

Pragas e Doenças Associadas aos Eucaliptos

CAPÍTULO VII

Pragas e Doenças Associadas aos Eucaliptos

Carlos Valente¹, Catarina Gonçalves¹, José Vasques², Ana Catarina Manta², Helena Bragança^{3,4}, Manuela Branco⁵

¹RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel, Quinta de S. Francisco, 3800-783 AVEIRO

*carlos.valente@thenavigatorcompany.com

²Navigator Forest Portugal, Mitrena Apartado 55, 2901-861 SETÚBAL

³Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária I.P., Quinta do Marquês, 2780-159 OEIRAS

⁴GREEN-IT Bioresources for Sustainability, ITQB NOVA, Av. da República, 2780-157 OEIRAS

⁵Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

Sumário. Os principais problemas de origem biótica que afetam os eucaliptos são causados por insetos e fungos. Muitos destes agentes bióticos são nativos da Austrália, região de origem dos próprios eucaliptos, com os quais estas espécies coevoluíram. Em Portugal, acompanhando a tendência global, o número de novas pragas e doenças associadas aos eucaliptos tem vindo a aumentar nos últimos 50 anos, o que se justifica pela crescente circulação de pessoas e bens. Em alguns casos, as perdas económicas que estes agentes bióticos provocam são severas e os seus impactes ameaçam a sustentabilidade das plantações florestais. Para controlar estes problemas, recorre-se principalmente ao controlo biológico clássico, com inimigos naturais provenientes da Austrália, à seleção e plantação de eucaliptos menos suscetíveis e à aplicação de produtos fitofarmacêuticos. Mantendo-se a tendência de aumento do número de pragas e doenças observada nas últimas décadas, é expectável que mais problemas fitossanitários venham a surgir em Portugal. Como consequência, os custos da gestão florestal, associados às

medidas de prevenção e controlo, tenderão a aumentar. Para fazer face a esta ameaça, é necessário reforçar a coordenação de esforços a nível nacional e internacional, para minimizar a dispersão das pragas e doenças para novos territórios, desenvolver estratégias de controlo adequadas e garantir a sua correta e oportuna implementação. Com o presente trabalho, pretende-se fazer uma revisão sobre as pragas e doenças que afetam os eucaliptos em Portugal e refletir sobre os desafios que se colocam à sua gestão.

Palavras-chave: Espécies invasoras, controlo biológico, melhoramento genético, proteção integrada, *Eucalyptus globulus*

Pests and diseases affecting eucalypts

Abstract. Insects and fungi are the main pests and diseases affecting eucalypts. Many of these agents are native to Australia, the region of origin of eucalypts, with which these species coevolved. In Portugal, the number of new pests and diseases associated with eucalypts has been increasing in the last 50 years. This rise is a global trend that can be explained by the increasing circulation of people and goods. Economic losses caused by biotic agents may be important, and can threaten the sustainability of forest plantations. The main control methods usually employed against these biotic agents are: i) classical biological control, with natural enemies from Australia; ii) selecting and planting less susceptible eucalyptus; and iii) applying pesticides. Since the number of pests and diseases is increasing in recent decades, more biotic agents are expected to be detected in Portugal in the coming years. As a result, the cost of forest management, associated with prevention and control measures, will tend to increase. To address this threat, coordination efforts at the national and international levels should be strengthened, in order to reduce the spread of pests and diseases to new territories, and to develop and implement appropriate control strategies. This work aims to review the pests and diseases affecting eucalypts in Portugal and discuss the challenges to their management.

Key words: Invasive species; biological control; genetic improvement; integrated pest management; *Eucalyptus globulus*

Ravageurs et maladies affectant les eucalyptus

Résumé. Les principaux problèmes d'origine biotique qui affectent l'eucalyptus sont causés par les insectes et les champignons. La plupart de ces agents biotiques sont

originaires d'Australie, la région d'origine des eucalyptus eux-mêmes, avec lesquels ces espèces ont évolué. Au Portugal, suivant la tendance mondiale, le nombre de nouveaux ravageurs et maladies associés à l'eucalyptus a augmenté au cours des 50 dernières années, ce qui est justifié par la circulation croissante des personnes et des biens. Dans certains cas, les pertes économiques que causent ces agents biotiques sont graves et leur impact menace la soutenabilité des plantations forestières. Pour contrôler ces problèmes, le contrôle biologique classique, avec des ennemis naturels originaire de l'Australie, la sélection et la plantation d'eucalyptus moins sensibles et l'application de produits phytopharmaceutiques, est principalement utilisé. En maintenant la tendance à l'augmentation du nombre de ravageurs et de maladies observés au cours des dernières décennies, on s'attend à ce que davantage de problèmes phytosanitaires se posent au Portugal. Par conséquent, les coûts de la gestion forestière, associés aux mesures de prévention et de contrôle, auront tendance à augmenter. Afin de faire face à cette menace, il est nécessaire de renforcer la coordination des efforts déployés aux niveaux national et international pour réduire au minimum la propagation des ravageurs et des maladies vers de nouveaux territoires, élaborer des stratégies de contrôle appropriées et assurer leur mise en œuvre correcte et opportune. Avec ces travaux, nous avons l'intention d'examiner les ravageurs et les maladies qui affectent l'eucalyptus au Portugal et de réfléchir aux défis qui se posent à sa gestion.

Mots-clés: Les espèces envahissantes; le contrôle biologique; l'amélioration génétique; la protection intégrée; *Eucalyptus globulus*

Origem das pragas e doenças

Os eucaliptos¹ começaram a ser cultivados fora da sua área de distribuição nativa no século XVIII. No último século, registou-se um aumento expressivo da área de plantação de eucaliptos a nível mundial, sobretudo na América do Sul, África, Europa e Ásia, ocupando atualmente cerca de 20 milhões de hectares (GIT FORESTRY CONSULTING, 2017). **Durante várias décadas, estas árvores beneficiaram da quase ausência de pragas e doenças nas áreas onde foram introduzidas.** Porém, ao longo do tempo, vários agentes bióticos de origem australiana que atacam eucaliptos chegaram às regiões onde estes são plantados comercialmente (WINGFIELD *et al.*, 2008; PAINE *et al.*, 2011; HURLEY *et al.*, 2016). Na maioria dos casos, estes agentes bióticos nocivos são insetos e fungos. Muitos destes agentes estabeleceram-se primeiramente numa só região fora da Austrália, onde proliferaram, seguindo-se, a partir daí, novas introduções dessas espécies em outras regiões. Este é o caso das pragas e doenças de eucaliptos presentes em Portugal, que não foram introduzidas diretamente a partir da Austrália, mas tiveram origem em países da América do Sul, África ou em outros países europeus. As vias que levam à introdução destes organismos são desconhecidas, mas o trânsito de pessoas e o comércio de material vegetal vivo, produtos de madeira e outras mercadorias têm certamente contribuído para a sua propagação (WINGFIELD *et al.*, 2008; HURLEY *et al.*, 2016). É expectável que a expansão das plantações de eucaliptos que se tem verificado em vários continentes promova maior circulação de plantas e materiais lenhosos de eucalipto a nível global, favorecendo o transporte involuntário das pragas e doenças.

Em 2016, registava-se a ocorrência de 42 insetos australianos a afetar eucaliptos fora da sua área de distribuição nativa (HURLEY *et al.*, 2016). **Em Portugal, estão atualmente presentes catorze artrópodes fitófagos específicos**

¹ Espécies pertencentes aos géneros *Eucalyptus*, *Corymbia* e *Angophora*.

de eucaliptos, nomeadamente treze insetos e um ácaro (Figura 1). Relativamente às doenças, apesar de o seu impacto económico não estar ainda bem determinado em Portugal, o conhecimento dos patogénios já detetados em associação com o eucalipto em todo o território continental permite sugerir que as principais doenças de origem biótica são causadas por fungos, dos quais se destacam os da família Botryosphaeriaceae (*Neofusicoccum*, *Botryosphaeria* e *Diplodia*), os géneros *Teratosphaeria* e *Mycosphaerella* e a espécie *Quambalaria eucalypti* (BARRADAS *et al.*, 2016; BATISTA *et al.*, 2020; BRAGANÇA *et al.*, 2015; BRANCO 2007; BRANCO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2015).

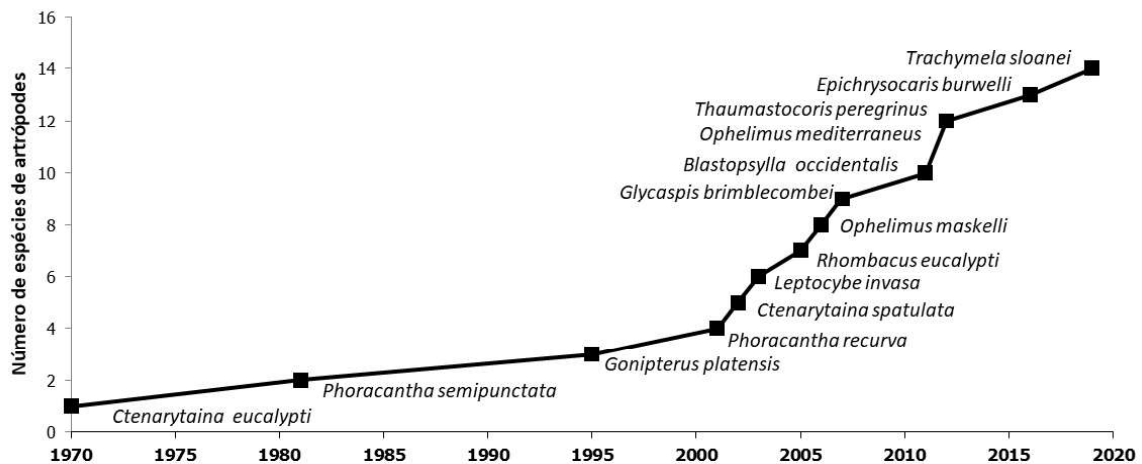


Figura 1 - Curva cumulativa do número de espécies de artrópodes Australianos, fitófagos, associados aos eucaliptos em Portugal, com base no ano da sua primeira deteção. Os nomes científicos dos artrópodes estão assinalados no gráfico, sendo *Rhombacus eucalypti* um ácaro e as restantes espécies insetos

Embora as principais pragas e doenças dos eucaliptos sejam originárias da Austrália, alguns insetos e fungos que ocorrem naturalmente nas áreas onde os eucaliptos foram introduzidos constituem também problemas relevantes (WINGFIELD *et al.*, 2008; ALFENAS *et al.*, 2009). Em Portugal, são esporádicos os casos em que organismos nativos afetam eucaliptos. A ocorrência de estragos

por insetos exóticos não específicos de eucaliptos é também pouco frequente em Portugal, sendo a espécie asiática *Ambrosiodmus rubricollis* a mais recentemente detetada (NAVES *et al.*, 2019). No caso dos insetos, a transferência de espécies nativas para os eucaliptos tem ocorrido sobretudo em África, na Ásia e na América do Sul (PAINE *et al.*, 2011). Esses insetos são geralmente polípagos, i.e. podem alimentar-se de plantas muito diferentes, ou possuem já como hospedeiros naturais plantas nativas da família Myrtaceae, à qual pertencem os eucaliptos (PAINE *et al.*, 2011). Por exemplo, a borboleta noturna brasileira *Thyrintina arnobia* alimenta-se de várias plantas nativas da família Myrtaceae e é uma importante praga de eucaliptos no Brasil (LEMOS *et al.*, 1999). Por outro lado, as formigas sul-americanas *Atta* spp. e *Acromyrmex* spp. e a borboleta noturna sul-africana *Coryphodema tristis* são exemplos de insetos polípagos que também atacam eucaliptos (BOREHAM, 2006; ZANETTI *et al.*, 2014). Situação idêntica ocorre com fungos patogénicos que não são específicos dos eucaliptos, mas que podem atacá-los. Como exemplos deste tipo de fungos pode-se referir a espécie *Austropuccinia psidii*, que afeta naturalmente plantas nativas da família Myrtaceae na América do Sul e na América Central, e várias espécies do género *Chrysosporthe*, que na África do Sul, América do Sul e Sudeste da Ásia parasitam plantas nativas das famílias Myrtaceae e Melastomataceae (WINGFIELD *et al.*, 2008).

Impacte e importância económica

Embora várias espécies de insetos e fungos ataquem os eucaliptos, nem todas provocam estragos relevantes. Porém, **algumas afetam severamente as raízes, as folhas, os ramos ou os troncos dos eucaliptos, podendo causar efeitos negativos no vigor, no desenvolvimento e na sobrevivência das plantas** (Quadro 1). Em Portugal, o gorgulho-do-eucalipto (*Gonipterus platensis*), a foracanta (*Phoracantha semipunctata*) e o percevejo-do-bronzeamento

(*Thaumastocoris peregrinus*) constituem as pragas mais importantes (Figura 2). Por sua vez, a doença-das-manchas-das-folhas e os cancrios, doenças causadas respetivamente por fungos dos grupos *Teratosphaeria*/*Mycosphaerella* (Figura 3) e *Neofusicoccum*/*Teratosphaeria gauchensis*, estão entre as principais doenças do eucalipto em Portugal (BARRADAS *et al.*, 2016; BATISTA *et al.* 2020; SILVA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2015).

Quadro 1 - Pragas e doenças dos eucaliptos presentes em Portugal

	Tipo	Nome comum	Nome científico	Zonas de maior incidência
Pragas	Desfolhador	Gorgulho-do-eucalipto	<i>Gonipterus platensis</i>	Áreas de altitude do Norte e Centro
		Traquimela	<i>Trachymela sloanei</i>	Sudeste, em expansão
	Broca	Foracanta ou broca-do-eucalipto	<i>Phoracantha semipunctata</i>	Zonas secas do Interior, Centro e Sul
			<i>Phoracantha recurva</i>	
	Picador/sugador	Percevejo-do-bronzeamento	<i>Thaumastocoris peregrinus</i>	Zonas secas do Interior, Centro e Sul
		Psila-da-folha-adulta	<i>Ctenarytaina spatulata</i>	Generalizada
		Psila-da-folha-juvenil	<i>Ctenarytaina eucalypti</i>	Viveiro
		Psilídeo-de-concha	<i>Glycaspis brimblecombei</i>	Generalizada
		Psila-algodão	<i>Blastosylla occidentalis</i>	Generalizada
		Ácaro-do-eucalipto	<i>Rhombacus eucalypti</i>	Generalizada
	Galícola	Vespa-da-galha	<i>Leptocybe invasa</i>	Generalizada
			<i>Ophelimus maskelli</i>	Generalizada
			<i>Ophelimus mediterraneus</i>	Generalizada
			<i>Epichrysocharis burwelli</i> ¹	Lisboa e Vale do Tejo
Doenças	Doença da parte aérea	Doença-das-manchas-das-folhas	<i>Teratosphaeria</i> spp. <i>Mycosphaerella</i> spp.	Litoral Centro e Norte e viveiros
		Podridão cinzenta	<i>Botrytis cinerea</i>	Viveiros
		Quambalaria	<i>Quambalaria eucalypti</i>	Generalizada
		Pestalotiopsis	<i>Pestalotiopsis</i> spp. <i>Neopestalotiopsis</i> spp.	Viveiros
	Doença do tronco	Cancro	<i>Neofusicoccum</i> spp. <i>Teratosphaeria gauchensis</i>	Generalizada
	Doença das raízes	Fitóftora	<i>Phytophthora</i> spp.	Provavelmente generalizada

¹ Inseto apenas encontrado em *Corymbia citriodora*.

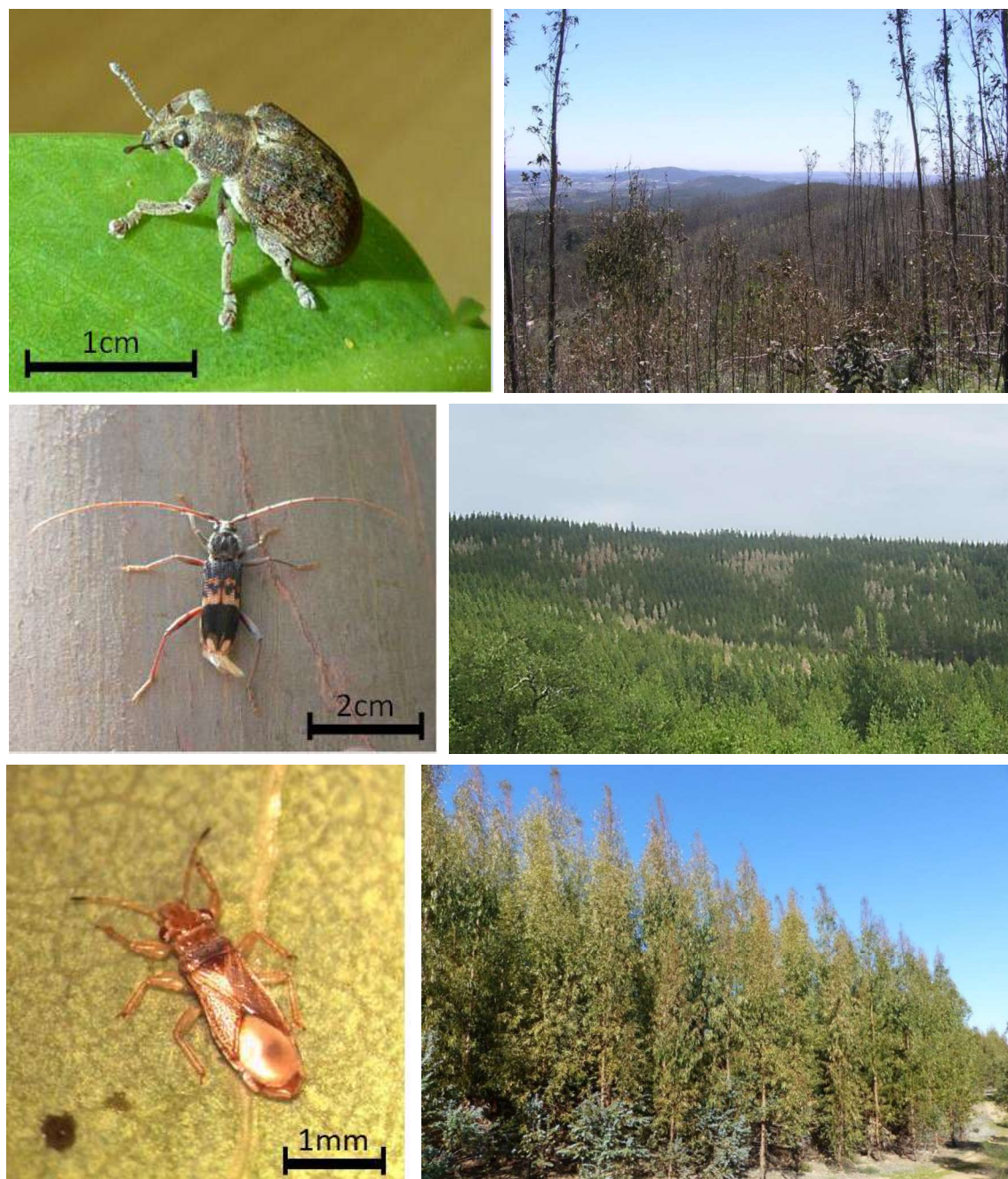


Figura 2 - Principais pragas dos eucaliptos em Portugal. Em cima: gorgulho-do-eucalipto, *Gonipterus platensis*, e desfolha causada pelo inseto; a meio: broca-do-eucalipto, *Phoracantha semipunctata*, e mortalidade de árvores causada pelo inseto; em baixo: percevejo-do-bronzeamento, *Thaumastocoris peregrinus*, e descoloração da copa originada pelo inseto



Figura 3 - Eucaliptos jovens com a doença-das-manchas-das-folhas, causada por fungos dos géneros *Teratosphaeria* e *Mycosphaerella*

Em plantações destinadas à produção de madeira, o impacto mais importante da atividade das pragas e da presença de doenças é a redução do volume de madeira produzida. Por exemplo, no caso do gorgulho-do-eucalipto em Portugal, estima-se que os estragos causados por este inseto em eucaliptais resultem na perda de cerca de 1 milhão de m³ de madeira por ano (VALENTE *et al.*, 2018). Adicionalmente ao efeito das pragas e doenças na produção de madeira, ocorrem com frequência diversos impactes ao nível de outros serviços gerados pelo ecossistema. A atividade destes agentes bióticos pode afetar negativamente a produção de bens, como o mel e a folhagem (usada para extrair óleos essenciais), funções de regulação e suporte (e.g. sequestro de carbono e retenção de água) e funções culturais e recreativas (e.g. passeios de natureza) (BRANCO *et al.*, 2015). Estes impactes podem ter, por sua vez, uma dimensão socioeconómica relevante, ao traduzirem-se em perdas económicas diretas para os proprietários florestais e para as indústrias do setor florestal, na perda de postos de trabalho e na necessidade de aumentar a importação de matérias-primas (BRANCO *et al.*, 2015; VALENTE *et al.*, 2018).

Métodos de controlo

Os métodos mais usados para minimizar as perdas causadas por pragas e doenças que afetam eucaliptos incluem: i) o controlo biológico, que consiste na utilização de inimigos naturais, sendo estes geralmente outros insetos que se alimentam das pragas; ii) a seleção e plantação de variedades de eucalipto menos vulneráveis à ação dos agentes bióticos nocivos, em particular nos locais de maior risco; e iii) a aplicação de produtos fitofarmacêuticos. Ainda que em menor escala, poderão ser também usados outros métodos, como os culturais, de que é exemplo o corte e remoção de árvores atacadas pela broca-do-eucalipto.

O controlo biológico clássico é uma estratégia particularmente útil para **reduzir o impacto de pragas exóticas que não são controladas por inimigos naturais existentes na área invadida** (WINGFIELD *et al.*, 2015; KENIS *et al.*, 2017). Este tipo de controlo foi aplicado pela primeira vez em eucaliptos em 1905, ano em que a joaninha australiana *Rhyzobius ventralis* foi introduzida na Nova Zelândia para combater a cochonilha *Eriococcus coriaceus* (CAMERON *et al.*, 1993; WITHERS, 2001). Os inimigos naturais usados para controlo biológico são muitas vezes insetos predadores ou parasitóides² específicos dos insetos-praga e com a mesma origem geográfica. Em Portugal, destaca-se o programa de controlo biológico do gorgulho-do-eucalipto usando o inseto australiano *Anaphes nitens*. Este programa começou a ser implementado em 1997 e, apesar de não ter permitido controlar a praga em todo o território, contribuiu para reduzir substancialmente o seu impacto, com elevado retorno económico (VALENTE *et al.*, 2018). O parasitóide *A. nitens* foi usado pela primeira vez na África do Sul, no início do século XX, com grande sucesso, tendo sido depois introduzido em

² Insetos que se desenvolvem total ou parcialmente à custa de outra espécie (hospedeiro), acabando por provocar a morte dos indivíduos que parasitam. Muitos parasitóides depositam os seus ovos no interior de ovos ou larvas do hospedeiro, onde se desenvolvem até ao estado adulto.

outros países africanos, bem como na Nova Zelândia, América do Sul, América do Norte e Europa (SCHRÖDER *et al.*, 2020).

Embora a maioria dos insetos usados como agentes de controlo biológico a nível mundial não tenha tido qualquer impacto indesejável, a libertação de inimigos naturais exóticos pode implicar riscos, nomeadamente o de afetar populações de insetos nativos. Assim, **é indispensável que previamente à introdução de um agente de controlo biológico numa nova região se realize a avaliação criteriosa e exaustiva dos potenciais riscos e benefícios**. Tendo estes cuidados, o controlo biológico é uma medida eficaz, segura, económica e duradoura (VAN LENTEREN *et al.*, 2006; BARRATT, 2011; DE CLERCQ *et al.*, 2011; SIMBERLOFF, 2012; HAJEK *et al.*, 2016; KENIS *et al.*, 2017). Em Portugal, a primeira avaliação de risco para a introdução de um inimigo natural de uma praga de eucaliptos foi realizada em 2017, para o inseto australiano *Anaphes inexpectatus*, parasitóide do gorgulho-do-eucalipto (VALENTE *et al.*, 2017). Salienta-se que os agentes de controlo biológico usados em todo o mundo no controlo das pragas de eucalipto são específicos dessas pragas e dos eucaliptos como *habitat*, pelo que esses agentes nunca foram registados a afetar populações de outros organismos.

A suscetibilidade de eucaliptos a insetos fitófagos e a fungos patogénicos tem sido estudada e explorada para reduzir os prejuízos que estes causam. No caso das doenças, a plantação de eucaliptos menos suscetíveis é a medida mais relevante para o seu controlo em campo. O gorgulho-do-eucalipto é um exemplo de uma praga para a qual a suscetibilidade de diferentes espécies de eucaliptos tem sido investigada e usada como medida de mitigação. Nos países onde o gorgulho-do-eucalipto está presente, a espécie *Eucalyptus globulus* é consistentemente considerada um dos hospedeiros mais suscetíveis, estando outras espécies de eucalipto identificadas como mais resistentes ou tolerantes (HANKS *et al.*, 2000; RIVERA and CARBONE, 2000; LANFRANCO and DUNGEY, 2001; GONÇALVES *et al.*, 2019). A espécie *Eucalyptus nitens*, sendo menos atacada

pelo inseto, tem sido amplamente plantada como alternativa a *E. globulus*, sobretudo em áreas de forte incidência da praga no norte de Espanha. Todavia, *E. nitens* tem desvantagens importantes quando comparada com *E. globulus*, nomeadamente menor qualidade da madeira para a indústria de pasta e papel (KIBBLEWHITE *et al.*, 2001) e menor capacidade de rebentação de toíça após o corte das árvores (LITTLE *et al.*, 2002).

O uso de produtos fitofarmacêuticos é um método eficaz e necessário para o controlo de várias pragas e doenças dos eucaliptos. A aplicação de fungicidas, não sendo uma medida usada geralmente em campo, é porém bastante comum em viveiros de produção de plantas, para o controlo de doenças. Exemplos de pragas cujo controlo requer a aplicação de inseticidas incluem as formigas cortadeiras dos géneros *Atta* e *Acromyrmex* no Brasil (ZANETTI *et al.*, 2014; LEMES *et al.*, 2017), o gorgulho-do-eucalipto em Portugal (VALENTE *et al.*, 2018) e a borboleta noturna *Mnesampela privata* na Austrália (RAPLEY *et al.*, 2009). Todavia, a utilização de inseticidas contra pragas de eucaliptos tem sido limitada, devido aos custos de aplicação elevados, a restrições legais e ao esforço de redução da utilização de pesticidas induzido pela gestão florestal certificada (HURLEY *et al.*, 2016; LEMES *et al.*, 2017). Adicionalmente, os inseticidas apresentam em geral maiores riscos do que outros métodos de controlo, designadamente para a saúde humana, para animais domésticos e para o meio ambiente, incluindo efeitos sobre insetos benéficos, como polinizadores e inimigos naturais de pragas (PIMENTEL *et al.*, 1992; SEXTON *et al.*, 2007). A existência destes riscos implica a necessidade de usar criteriosamente os inseticidas, aplicando-os apenas na ausência de alternativas e cumprindo a legislação e as boas práticas de utilização (e.g. ANIPLA, 2016).

Os diferentes meios de controlo são em geral usados em conjunto e de forma complementar, juntamente com outras medidas indiretas, de carácter preventivo,

como sejam ações de silvicultura (e.g. adubação ou controlo de vegetação espontânea), que contribuam para melhorar o vigor dos eucaliptos.

Desafios à gestão integrada de pragas e doenças

A disponibilidade de medidas eficazes para o controlo de agentes bióticos nocivos deve ser assegurada, de modo a permitir a sustentabilidade das áreas de eucalipto afetadas. Limitações de natureza legal, burocrática ou de certificação, relativas à importação e libertação na natureza de inimigos naturais exóticos e ao uso de produtos fitofarmacêuticos, dificultam ou impedem mesmo a implementação destas ações de controlo. Adicionalmente, poderão também existir limitações técnicas, como a dificuldade em descobrir inimigos naturais eficazes e classificá-los taxonomicamente ou em identificar variedades de eucaliptos resistentes ou tolerantes a determinadas pragas ou doenças.

A necessidade de garantir a existência de métodos de controlo eficazes assume relevância acrescida num contexto em que o número de pragas e doenças associadas aos eucaliptos fora da Austrália tem vindo a aumentar rapidamente. Acresce o facto de as alterações climáticas poderem vir a aumentar a nocividade e a importância económica de alguns insetos e fungos (SLIPPERS *et al.*, 2005; WINGFIELD *et al.*, 2013). Prevê-se, assim, que no futuro exista um maior número de pragas e doenças, que afetarão a produtividade florestal e os custos de produção, tornando mais complexa a gestão das áreas plantadas. É ainda previsível que algumas das próximas introduções sejam espécies pouco estudadas ou mesmo desconhecidas, o que obrigará a disponibilizar recursos para estudos sobre a sua biologia e ecologia, necessários para desenvolver estratégias eficazes de controlo (HURLEY *et al.*, 2016). Para enfrentar esta ameaça, é essencial desenvolver e implementar medidas que minimizem a dispersão das pragas e doenças para novos territórios e medidas que mitiguem eficazmente os impactes daquelas que se instalaram. Para tal, é

fundamental reforçar a coordenação de esforços, tanto a nível nacional como internacional, no que diz respeito à inspeção e interceção de material infestado à chegada ao país, à deteção precoce de novos problemas pela instalação de pontos de amostragem nas zonas mais sensíveis e à monitorização das pragas e doenças uma vez instaladas no território (e.g. recorrendo à deteção remota e a outras tecnologias). É também necessário investir em investigação e desenvolvimento, nomeadamente no desenvolvimento de métodos rápidos de identificação, em medidas de controlo (e.g. identificação de inimigos naturais, que possam ser usados em programas de controlo biológico) e na identificação e seleção de plantas mais resistentes. A adequada implementação destas medidas permitirá conviver com estes organismos invasores, minimizando os seus prejuízos económicos.

Bibliografia consultada

- ALFENAS, A.C., ZAUZA, A.A.V., MAFIA, R.G., ASSIS, T.F., 2009. *Clonagem e Doenças do Eucalypto*. Editora UFV, Viçosa, Brasil. 500 pp.
- ANIPLA, 2016. *Manual de Boas Práticas para o uso seguro e sustentável dos produtos fitofarmacêuticos de âmbito profissional*. 60 pp. https://www.anipla.com/docs/cultivarseguranca/Manual_cultivar_seguranca_2016.pdf.
- BARRADAS, C., PHILLIPS, A., CORREIA, A., DIOGO, E., BRAGANÇA, H., ALVES, A., 2016. Diversity and potential impact of Botryosphaeriaceae species associated with *Eucalyptus globulus* plantations in Portugal. *European Journal of Plant Pathology* **146**: 245-257.
- BARRATT, B.I., 2011. Assessing safety of biological control introductions. *CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources* **6**: 1-12.
- BATISTA, E., LOPES, A., ALVES, A., 2020. Botryosphaeriaceae species on forest trees in Portugal: diversity, distribution and pathogenicity. *European Journal of Plant Pathology* **158**: 693-720.
- BOREHAM, G.R., 2006. A survey of cossid moth attack in *Eucalyptus nitens* on the Mpumalanga Highveld of South Africa: research note. *Southern African Forestry Journal* **2006**: 23-26.

- BRAGANÇA, B., DIOGO, E.L.F., NEVES, L., VALENTE, C., ARAÚJO, C., BONIFÁCIO, L., PHILLIPS, A.J.L., 2015. Quambalaria eucalypti a pathogen of Eucalyptus globulus newly reported in Portugal and in Europe, *Forest Pathology* **46**: 77-75. DOI: 10.1111/efp.12221.
- BRANCO, M., BRAGANÇA, H., SOUSA, E., PHILLIPS, A.J., 2014. Pests and Diseases in Portuguese Forestry: Current and New Threats. In *Forest Context and Policies in Portugal*. REBOREDO F. (eds). *World Forests*, vol 19. Springer, Cham. pp. 117-154.
- BRANCO, M., 2007. Agentes bióticos do eucalipto em Portugal. In *O Eucalipto em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica*. ALVES, A.M., PEREIRA J.S., SILVA J.M.N. (Eds.). ISAPress, Lisboa, Portugal. pp. 255-282.
- BRANCO, S., VIDEIRA, N., BRANCO, M., PAIVA, M.R., 2015. A review of invasive alien species impacts on eucalypt stands and citrus orchards ecosystem services: towards an integrated management approach. *Journal of Environmental Management* **149**: 17-26.
- CAMERON, P.J., HILL, R.L., BAIN, J., THOMAS, W.P., 1993. Analysis of Importations for Biological Control of Insect Pests and Weeds in New Zealand. *Biocontrol Science and Technology* **3**: 387-404.
- DE CLERCQ, P., MASON P.G., BABENDREIER D., 2011. Benefits and risks of exotic biological control agents. *BioControl* **56**: 681-698.
- GIT FORESTRY CONSULTING, 2017. *Global Eucalyptus Map 2009*. <http://git-forestry-blog.blogspot.com/2008/09/eucalyptus-global-map-2008-cultivated.html>.
- GONÇALVES, C.I., VILAS-BOAS, L., BRANCO, M., REZENDE, G.D., VALENTE, C., 2019. Host susceptibility to Gonipterus platensis (Coleoptera: Curculionidae) of Eucalyptus species. *Annals of Forest Science*. DOI: 10.1007/s13595-019-0850-y.
- GONÇALVES, C.I., VILAS-BOAS, L., BRANCO, M., REZENDE, G.D., VALENTE, C., 2019. Host susceptibility to Gonipterus platensis (Coleoptera: Curculionidae) of Eucalyptus species. *Annals of Forest Science* **76**: 63.
- HAJEK, A.E., HURLEY, B.P., KENIS, M., GARNAS, J.R., BUSH, S.J., WINGFIELD, M.J., VAN LENTEREN, J.C., COCK, M.J., 2016. Exotic biological control agents: A solution or contribution to arthropod invasions? *Biological Invasions* **18**: 953-969.
- HANKS, L., MILLAR, J., PAINE, T., CAMPBELL, C., 2000. Classical Biological Control of the Australian Weevil Gonipterus scutellatus (Coleoptera: Curculionidae) in California. *Environmental Entomology* **29**: 369-375.
- HURLEY, B.P., GARNAS, J., WINGFIELD, M.J., BRANCO, M., RICHARDSON, D.M., SLIPPERS, B., 2016. Increasing numbers and intercontinental spread of invasive insects on eucalypts. *Biological Invasions* **18**: 921-933.
- KENIS, M., HURLEY, B.P., HAJEK, A.E., COCK, M.J.W., 2017. Classical biological control of insect pests of trees: facts and figures. *Biological Invasions* pp. 3401-3417.

- KIBBLEWHITE, R., JOHNSON, B., SHELBOURNE, C., 2001. Kraft pulp qualities of *Eucalyptus nitens*, *E. globulus*, and *E. maidenii*, at ages 8 and 11 years. *New Zealand Journal of Forestry Science* pp. 447-457.
- LANFRANCO, D., DUNGEY, H., 2001. Insect damage in *Eucalyptus*: A review of plantations in Chile. *Austral Ecology* **26**: 477-481.
- LEMES, P.G., ZANUNCIO, J.C., SERRÃO, J.E., LAWSON, S.A., 2017. Forest Stewardship Council (FSC) pesticide policy and integrated pest management in certified tropical plantations. *Environmental Science and Pollution Research* **24**: 1283-1295.
- LEMOES, R.N.S., CROCOMO, W.B., FORTI, L.C., WILCKEN, C.F., 1999. Seletividade alimentar e influência da idade da folha de *Eucalyptus* spp. para *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **34**: 7-10.
- NAVES, P., BRAGANÇA, H., NÓBREGA, F., VALENTE, C., 2019. *Ambrosiodmus rubricollis* (Eichhoff) (Coleoptera; Curculionidae; Scolytinae) associated with young Tasmanian blue gum trees. *Journal of Applied Entomology* **143**: 1200-1204.
- VAN LENTEREN, J., BALE, J., BIGLER, F., HOKKANEN, H., LOOMANS, A., 2006. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. *Annual Review of Entomology* **51**: 609-634.
- LITTLE, K., VAN DEN BERG, G., FULLER, G., 2002. Coppicing potential of *Eucalyptus nitens*: results from a field survey. *Southern African Forestry Journal* pp. 31-38.
- PAINE, T.D., STEINBAUER, M.J., LAWSON, S.A., 2011. Native and Exotic Pests of *Eucalyptus*: A Worldwide Perspective. *Annual review of Entomology* **56**: 181-201.
- PIMENTEL, D., ACQUA, H., BILTONEN, M., RICE, P., SILVA, M., NELSON, J., LIPNER, V., GIORDANO, S., HOROWITZ, A., D'AMORE, M., 1992. Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. *BioScience* **42**: 750-760.
- RAPLEY, L.P., POTTS, B.M., BATTAGLIA, M., PATEL, V.S., ALLEN, G.R., 2009. Long-term realised and projected growth impacts caused by autumn gum moth defoliation of 2-year-old *Eucalyptus nitens* plantation trees in Tasmania, Australia. *Forest Ecology and Management* **258**: 1896-1903.
- RIVERA, A.C., CARBONE S.S., 2000. The effect of three species of *Eucalyptus* on growth and fecundity of the *Eucalyptus* snout beetle (*Gonipterus scutellatus*). *Forestry* **73**: 21-29.
- SCHRÖDER, M.L., SLIPPERS, B., WINGFIELD, M.J., HURLEY, B.P., 2020. Invasion history and management of *Eucalyptus* snout beetles in the *Gonipterus scutellatus* species complex. *Journal of Pest Science* **93**: 11-25.
- SEXTON, S.E., LEI, Z., ZILBERMAN, D., 2007. The Economics of Pesticides and Pest Control. *International Review of Environmental and Resource Economics* **1**: 271-326.

- SILVA, M., VALENTE, C., NEVES, L.O., MACHADO, H., 2008. Evaluation of *Mycosphaerella* impact on eucalypts plantations in Portugal. *Revista de Ciências Agrárias* **31**(2): 112-118.
- SILVA, M.R.C., DIOGO, E., BRAGANÇA, H., MACHADO, H., PHILLIPS, A.J.L., 2015. *Teratosphaeria gauchensis* associated with trunk, stem and foliar lesions of *Eucalyptus globulus* in Portugal. *Forest Pathology* **45**: 224-234. DOI: 10.1111/efp.12160.
- SIMBERLOFF, D., 2012. Risks of biological control for conservation purposes. *BioControl* **57**: 263-276.
- SLIPPERS, B., STENLID, J., WINGFIELD, M.J., 2005. Emerging pathogens: fungal host jumps following anthropogenic introduction. *Trends in Ecology and Evolution* **20**(8): 420-421.
- VALENTE, C., AFONSO, C., GONÇALVES, C.I., ALONSO-ZARAZAGA, M.A., REIS, A.R., BRANCO, M., 2017. Environmental risk assessment of the egg parasitoid *Anaphes inexpectatus* for classical biological control of the Eucalyptus snout beetle, *Gonipterus platensis*. *BioControl* **62**(4): 457-468.
- VALENTE, C., GONÇALVES, C.I., MONTEIRO, F., GASPAR, J., SILVA, M., SOTTOMAYOR, M., PAIVA M.R., BRANCO M., 2018. Economic outcome of classical biological control: a case study on the Eucalyptus snout beetle, *Gonipterus platensis*, and the parasitoid *Anaphes nitens*. *Ecological Economics* **149**: 40-47.
- WINGFIELD, M., BROCKERHOFF, E., WINGFIELD, B., SLIPPERS, B., 2015. Planted forest health: The need for a global strategy. *Science* **349**: 832-836.
- WINGFIELD, M.J., ROUX, J., SLIPPERS, B., HURLEY, B.P., GARNAS, J., MYBURG, A.A., WINGFIELD, B.D., 2013. Established and new technologies reduce increasing pest and pathogen threats to Eucalypt plantations. *Forest Ecology and Management* **301**: 35-42.
- WINGFIELD, M., SLIPPERS, B., HURLEY, B., COUTINHO, T., WINGFIELD, B., ROUX, J., 2008. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. *Southern Forests* **70**: 139-144.
- WITHERS, T.M., 2001. Colonization of eucalypts in New Zealand by Australian insects. *Austral Ecology* **26**: 467-476.
- ZANETTI, R., ZANUNCIO, J.C., SANTOS, J.C., SILVA, W.L.P., RIBEIRO, G.T., LEMES, P.G., 2014. An Overview of Integrated Management of Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian Forest Plantations. *Forests* **5**: 439-454.