal, resultando no desenvolvimento de conhecimento e tecnologia sobre as interações solo, recursos hídricos, diversidade biológica, controle de riscos e diferentes tipos de espécies florestais, que podem apoiar a compatibilização de interesses de ordem ambiental, social e económica, partes integrantes de um modelo de gestão sustentável (Soares J. 2015). Uma área que importa aprofundar é o papel das plantações no reforço da resiliência e capacidade de adaptação às alterações climáticas.

Os desafios de futuro passam por melhorar e divulgar o conhecimento existente e as boas práticas estabelecidas, envolver os *stakeholders* interessados e encontrar modelos de ordenamento do território sustentáveis, com benefícios sociais, ambientais e económicos. Este documento pretende fazer uma contribuição para esse objectivo, partindo de conhecimento disponível na literatura sobre o impacto das plantações de eucalipto sobre os recursos hídricos, o solo, a biodiversidade e os incêndios. Será também abordado o potencial de estabelecimento e dispersão do eucalipto, em território nacional.

Alves M. A., Santos Pereira J & A Vaz Correia. 2012. Silvicultura, a gestão dos ecossistemas florestais. Fundação Calouste Gulbenkian. 593p

Carnus J-M, Parrotta J, Brockerhoff EG, Arbez M, Jactel H, Kremer A, Lamb D, O'Hara K & B Walters. 2006. Planted Forests and Biodiversity. *J of Forestry* 104 (2): 65-77 (13).

Dyck B. 2003. Benefits of Planted Forests: social, ecological and economic. UNFF Intersessional Experts Meeting on the Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management, 24-30 March, Wellington, New Zealand.

Evans J. 2009. Planted Forests, Uses Impacts and Sustainability. FAO. FAO, 2001. Global Forest Resources Assessment 2000. Main report. FAO Forestry Paper 140. FAO, Rome, Italy. 479p

Soares J M A. 2015. Petróleo Verde, Floresta de equívocos, Ex-libris.

CAPÍTULO 2

O EUCALIPTO E A ÁGUA





O Eucalipto e a Água

- O problema da água deve ser visto em duas vertentes: i) a água do solo como fator limitante da produtividade das plantas e ii) os efeitos das florestas e das alterações na vegetação (por exemplo, substituição de espécies) em termos de balanço hidrológico e não à escala da árvore (Alves, 2012).
- As plantas e os ecossistemas diferem na quantidade de biomassa produzida por cada unidade de volume de água absorvida. A produção de biomassa de *E. globulus* é conseguida através de uma alta eficiência de uso de água (transpirada) e da grande eficiência fotossintética e não apenas do maior consumo.
- Com o crescimento das árvores e respetivo aumento da evapotranspiração, dá-se uma diminuição do escoamento até à idade de corte. Se existirem na bacia hidrográfica parcelas com diferentes idades e estrutura este efeito é minimizado. Neste sentido a paisagem portuguesa, constituída predominantemente de mosaicos agrícolas-florestais diversificados, pode contribuir para uma menor variação da produção de água “líquida” nas bacias hidrográficas.
- Havendo competição para o uso da água, é na gestão das bacias hidrográficas que se pode regular a repartição dos recursos hídricos (Alves, 2012).



As florestas plantadas, principalmente de eucalipto, têm sido conotadas com consumos excessivos dos recursos hídricos. Desde a década de 80 foi desenvolvida investigação científica, permitindo uma abordagem fundamentada sobre a relação entre o eucalipto e a água (David et al. 2007). A interação do eucalipto com os recursos hídricos deve ser analisada tendo em conta fatores como a precipitação média anual da região, outras utilizações de água, a localização das plantações e a área plantada no contexto da bacia hidrográfica, a quantidade de água consumida pela floresta (evapotranspiração), a distribuição do sistema radicular e o índice de área foliar (Lima 2015).

A elevada produção de biomassa depende do consumo de água e da eficiência de transpiração associados a cada espécie. De um modo geral a água é o fator limitante para a produtividade de biomassa. Em consequência, para aumentar a produtividade é necessário utilizar mais água, independentemente da espécie ou cultura. Mas o “custo” em metros cúbicos de água gasta, ou seja, a eficiência de uso da água, é variável de acordo com a biologia das plantas e com o ambiente. Os eucaliptos de um modo geral são muito eficientes, consumindo menos água por unidade de biomassa produzida relativamente a outras produções.

Em Portugal, em quatro locais do Centro e Norte, mediu-se em eucaliptal uma eficiência do uso da água de 1,7 kg/m³ e 2,1 kg/m³ respetivamente para a biomassa do tronco e a biomassa total acima do solo (Matos-Moreira 2012). Por exemplo, na Austrália, obteve-se para o eucalipto consumos de 785 litros/kg biomassa, isto é uma eficiência de uso da água de 1,3 kg/m³ em comparação com a soja (0,7 kg/m³) e o girassol (0,4 kg/m³) (Dvorak 2012). Na Galiza, os valores em eucaliptal foram idênticos aos pinheiros e menores que os carvalhos (Jimenez 2007). A alta produtividade de *E. globulus* é conseguida através da maior eficiência de uso de água transpirada e da maior eficiência fotossintética (processos metabólicos mais eficientes) e não do consumo excessivo de água (Lima 2015).

O consumo de água nas florestas é, modo geral, mais elevado que em cobertos vegetais com menor crescimento ou de espécies agrícolas não regadas (Calder 2007), uma vez que

a evapotranspiração das florestas é superior a outros cobertos vegetais (David et al. 1985; Lima 2015). Quando falamos de uso da água, referimo-nos à água evapotranspirada para a atmosfera, não ficando por isso retida na biomassa. No fim de uma rotação, a água que fica efetivamente retida na madeira é muito pequena, menos de 0,3% do total da água utilizada (FIBRIA 2016).

Ao longo de uma rotação de eucaliptal o balanço hídrico varia com a idade da floresta. Com o crescimento das árvores e respetivo aumento da evapotranspiração, dá-se uma diminuição do escoamento até à idade de corte. Se existirem na bacia hidrográfica parcelas com diferentes idades e estrutura este efeito é minimizado. Neste sentido a paisagem portuguesa, constituída predominantemente de mosaicos agrícolas-florestais diversificados, pode contribuir para uma menor variação da produção de água “líquida” nas bacias hidrográficas.



Com a floresta, o escoamento da água superficial diminui, contrariando a erosão (Ferraz et al 2012, David et al 2007). Mas esta diminuição do escoamento é uma das componentes do balanço hídrico local que é suscetível de conflitos com outros utilizadores.

No entanto, também importa distinguir o conceito de escassez física de um recurso (insuficiência física de água para as necessidades existentes) do conceito da sua escassez económica.

A este respeito, é importante clarificar que em Portugal não existe escassez física de água - anualmente utilizamos apenas 20% dos recursos hídricos disponíveis no país (Silva, 2012).

É na gestão das bacias hidrográficas que se pode regular a repartição dos recursos hídricos pelos vários usos alternativos (Alves 2012). Em Portugal existe regulamentação apropriada, que deriva da Lei de Bases da Água que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.



Almeida, A. C., et al. (2009), 'Use of a spatial process-based model to quantify forest plantation productivity and water use efficiency under climate change scenarios', 18th World Imacs Congress and Modsim09 International Congress on Modelling and Simulation, 1816-22.

Alves, M.A, et al (2012), *Silvicultura - a gestão dos ecossistemas florestais*, ed. Fundação Calouste Gulbenkian

Calder, I. (2007), 'Forests and water - ensuring forest benefits outweigh water costs', *Forest Ecology and Management*, 251, 110-20.

David, J. S., Madeira, M., and Cabral, M. (1985), 'O eucalipto em Portugal: contribuição para uma perspectiva integrada. II. Aspectos ambientais.', *Boletim do Instituto dos Produtos Florestais - Madeira*, 48 (21-26).

David, J. S., David, T. S., and Valente, F. (2007), 'O eucalipto e os recursos hídricos', in A. M. Alves, J. S. Pereira, and J. M. N. Silva (eds.), *O Eucalipto em Portugal. Impactes Ambientais e Investigação Científica* (Instituto Superior de Agronomia, Lisboa: ISAPress), 113-35.

Dvorak, W.S. (2012), 'Water use in plantations of eucalypts and pines: a discussion paper from a tree breeding perspective', *International Forestry Review*, 14 (1), 110-19.

Ferraz S F B, Lima W P, Rodrigues C (2013). Managing forest plantation landscapes for water conservation. *Forest Ecology and Management* 301: 58-66

FIBRIA (2016), 'Produção florestal e uso da água', (FIBRIA).

Jiménez, E., Vega, J.A., Pérez-Gorostiaga, P., Fonturbel, T., Cuiñas, P., Fernández, C. Departamento de Protección Ambiental. Centro de Investigación e Información Ambiental de Lourizán (CIAI). Xunta de Galicia. Evaluación de la transpiración de EUCALYPTUS GLOBULUS mediante la densidad de flujo de savia y su relación con variables meteorológicas y dendrométricas. *Boletín del CIDEU* 3: 119-138 (2007)

Lima, Walter Paula (2015), 'A silvicultura e a água : ciência, dogmas, desafios', *Cadernos do Diálogo* (Volume 01; Atalanta: Apremavi), 52.
Lima H., et al. (1998), 'Impacte da cultura de eucaliptos sobre os recursos hídricos subterrâneos da serra de ossa'. Universidade de Évora, Portugal.

Matos-Moreira et al (2012) 'Water use and water efficiency in Portuguese Eucalytus globulus Labill. plantations as compared to maize' (pre-printed), 22.

Silva, F.G. (2012) *Agricultura: o grande utilizador de água em Portugal; Realidades e desafios*, *Boletim Informativo* nº 145 APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

The background of the entire page is a close-up photograph of eucalyptus branches and leaves. The branches are a light brown color, and the leaves are a mix of green and brown, suggesting some are dry. The lighting is natural, creating soft shadows and highlights on the foliage.

CAPÍTULO 3

O EUCALIPTO E O SOLO



O Eucalipto e o Solo

- O solo e a água são os mais importantes recursos biofísicos para a gestão sustentável das plantações florestais. A manutenção da sua qualidade ao longo dos ciclos de exploração florestal é um componente chave da sustentabilidade (Gonçalves et al 2014).
- O conhecimento do solo e a gestão nutricional dos povoamentos de eucalipto são fundamentais para a definição das práticas silvícolas a utilizar em cada condição de solo e clima, permitindo, por um lado, maximizar a produtividade florestal e, por outro, manter ou melhorar a qualidade do solo ao longo dos sucessivos ciclos de cultivo.
- Comparativamente a outras espécies, o eucalipto possui características morfológicas e funcionais que lhe permitem uma elevada eficiência de uso de nutrientes minerais para produzir biomassa (Pereira 2007), o que faz com que, de um modo geral, a sua necessidade de nutrientes seja significativamente menor à requerida pelas culturas agrícolas.
- De modo geral verifica-se o êxito das reconversões do eucaliptal noutras culturas, agrícolas ou florestais, mesmo após várias rotações de eucaliptal (Pereira 2014).



Sendo o solo um recurso natural não renovável e o substrato básico para o crescimento das plantas e a produção vegetal, o seu uso intensivo sem os devidos cuidados pode levar à degradação das suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas e, consequentemente, à perda progressiva da sua capacidade produtiva. É assim fundamental que as práticas silvícolas utilizadas, para além de procurarem otimizar a produção florestal de forma compatível com as diferentes condições edafoclimáticas indicadas para esse fim, também contribuam para manter e/ou melhorar a qualidade do solo.

Diversos estudos realizados a nível mundial e em Portugal têm mostrado que embora as necessidades de nutrientes das espécies florestais sejam comparativamente muito menores do que as das culturas agrícolas, a prática de fertilização mineral em plantações florestais tem frequentemente grande relevância

porque em regra os solos florestais são normalmente de baixa fertilidade natural. Assim, as práticas de fertilização, para além de permitirem corrigir o défice nutricional existente em cada caso, melhoram também o balanço geoquímico de nutrientes nos ecossistemas de produção florestal, contribuindo para melhorar a qualidade do ambiente como um todo porque i) corrigem a fertilidade do solo e repõem a quantidade de nutrientes extraída do solo via exploração florestal e ii) proporcionam maior exuberância e cobertura vegetal do terreno, contribuindo assim para reduzir os riscos de erosão e aumentar a capacidade de retenção de água do solo, para além de aumentar o teor de matéria orgânica do solo via aumento da produção de biomassa, comparativamente a terrenos com menor ou sem cobertura vegetal.

Neste sentido, alguns estudos têm demonstrado que a con-

dução de povoamentos de eucalipto potencia a acumulação de nutrientes por incorporação de matéria orgânica produzida (Madeira 1986, Cortez 1996, Madeira *et al* 2007, Soares *et al* 2007) e que a abundância de raízes finas na camada superficial do solo otimiza a absorção de nutrientes e minimiza possíveis perdas (Pereira 2007). Em solos pobres e esqueléticos, que ocorrem com frequência em Portugal, o cultivo do eucalipto possibilita, através da mobilização dos horizontes subsuperficiais, o desenvolvimento de perfis do solo mais férteis (Madeira *et al* 2007, Soares *et al* 2007).

Comparativamente a outras espécies, o eucalipto possui características morfológicas e funcionais que lhe permitem uma elevada eficiência de uso de nutrientes minerais para produzir biomassa (Pereira 2007). A acumulação média de biomassa nos diferentes componentes é proporcional à sua taxa de produtividade e, na fase adulta, é de aproximadamente 84 % para madeira e casca e 16 % para folhas e ramos (Fabres 2003, Castro 2012). A distribuição dos nutrientes nos diferentes componentes da planta é variável, como demonstrado por Fabres 2003 e corroborado por Pereira *et al* (1994), Cortez (1996) e Madeira *et al* (2002). Uma parte considerável dos nutrientes encontra-se na copa das plantas, o que permite a sua permanência no terreno aquando da exploração dos povoamentos, dependendo da intensidade dessa prática, favorecendo os processos de transferência interna de nutrientes no sistema solo-planta. Numa análise comparativa entre espécies florestais e agrícolas, com base em literatura, verifica-se que a exportação de nutrientes pelo eucalipto é superior a *Pinus pinaster* e *Pinus radiata*, conduzidos num ciclo mais longo, mas inferior a algumas culturas agrícolas de referência em Portugal. O eucaliptal representa, em média, uma exportação de cerca de 6 % do azoto, 4 % do fósforo e 5 % do potássio extraído pelo milho grão. Em comparação com o trigo, o eucalipto exporta 17 % do azoto, 10 % do fósforo e 11 % do potássio.

Não obstante essas vantagens comparativas, a literatura tem relatado impactos do cultivo do eucalipto na qualidade do solo. Os efeitos prendem-se essencialmente com uma possível degradação física do solo (alteração de características físicas ou perda de volume útil por erosão) e a diminuição da sua fertili-

dade. O uso mais intensivo do solo, com rotações curtas e acção de maquinaria, pode proporcionar alterações nas características físicas do solo (Brady and Weil 1999 in Madeira 2007). Este facto foi observado por Madeira (1989), comparando solos sob povoamentos de eucalipto, pinheiro bravo e sobreiro, embora as diferenças não fossem acentuadas entre as espécies (massa volúmica e agregação de partículas). À semelhança do esperado para o cultivo de outras espécies florestais, os efeitos do eucalipto sobre a escorrência superficial da água e processos erosivos dependem das condições de clima, declive das encostas e coberto vegetal. Uma maior exposição do solo pode promover uma maior escorrência superficial de água e maior risco de erosão. Soares *et al* (2007) referem também que as espécies de rápido crescimento apresentam neste campo alguma vantagem ao encurtar os períodos de maior risco, principalmente se houver condução em talhadia. As suas copas crescem mais rapidamente, protegendo o solo do impacto direto das gotas de água. A intensidade das práticas silvícolas assume assim especial relevância na eventual degradação física do solo, independentemente da espécie, afetando também de forma negativa o teor de carbono orgânico do solo (Madeira *et al* 2007), devendo cingir-se ao mínimo necessário. Uma dessas práticas corresponde à preparação do terreno para plantação, devendo a tomada de decisão sobre esta atividade ser suportada nas características do perfil do solo e da rocha originária (Madeira 1989).

Não há uma resposta única e definitiva sobre o impacto que o cultivo do eucalipto provoca no solo, como referem Madeira *et al* (2007) in “O Eucaliptal em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica”, mas sim vários cenários possíveis mediante o modelo de gestão silvícola adotado (Silva *et al* 2007). De facto, as plantações de eucalipto podem proporcionar a melhoria na qualidade do solo (Madeira 1986, Soares *et al* 2007) ou a sua remediação (Davidson 198, in Madeira *et al* 2007). Neste sentido, a resposta a esta questão passa pela gestão silvícola adequada, suportada em investigação fundamental e aplicada que permita ajustar as práticas silvícolas aos diferentes ambientes edafoclimáticos para a espécie em Portugal. Mais especificamente, é necessário conhecer as exigências da espécie, os ambientes com potencial para o seu cultivo e a eficiência das práticas silvícolas.

- Brady NC, Weil RR (1999) *The Nature and Properties of Soils* (12th Edition). NJ: Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Castro VJM (2012) *Nutrição mineral em Eucalyptus globulus Labill. – Fertilização e exportação de nutrientes*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, UTAD. 104 pp.
- Cortez, N. R. S. (1996) *Compartimentos e ciclos de nutrientes em plantações de Eucalyptus globulus Labill, ssp. Globulus e Pinus pinaster Aiton*. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa, ISA. Lisboa, 317 pp.
- Davidson J (1985) *Setting aside the idea that Eucalyptus are always bad*. Working Paper No 10, UNDP/FAO project Bangladesh BGD/79/017.
- Dias J S (1997). *Código de boas práticas agrícolas*. Laboratório Químico-Agrícola Rebelo Da Silva, Lisboa.
- Fabres AS (2003) *Aspectos Nutricionais de Eucalyptus Globulus Em Portugal*. 1º Simpósio Iberoamericano de Eucalyptus globulus, de 30 a 31 de Outubro de 2003, em Montevideo, Uruguay.
- Fabres AS, Rafael J, Borralho N, Ferreira D, Barrocas H (2004) *Soil fertility evaluation for Eucalyptus globulus in Portugal: Establishment and maintenance critical levels of phosphorus, potassium, calcium and magnesium*. In Borralho N et al (2004) *Eucalyptus in a changing world*. Proceedings of IUFR0 Conference, Aveiro, pp. 551-559.
- Fabres AS, Ferreira D (2005) *“Avaliação da fertilidade do solo para a cultura de Eucalyptus globulus em Portugal – Ferramentas de diagnóstico e ganhos de produtividade florestal pela prática da fertilização mineral”*. Proceeding. 19ª Conferência e exibição da TECNICELPA. Viana do Castelo. pp. 371-378.
- FAO (1998) *World reference base for soil resources, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Soil Resources Reports*, 84, FAO, ISRIC & ISSS.
- GONÇALVES J L M, ALVARES, C A, BEHLING M, ALVES J M, PIZZI G T (2014) *Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos*. Scientia Forestalis (IPEF) v. 42, p. 411.
- Madeira M (1989) *Changes in soil properties under Eucalyptus plantations in Portugal*. In Pereira JS, Landsberg JJ (Eds), *Biomass Production by Fast-growing Trees*. pp. 81-89. Dordrecht, Kluwer Academic publishers.
- Madeira M, Cortez N, Azevedo A, Magalhães MC, Ribeiro C, Fabião A (2007) *As plantações de eucalipto e o solo (Capítulo 5)* in Alves AM, Pereira JS, Silva JMN (Eds) *O Eucaliptal em Portugal – Impactes Ambientais e Investigação científica*, ISAPress 2007, Lisboa.
- Madeira MV, Fabião A, Pereira JS, Araújo MC, Ribeiro C (2002) *Changes in carbon stocks in Eucalyptus globulus Labill. plantations induced by different water and nutrient availability*. *Forest Ecology and Management* 171 (2002) 75-85.
- Madeira, M. A. V. (1986). *Influência dos povoamentos de eucalipto (Eucalyptus globulus Labill.) no solo, comparativamente aos povoamentos de sobreiros (Quercus suber L.) e de pinheiro (Pinus pinaster Ait.)*. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa, 282 pp..
- Merino A, Balboa MA, Soalleiro RR, González JÁ (2005). *Nutrient exports under different harvesting regimes in fast-growing forest plantations in southern Europe*. *Forest Ecology and Management*, 207(3), 325-339.
- Pacheco C, Vieira S, Santos F, Neves N, Curado F, Rodrigues S, Calouro F (2004) *Exportação de nutrientes pelos frutos e lenha de poda de pomares de Actinidia deliciosa da Beira Litoral*. X Simpósio Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas, Lisboa, 2004, pp. 263-269.
- Pereira JS (2014) *O Futuro da floresta em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa 110 p.
- Pereira JS (2007) *Uma espécie altamente produtiva*. In Silva JS (Ed.) *Árvores e florestas de Portugal: pinhais e eucaliptais, a floresta cultivada*. Jornal Público, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa, p. 167-184. ISBN 978-989-619-101-6.
- Pereira JS, Madeira MV, Linder S, Ericsson T, Tomé M, Araújo MC (1994) *Biomass production with optimised nutrition in Eucalyptus globulus plantations*. In: J.S. Pereira & H. Pereira (Eds) *Eucalyptus for Biomass Production*, p: 13-30. Comission of the European Communities, Brussels.
- Silva JA, Sequeira E, Catry F, Aguiar C (2007). *Os contras*. In Silva JS (Ed.) *Árvores e florestas de Portugal: pinhais e eucaliptais, a floresta cultivada*. Jornal Público, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa, p. 221-259. ISBN 978-989-619-101-6
- Soares J, Leal L, Canaveira P, Goes F, Fialho A (2007) *Porquê cultivar o eucalipto?* In Silva JS (Ed.) *Árvores e florestas de Portugal: pinhais e eucaliptais, a floresta cultivada*. Jornal Público, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa, p. 185-220. ISBN 978-989-619-101-6

CAPÍTULO 4

O EUCALIPTO

E A BIODIVERSIDADE





O Eucalipto e a Biodiversidade

- Nos eucaliptais há um decréscimo da proporção de solo coberto pela vegetação espontânea, que não é acompanhado por uma alteração significativa do número de espécies presentes, nem por uma perda de diversidade específica (Fabião et al 2007).
- Elementos como a vegetação ripícola e as faixas de vegetação autóctone adjacentes às plantações são valiosos para a conservação da biodiversidade (Lindenmayer *et al* 2003, Carnus *et al* 2006, Brockerhoff et al 2012).
- Os resultados apontam para a necessidade de se encarar a conservação da densidade específica e a sustentabilidade da gestão florestal de acordo com uma perspetiva regional, de forma a preservar, à escala da paisagem, mosaicos de coberto de diversos tipos (Fabião et al 2007). Nestes povoamentos de cultura intensiva, não é a espécie nem tão pouco a arborização em pequena escala que constituem o problema mais preocupante para a diversidade faunística. Mais relevante será a falta de planeamento ao nível da paisagem rural ou florestal (Onofre N 2007).



A conservação da biodiversidade é parte integrante do paradigma atual de gestão florestal, e em áreas extensas há que considerar o equilíbrio entre os diversos valores de uso da terra e a produção de madeira. Há vantagens em manter alguns elementos de biodiversidade, com benefício da produtividade e da manutenção de processos chave, como o controlo de pragas. A conservação da biodiversidade pode ser conseguida nas plantações mantendo uma complexidade da paisagem e da estrutura das parcelas (Lindenmayer et al 2003). Nos ecossistemas florestais, esta importância tem sido enfatizada ao nível político, através de várias convenções e acordos (e.g. Processos de Montreal e Pan-Europeu), e ao nível comercial, como parte de processos de certificação (e.g. *Forest Stewardship Council e Programme for the Endorsement of Forest Certification*) (Carnus et al 2006).

Como qualquer área de plantação, uma floresta plantada pode conter um menor número de espécies, relativamente à floresta nativa no mesmo local. No entanto, é comum as florestas plantadas substituírem outros ecossistemas degradados pelo homem (e.g. pastos abandonados), suportando maior diversidade biológica que estes. As florestas plantadas podem também ter um papel tampão e de ligação, importante, relativamente a áreas de floresta nativa (existentes ou a recuperar). Esta função pode apoiar a sustentabilidade de ecossistemas agrícolas e outros usos da terra (Carnus et al 2006).

Relativamente à vegetação, as operações de silvicultura e gestão florestal (e.g. mobilização de solo, controlo da vegetação, rotações curtas) impactam diretamente no subcoberto (Fabião et al 2002, Carnus et al 2006, Calviño-Cancela et al 2012). Nas

plantações recentes, predominam espécies vegetais pioneiras, como tojos ou urzes, típicas das fases iniciais das sucessões ecológicas. À medida que as copas dos eucaliptos se tornam mais densas e o ensombramento aumenta, as espécies mais dependentes da luz dão lugar a espécies mais tolerantes à sombra ou mais típicas dos *habitats* naturais (e.g. *Castanea sativa*, *Quercus* spp.) (Fabião et al 2007, Calviño-Cancela et al 2012). Por sua vez, a complexidade estrutural da vegetação é frequentemente um bom indicador da diversidade de outros organismos, como répteis, anfíbios, aves, mamíferos, artrópodes ou fungos (Carnus et al 2006, Santana 2009, Brockerhoff et al 2012, Castagneyrol e Jactel 2012).

A diversidade de alguns grupos de animais é elevada nas plantações de eucalipto. Por exemplo, em Portugal, o eucalipto, devido às características da sua casca, constitui um local de abrigo preferencial para uma grande diversidade de espécies de insetos, por comparação com espécies como o sobreiro (Pinheiro e Guimarães 1970). Inversamente, as comunidades de aves são habitualmente mais pobres nos eucaliptais do que em outros *habitats* (Pina 1989, Proença et al 2010, Matos 2011). Também os invertebrados aquáticos (insetos e crustáceos) encontrados nas linhas de água que atravessam plantações de eucalipto são menos abundantes do que em *habitats* naturais (Larrañaga et al 2009). No entanto, os mesmos autores referem que, em áreas heterogêneas contendo porções de florestas naturais, os níveis de diversidade nas florestas plantadas deixam de ser afetados.

Em concreto, em Portugal, as plantações de eucalipto contribuem para a preservação de espécies com elevado valor de conservação. É o caso da águia de Bonelli (*Hieraetus fasciatus*), espécie com estatuto “Em perigo”, que utiliza os eucaliptais como *habitats* para nidificação (Ferreira 2011) e caça (Palma et al 2006; Moleón et al 2016). Do ponto de vista dos serviços ecológicos, vários estudos identificam as flores dos eucaliptos como a principal fonte de néctar para a produção de mel em Portugal (Silva et al 2009, Feás et al 2010). É ainda de referir a importância das plantações de eucalipto como habitats para espécies com interesse cinegético, como veados (Rabalo e Borralho 1997).



Em áreas com forte intervenção humana, como é frequente em Portugal, as comunidades vegetais nativas podem ser vistas como fragmentos de *habitat* adequado rodeadas por uma matriz de áreas urbanizadas, terrenos agrícolas e plantações florestais, constituindo um mosaico paisagístico (Calviño-Cancela et al 2012). Elementos como a vegetação ripícola e as faixas de vegetação autóctone adjacentes às plantações são valiosos para a conservação da biodiversidade, pelo que importa protegê-los e restaurá-los. Também a criação de mosaicos de plantações com diversas espécies florestais de várias idades contribui para a diversificação dos *habitats*, aumentando o seu valor de conservação (Lindenmayer et al 2003, Carnus et al 2006, Brockerhoff et al 2012).

As plantações florestais podem ainda aumentar a conectividade entre *habitats* naturais, favorecendo a dispersão e persistência de espécies à escala regional em paisagens dominadas por pastagens ou áreas agrícolas (Hartley 2002, Carnus et al 2006, Calviño-Cancela et al 2012).

É consensual que as plantações se podem tornar *habitats* mais favoráveis se geridas de forma apropriada (Araújo 1995, Calviño-Cancela et al 2012), e numa ótica de gestão florestal sustentável, que compatibilize a produtividade florestal com a preservação dos valores naturais, e a biodiversidade pode ser promovida ao nível da paisagem.



Araújo MB (1995) The effect of *Eucalyptus globulus* Labill. Plantations on biodiversity: a case study in Serra de Portel (South Portugal). Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação. University College London. RU. 62 pp.

Barrocas HM, Gama MM, Sousa JP, Ferreira CS (1998) Impact of reforestation with *Eucalyptus globulus* Labill. On the edaphic collembolan fauna of Serra de Monchique (Algarve, Portugal). *Miscellanea Zoológica* 21(2):9-23.

Brockerhoff EG, Jactel H, Parrotta JA, Ferraz SFB (2012) Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. *For Ecol and Management* 301:43-50

Calviño-Cancela M, · Rubido-Bará M, · van Etten, E, (2012) Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? , Apr 2012 *Forest Ecology and Management*

Carnus JM, Parrotta J, Brockerhoff E, Arbez M, Jactel H, Kremer A, Lamb D, O'Hara K, Walters B (2006) Planted Forests and Biodiversity. *Journal of Forestry* 104(2):65-77.

Castagneyrol B, Jactel H (2012) Unravelling plant-animal diversity relationships: a meta-regression analysis. *Ecology* 93(9): 2115-2124.

Fabião A, Madeira M, Carneiro M, Lousã M (2007) Os impactos do eucaliptal na biodiversidade da vegetação sob coberto. In: Alves AM, Pereira JS, Silva JMN (Eds) *O eucaliptal em Portugal: impactos ambientais e investigação científica*. ISAPress, Lisboa, pp.177-206.

Fabião A, Martins MC, Cerveira C, Santos C, Lousã M, Madeira M, Correia A (2002) Influence of soil and organic residue management on biomass and biodiversity of understory vegetation in a *Eucalyptus globulus* Labill. Plantation. *Forest Ecology and Management* 171:87-100.

Feás X, Pires J, Estevinho ML, Iglesias A, Araújo JPP (2010) Palynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. *Int J of Food Sci and Technology* 45:1255-1262.



CAPÍTULO 5

O EUCALIPTO E O FOGO



O Eucalipto e o Fogo

- Não é por haver pinheiros ou eucaliptos que há fogos. Os incêndios formam-se na sequência do abandono da agricultura tradicional (Moreira *et al* 2011) e da floresta que a completava, da ausência generalizada de práticas de silvicultura dos espaços florestais e de políticas públicas que privilegiaram o combate em detrimento da prevenção - educação e gestão florestal (Collins *et al* 2013).

- Em Portugal, nas áreas com gestão profissional de eucaliptais, pinhais ou montado o perigo de incêndio é deliberadamente reduzido através da gestão ativa, leia-se, pessoas a cuidar e a limpar os matos. Nestas áreas os incêndios são menos frequentes e as suas consequências menores.



É conhecido que uma paisagem mais diversa, com manchas de ocupação múltiplas, é mais “resistente” ao fogo, ocorrendo este em menores áreas e com menor frequência. Para que esta afirmação seja verdadeira, considerando o nosso clima, a orografia e a vegetação, é necessário que as áreas sejam geridas. Caso contrário, sem intensa e recorrente atividade humana ou animal, o território acumula combustível, quer se trate de áreas de mato, olival tradicional, sobreiral, azinhal, carvalhal, castinçal, pinhal, eucaliptal e ou áreas agrícolas. Em Portugal, a maior expressão da área ardida, quer em proporção do total ardido quer em incidência da área por tipo de ocupação do solo, é em matos.

Estudando a seletividade dos fogos e o uso do solo em Portugal, Moreira *et al* (2009) referem a preferência pelos matos e áreas arborizadas de pinhais e eucaliptais. Os incêndios enquanto são pequenos preferem matos e pinhais, mas ao tornarem-se grandes a seletividade diminui para qualquer tipo de uso de solo (Barros & Pereira 2014). Dados nacionais entre 1980 e 1999 (Pereira *et al* 2005) demonstram que mais de 80% da variabilidade inter-anual de área ardida é explicada pelas condições meteorológicas. Ou seja, tudo o resto que pode ser diferente (intensidade da prevenção ou combate) tem, num enquadramento geral, uma baixa relevância na dimensão do fenómeno.

À arborização está associado um acréscimo do risco de incêndio, pela maior acumulação de biomassa, mas tal por si não explica a frequência ou dimensão dos incêndios. Em condições meteorológicas extremas, que presidem aos 10% dos dias onde arde mais de 80% da área (Pereira *et al* 2005), é a estrutura dos povoamentos, mais do que as espécies que os constituem, que é relevante para a determinação do perigo (Fernandes 2009; Fernandes 2013). Ou seja, a dimensão, a forma e a carga de combustível, mais do que a espécie de árvores que lá está, é que determinam o comportamento do fogo à escala da paisagem. Este pode ser alterado, isto é, reduzido através da modificação do contínuo vertical e horizontal do complexo árvore-arbusto-folhada (estrutura dos combustíveis), atuando à escala do povoamento através de desbastes, desramas, fogo controlado ou corte mecânico (Agee & Skinner 2005). Mas estes tratamentos só alteram o risco à escala da paisagem, quando a área de intervenção representa 20 a 30% do território a tratar (Finney *et al* 2007, Price 2012), como demonstrado em diversos estudos na Austrália (e.g. Boer *et al* 2009).

Em Portugal, nas áreas com gestão profissional de eucaliptais, pinhais ou montado o perigo de incêndio é deliberadamente reduzido através da gestão ativa, leia-se, pessoas a cuidar (vigiar a floresta) e a limpar os matos (menos carga combustí-

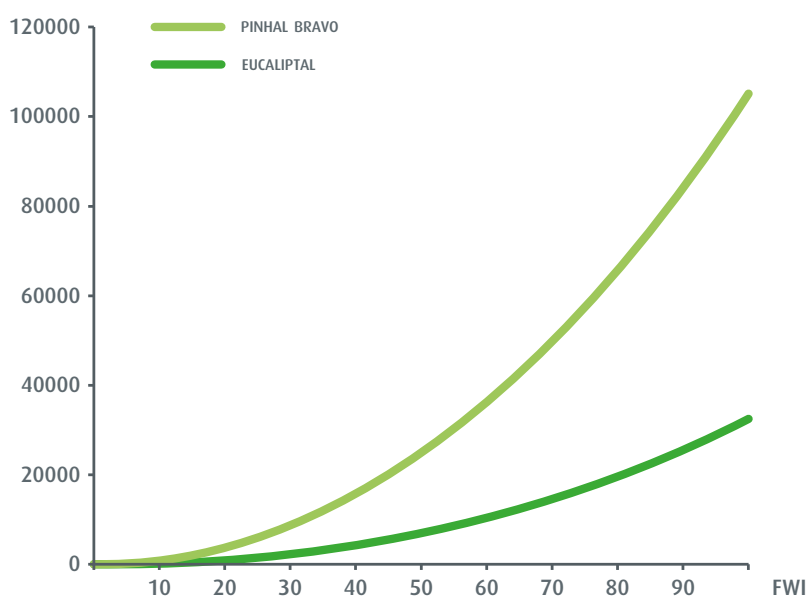
vel). Nestas áreas os incêndios são menos frequentes e as suas consequências menores. Muitas vezes estas áreas constituem até oportunidades seguras para parar grandes incêndios.

Poucos estudos existem que caracterizem a estrutura de combustíveis no eucaliptal português (Fernandes *et al* 2011a). Sabe-se que para as mesmas condições meteorológicas, florestas industriais geridas libertam menor intensidade de energia que o pinhal, como se exhibe na figura em baixo (Fernandes 2011b). Ou seja, os meios de combate são mais eficazes porque há menos libertação de energia e a propagação por copas e projeções é minimizada pela gestão antecipada de combustíveis.

Não é por haver pinheiros ou eucaliptos que há fogos, grandes ou pequenos. Como se referiu atrás, é a estrutura e o mosaico de combustível que se estende pela paisagem, que determina

o perigo. Assim, concentrar a discussão do problema do fogo na espécie é falacioso, pois escamoteia as verdadeiras causas por detrás do problema. Os incêndios, primeiro pequenos e depois grandes, formam-se na sequência do abandono da agricultura tradicional (Moreira *et al* 2011) e da floresta que a completava, da ausência generalizada de práticas de silvicultura dos espaços florestais e de políticas públicas que privilegiaram o combate (em detrimento da prevenção - educação e gestão florestal (Collins *et al* 2013). Do fim do mosaico da paisagem tradicional resultaram áreas contínuas de matos e de florestas sem gestão, sobre as quais se fomentou uma extensa e dispersa malha urbana. Num território não cuidado, o número de ignições (negligentes, intencionais e acidentais) aumentou, levando à implementação de um sistema que pretensamente defenderia a floresta contra incêndios, mas se extingue na salvaguarda de aldeias e pessoas.

Intensidade frontal (kW/m)



Comparação entre a intensidade frontal da cabeça do incêndio FWI em floresta de *Eucalyptus globulus* e em Pinhal bravo

Agee JK, Skinner CN (2005) Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management* 211, 83-96.

Barros, A. M., & Pereira, J. M. (2014). Wildfire selectivity for land cover type: does size matter?. *PloS one*, 9(1), e84760.

Boer MM, Sadler RJ, Wittkuhn RS, McCaw L, Grierson PF (2009) Long-term impacts of prescribed burning on regional extent and incidence of wildfires—evidence from 50 years of active fire management in SW Australian forests. *Forest Ecology and Management* 259, 132-142.

Collins, R. D., de Neufville, R., Claro, J., Oliveira, T., & Pacheco, A. P. (2013). Forest fire management to avoid unintended consequences: A case study of Portugal using system dynamics. *Journal of environmental management*, 130, 1-9.

Fernandes, P., 2009. Combining forest structure data and fuel modelling to classify fire hazard in Portugal. *Annals of Forest Science*, 66.

Fernandes, P.M. 2011b. Classificação do perigo meteorológico de incêndio para floresta industrial de eucalipto. Relatório para a Afocelca /GPS. UTAD, Vila Real.

Fernandes, P. M. (2013). Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110, 175-182.

Fernandes, P. M., Loureiro, C., Palheiro, P., Vale-Gonçalves, H., Fernandes, M. M., & Cruz, M. G. (2011a). Fuels and fire hazard in blue gum (*Eucalyptus globulus*) stands in Portugal. *Boletín del CIDEU* 10: 53-61

Finney MA, Seli RC, McHugh CW, Ager AA, Bahro B, Agee JK (2007) Simulation of long-term landscape-level fuel treatment effects on large wildfires. *International Journal of Wildland Fire* 16, 712-727.

Moreira, F., Vaz, P., Catry, F., & Silva, J. S. (2009). Regional variations in wildfire susceptibility of land-cover types in Portugal: implications for landscape management to minimize fire hazard. *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 563-574.

Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., ... & Mouillot, F. (2011). Landscape-wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management. *Journal of environmental management*, 92(10), 2389-2402. Pereira, M. G., Trigo, R. M., da Camara, C. C., Pereira, J. M., & Leite, S. M. (2005). Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal. *Agricultural and Forest Meteorology*, 129(1), 11-25. Price OF (2012) The drivers of effectiveness of prescribed fire treatment. *Forest Science* 58, 606-617.





CAPÍTULO 6

O EUCALIPTO

É UMA ESPÉCIE INVASORA?



O Eucalipto é uma Espécie Invasora?

- *Eucalyptus globulus*, nativo da Austrália, é uma das espécies florestais plantadas mais importantes em todo o mundo (Potts et al 2004). Foi introduzida em Portugal em meados do século XIX e, cerca de um século depois, dá-se a sua expansão pelo país, graças a sua adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima e à excelente qualidade da sua madeira para produção de pasta e papel.

- O facto de o eucalipto estar bem adaptado é muitas vezes confundido com um eventual comportamento invasor da espécie. O sucesso do género *Eucalyptus* na colonização de *habitats* naturais (sem intervenção humana) é limitado. As plântulas de eucalipto raramente são encontradas além dos limites das plantações.

- Em Portugal, foi quantificada a capacidade de colonização de *habitats* naturais adjacentes a plantações de *E. globulus*. Observou-se que a regeneração natural é um fenómeno raro e que ocorre maioritariamente no interior das plantações. A regeneração natural de *E. globulus* distingue-se, assim, dos padrões de dispersão típicos das espécies invasoras (Fernandes et al 2013, 2014b), que se estabelecem a longas distâncias e em grande número, com impactes ambientais e sociais indesejáveis. O crescimento das áreas de *E. globulus* no país resulta, portanto, da preferência dada a esta espécie para plantação, dado o seu desempenho e importância económica, comparativamente com outras espécies florestais (Alves et al 2007).



Eucalyptus globulus, nativo da Austrália, é uma das espécies florestais plantadas mais importantes em todo o mundo (Potts et al 2004). Foi introduzida em Portugal em meados do século XIX e, cerca de um século depois, dá-se a sua generalização pelo país, em resultado do desenvolvimento da indústria da pasta e do papel (Alves et al 2007). Desde então, a espécie *E. globulus* tem tido um papel fundamental na economia nacional, representando actualmente 26% da cobertura florestal (ICNF 2013). O crescimento em área do eucalipto em Portugal deveu-se a razões tecnológicas e económico-sociais, designadamente, à elevada qualidade da madeira de *E. globulus* para

pasta, ao potencial florestal que exhibe em muitas regiões do país e às possibilidades de intensificação do cultivo, através de silvicultura e melhoramento genético (Alves et al 2007).

A área de actual ocupação de *E. globulus* em Portugal resulta, portanto, da preferência dada a esta espécie para plantação, dada a sua importância económica e o seu desempenho comparativamente com outras espécies florestais. O facto de o eucalipto estar bem adaptado a grande parte das condições de clima e solo do país e de evidenciar uma ampla distribuição em território nacional é muitas vezes confundido com um

eventual comportamento invasor da espécie. Foi publicado um guia de campo que definiu o eucalipto nessa categoria (Marchante, 2008), o que causou alguma perplexidade e suscitou novos estudos.

O risco de colonização de *habitats* naturais por espécies exóticas plantadas constitui um tema ambiental em destaque nos últimos anos (Richardson 1998, Essl *et al* 2010, Richardson e Rejmánek 2011, Dodet e Collet 2012). No entanto, a investigação desenvolvida sobre este tema está essencialmente focada em dois géneros de árvores, *Pinus* e *Acacia* (Richardson e Rejmánek 2011). Em relação ao género *Eucalyptus*, esta questão é raramente colocada, refletindo o baixo grau de preocupação relativamente ao potencial invasor deste grupo de plantas. Em Portugal, as espécies invasoras e as que comportam risco ecológico estão definidas por lei (DL 565/99), e acertadamente não há qualquer espécie de eucalipto incluída nessas categorias.

O sucesso do género *Eucalyptus* na colonização de *habitats* naturais (sem intervenção humana) é limitado, ao contrário do que se poderia esperar tendo em conta a elevada produção de sementes, crescimento rápido e adaptabilidade (Richardson 1998). De facto, as plântulas de eucalipto raramente são encontradas além dos limites das plantações e a sua regeneração natural é esporádica, como é reportado para a Califórnia, África do Sul e Brasil (Rejmánek e Richardson 2011, Silva *et al* 2011, Callaham *et al* 2013). Para tal contribuem em grande medida características das suas sementes, que diferenciam os eucaliptos das espécies florestais consideradas invasoras: (1) as sementes possuem poucas reservas energéticas, o que limita a sua germinação e o desenvolvimento das plântulas; (2) a germinação das sementes depende de condições internas e externas específicas, o que resulta em elevada mortalidade; e (3) a dispersão das sementes é fisicamente limitada, ocor-

rendo por gravidade e geralmente muito próximo da árvore que as originou (Richardson e Rejmánek 2011). Pode ainda acrescentar-se que, em Portugal, o eucalipto é atacado por diversas pragas e doenças, que afetam o seu vigor, sobrevivência e crescimento, dificultando o estabelecimento da espécie na ausência de ações de controlo e de silvicultura (Evangelista e Valente, 2008).

Apesar das limitações da espécie *E. globulus* em colonizar novas áreas, podem encontrar-se zonas mais favoráveis ao seu estabelecimento natural como, por exemplo, as faixas entre plantações de eucalipto e estradas (Catry *et al* 2015). Estas zonas caracterizam-se por elevada perturbação e baixa biodiversidade, sendo favoráveis à regeneração natural por sementes, seja de eucalipto ou de outras espécies florestais.

Em Portugal, foi quantificada a capacidade de colonização de *habitats* naturais adjacentes a plantações por *E. globulus*. Observou-se que a regeneração natural é um fenómeno raro e que ocorre maioritariamente no interior das plantações (Fernandes *et al* 2014b). Assim, a regeneração natural de *E. globulus* distingue-se dos padrões de dispersão típicos das espécies invasoras (Fernandes *et al* 2013, 2014b), que se estabelecem a longas distâncias e em grande número, com impactes ambientais e sociais indesejáveis. Quando comparado o potencial de regeneração de *E. globulus* com o de uma outra espécie florestal amplamente usada em Portugal, o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), verificou-se que a densidade de plântulas de *E. globulus* era onze vezes inferior à de pinheiro (Fernandes *et al* 2013, 2014a). De facto, a elevada capacidade de pinheiro-bravo para colonizar terrenos agrícolas abandonados terá sido responsável por uma parte muito substancial da área que atualmente ocupa (ISA 2005), o que contrasta com a dispersão do eucalipto, que foi realizada por plantação.

- Alves AM, Pereira JS, Silva JMN (2007) A introdução e a expansão do eucalipto em Portugal. In: Alves AM, Pereira JS, Silva JMN (Eds) O eucalipto em Portugal: impactos ambientais e investigação científica. ISA-Press, Lisboa, pp.13-24.
- Callaham MJ, Stanturf JA, Hammond WJ, Rockwood DL, Wenk ES, O'Brien JJ (2013) Survey to Evaluate Escape of *Eucalyptus* spp. Seedlings from Plantations in Southeastern USA. *International Journal of Forest Research*. doi:10.1155/2013/946374
- Catry FX, Moreira F, Deus E, Silva JS, Águas A (2015) Assessing the extent and the environmental drivers of *Eucalyptus globulus* wildling establishment in Portugal: results from a countrywide survey. *Biological Invasions* 17:3163-3181.
- Dodet M, Collet C (2012) When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? *Biological Invasions* 14:1765-1778.
- Essl F, Moser D, Dullinger S, Mang T, Hulme PE (2010) Selection for commercial forestry determines global patterns of alien conifer invasions. *Diversity and Distributions* 16:911-921.
- Evangelista M, Valente C (2008). Gestão de pragas e doenças em pinhal e eucalipto. In Branco M., Valente C., Paiva M.R. (Eds.). *Pragas e doenças em Pinhal e Eucalipto—Desafios para a sua gestão integrada*. ISAPress, Lisboa, pp 203-216.
- Fernandes P, Máguas C, Correia O (2013) Natural expansion of *Eucalyptus globulus* in comparison to the native species *Pinus pinaster*: Do we have a potentially invasive species? 12th International Conference of Ecology and Management of Alien plant invasions. 22 a 26 de setembro, Pirenópolis, Brasil.
- Fernandes P, Máguas C, Correia O (2014a) As plantações florestais e o seu potencial invasor: Avaliação da capacidade de regeneração e expansão natural de *Eucalyptus globulus* e *Pinus pinaster* em Portugal. *Workshop "Espécies exóticas e invasoras em Portugal: Legislação, Ecologia e Controlo"*. 16 de junho de 2014. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Fernandes P, Máguas C, Correia O (2014b) Tree plantations in Southern Europe and the risk of invasion to neighbouring ecosystems. 8th International Conference on Biological Invasions - Neobiota 2014. Antalya, Turquia.
- Instituto Superior de Agronomia (2005) Perspectiva Histórica sobre a Floresta Portuguesa e a sua Defesa contra Incêndios. Anexo 1 da Proposta Técnica para o Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios. 18 pp.
- ICNF (2013) IFN6 - Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa. 34pp.
- Marchante, et al (2010) Guia Prático para a Identificação de Plantas Invasoras de Portugal Continental, ed. Imprensa da Universidade de Coimbra
- Potts, B., R. Vaillancourt, G. Jordan, G. Dutkowski, J. Silva, G. McKinnon, D. Steane, P. Volker, G. Lopez, L. Apiolaza, Y. Li, C. Marques, and N. Borralho. 2004. Exploration of the *Eucalyptus globulus* gene pool. in B. et al, editor. Proc. of IUFRO conference "Eucalyptus in a Changing World. . Aveiro, Portugal.
- Richardson DM (1998) Forestry Trees as Invasive Aliens. *Conservation Biology* 12:18-26.
- Richardson DM, Rejmánek M (2011) Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. *Diversity and Distributions* 17:788-809.
- Rejmánek M and Richardson DM (2011) *Eucalyptus*. In: Encyclopedia of biological invasions. Simberloff D, Rejmánek M (Eds). University of California Press, Berkeley, EUA pp.203-209.
- Silva PHM, Poggiani F, Sebbenn AM, Mori ES (2011) Can *Eucalyptus* invade native forest fragments close to commercial stands? *Forest Ecology and Management* 261:2075-2080.

CAPÍTULO 7

EUCALYPTUS GLOBULUS

MATÉRIA-PRIMA DE EXCELÊNCIA PARA A PRODUÇÃO
DE PASTA CELULÓSICA, PAPEL E BIOPRODUTOS





***Eucalyptus globulus*: Matéria-Prima de Excelência para a Produção de Pasta Celulósica, Papel e Bioprodutos**

- Portugal é pioneiro a nível mundial no processo de produção de pasta de eucalipto para papel pelo processo *kraft*, remontando os primeiros ensaios à década de 50.
- A madeira de *E. globulus* é uma matéria-prima com excelente aptidão para a produção de pasta e papel, apresentando elevada densidade e rendimento em pasta, e uma composição química favorável a menores consumos de produtos químicos utilizados nos processos de cozimento e branqueamento, para além de fibras que permitem a produção de vários tipos de papéis de altíssima qualidade.
- Os papéis de impressão-escrita não revestidos (e.g. papéis de escritório e para uso gráfico), produzidos em Portugal com fibra de *E. globulus*, lideram o mercado Europeu e ocupam lugar de destaque a nível mundial.
- As fábricas de pasta e papel estão gradualmente a evoluir para biorrefinarias integradas, envolvendo a produção integrada não só de pasta e papel e biocompósitos mas também de energia e combustíveis, utilizando madeira e biomassa como matérias primas. Também aqui *E. globulus* se está a revelar uma excelente espécie lenhosa para a produção de bioprodutos de fontes renováveis.



Os primeiros ensaios de produção de pasta para papel pelo processo *kraft* em Portugal, a partir de *Eucalyptus globulus*, remontam a meados dos anos 50. Portugal foi, de facto, pioneiro a nível mundial neste domínio. De imediato se revelou uma matéria prima com excelentes aptidões para a produção de pasta celulósica e, posteriormente, papel, com uma composição química muito favorável a menores consumos de produtos químicos utilizados no processo de cozimento e branqueamento (Pinto *et al* 2005), com fibras que permitem a produção de vários tipos de papéis, conferindo-lhes altíssima qualidade. Hoje em dia, os papéis de impressão-escrita não revestidos (e.g. papéis de escritório e para uso gráfico) produzidos em Portugal com fibra de *E. globulus* lideram o mercado Europeu e ocupam lugar de destaque a nível mundial.

Estas características foram cientificamente comprovadas ao longo de várias décadas de investigação e de ensaios industriais em Portugal e no estrangeiro. Os altos rendimentos de produção de *E. globulus* devem-se, em primeira instância, ao elevado teor em celulose, à estrutura das suas hemiceluloses e à estrutura peculiar da lenhina (componente responsável pela agregação das fibras da madeira e pela cor acastanhada da pasta obtida no processo de cozimento, antes de ser branqueada). De facto, a lenhina pode ser removida da madeira via cozimento, (Egas *et al* 2001) e da pasta crua (via branqueamento) em condições mais suaves e com menores cargas de produtos químicos (Pinto *et al* 2005). Os altos rendimentos de produção de pasta (massa pasta / massa de madeira), associados à sua elevada densidade (550 kg/m³, em média), permi-

tem baixos consumos específicos de madeira a nível industrial (3m3 madeira / tonelada de pasta, em média, contra 3.5-4.0 para outras espécies). À utilização de menores cargas de produtos químicos no cozimento e branqueamento está associado um menor volume de efluentes a recircular ou a tratar, o que permite às fábricas de celulose para papel nacionais consumos específicos de água de processo em média 10-15% inferiores aos de outras espécies de madeira, ao nível das melhores práticas internacionais.

A aptidão papelreira das fibras celulósicas (estruturas tubulares fusiformes, ocas, com uma parede constituída essencialmente por celulose) depende, de uma forma muito simplista e, entre outras variáveis, do número de fibras por unidade de massa da matriz fibrosa, e da relação da espessura da parede com o diâmetro da fibra. Comparativamente às espécies concorrentes, *E. globulus* possui fibras curtas de comprimento homogéneo de pequeno diâmetro e com paredes espessas, características que lhe conferem excelente aptidão papelreira, ao nível do processo e da qualidade do papel, nomeadamente em termos de resistência mecânica, massa volúmica ("bulk"), opacidade e aptidão à impressão (Martins e Sousa 2001), e que estão na base da qualidade e competitividade dos papéis de impressão-escrita nacionais, produzidos com esta espécie. A morfologia, propriedades mecânicas e composição das fibras de *E. globulus* permitem igualmente produzir papéis tissue de alta qualidade a partir desta espécie.

As fábricas de pasta e papel estão gradualmente a evoluir para biorrefinarias integradas, envolvendo a produção integrada de materiais (pasta e papel naturalmente incluídos, mas também biocompósitos, entre outros), produtos químicos, energia e combustíveis, utilizando madeira e biomassa como matérias primas. Também aqui *E. globulus* se está a revelar uma excelente espécie lenhosa para a produção de bioprodutos de fontes renováveis. Estudos recentes apontam para a biomassa de *E. globulus* poder constituir uma fonte industrial de compostos bio-ativos (fármacos, nutraceuticos etc.), nomeadamente ácidos triterpénicos, particularmente abundantes na sua casca (De Melo et al 2014), óleos essenciais essencialmente presentes nas folhas (QREN Project, Final Report 2015), novos materiais

celulósicos (incluindo nanoceluloses e biocompósitos), bio-combustíveis, bem como precursores para uma vasta gama de novos biomateriais e bioprodutos, incluindo polímeros e resinas (QREN Project, Final Report 2015). Portugal estará, neste contexto, bem posicionado para nos próximos anos assumir um papel de relevo na nova era da bioeconomia.



Pinto P, Evtuguin D, Pascoal Neto C (2005). Effect of structural features of wood biopolymers on hardwood pulping and bleaching performance. Ind. Eng. Chem. Res. 44, 9777-9784.

Pascoal Neto C, Evtuguin D, Pinto P, Silvestre A, Freire C (2005). Química da madeira de *Eucalyptus globulus*: especificidades e impacto nos processos de cozimento e de branqueamento. Pasta e Papel, 32-42.

Egas APV, Simao JPF, Costa IMM, Francisco SCP, Castro, JAAM (2002). Experimental methodology for heterogeneous studies in pulping of wood. Ind. Eng. Chem. Res., 41, 2529-2534.

Martins A, Mendes de Sousa AP (2001). The eucalyptus effect. Pulp & Paper Europe, paperloop.com.

De Melo MMR, Domingues RMA, Sova M, Lack E, Seidlitz H, Lang, Silvestre AJD, Silva CM (2014). Scale-up studies of the supercritical fluid extraction of triterpenic acids from *Eucalyptus globulus* bark. Journal of Supercritical Fluids, 95, 44-50.

Luis A, Duarte A, Gominho J, Domingues F, Duarte AP (2016). Chemical composition, antioxidant, antibacterial and anti-quorum sensing activities of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus radiata* essential oils. Industrial Crops and Products, 79, 274-282.

NMC – New Cellulosic Materials, QREN project, Final Report, October, 2015.

Bio-Blocks, QREN project, Final Report, October, 2015.

FICHA TÉCNICA

TÍTULO

A sustentabilidade das plantações de eucalipto em Portugal

DOCUMENTO REALIZADO POR

CELPA - Associação da Indústria Papeleira

COLABORADORES NOS TEXTOS

RAIZ - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO DA FLORESTA E PAPEL:

Carlos Pascoal Neto

Carlos Valente

Catarina Gonçalves

Cristina Marques

Daniela Ferreira

Luis Fontes

Sérgio Fabres

Sofia Corticeiro

THE NAVIGATOR COMPANY:

João Lé

José Luis Carvalho

Tiago Oliveira

CONCEÇÃO CRIATIVA E DESIGN GRÁFICO:

Mancha Criativa - Design e Comunicação, Lda.

IMPRESSÃO E ACABAMENTO:

Ondagrafe

FOTOGRAFIA:

Banco de imagens da Celpa
e The Navigator Company

TIPO DE PAPEL:

Soporset

Lisboa, Março de 2016



CELPA

Associação da Indústria Papeleira

Associação da Indústria Papeleira – CELPA
R. Marquês de Sá da Bandeira, 74 – 2º
1069-076 LISBOA
Tel.: +351 217 611 510
Fax: +351 217 611 511
celpa@celpa.pt