

**Suscetibilidade de espécies de eucalipto à broca do eucalipto.  
O caso de estudo do arboreto de eucaliptos do Instituto Superior de  
Agronomia.**

**Célcio Gaspar Luamba**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais**

Orientadores: Professora Ana Paula Soares Marques de Carvalho  
Mestre André Filipe Fidalgo Casquilho Garcia

**Júri:**

**Presidente:** Doutora Maria da Conceição Brálio de Brito Caldeira, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

**Vogais:** Doutora Manuela Rodrigues Branco Simões, Professor Auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Doutora Ana Paula Soares Marques de Carvalho, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora.

2019

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por estar presente ao longo desta caminhada em todos os passos da realização deste trabalho.

Aos meus orientadores, Professora Ana Paula Soares Marques de Carvalho e André Filipe Fidalgo Casquilho Garcia, pela paciência, orientação e apoio incondicional, os meus sinceros agradecimentos e enorme gratidão.

Aos docentes, pela sua participação e colaboração, porque sem eles não seria possível a realização desta dissertação.

A Direção da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) do Huambo, Angola, pela seleção à bolsa de estudo do Instituto Nacional de Gestão de Bolsas de Estudos (INAGBE de Angola).

Aos meus familiares, que de uma forma ou de outra, foram essenciais para a minha educação e formação, o meu reconhecimento.

A todos aqueles que contribuíram e apoiaram para que o desenvolvimento desta investigação se tornasse numa realidade.

Agradecimento especial a todos aqueles que, embora não estejam diretamente ligados a este projeto, contribuíram para que outras etapas da minha vida fossem atingidas.

Pela grande amizade, agradeço cada contributo, conselho e apoio dados meus amigos e antigos colegas.

Tendo consciência que sozinho nada teria sido possível, dirijo um agradecimento especial aos meus pais, por serem modelos de coragem, pelo seu apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrado e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo. A eles também dedico este trabalho.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a suscetibilidade de algumas espécies de eucalipto ao ataque da broca do eucalipto (*Phoracantha* spp.), tendo por base o arboreto de eucaliptos do Instituto Superior de Agronomia. Este arboreto foi plantado em fevereiro de 2007 com o objetivo de fornecer alimento aos coalas do Jardim Zoológico de Lisboa e é constituído por 28 espécies do género *Eucalyptus* e 2 espécies do género *Corymbia*. Neste arboreto está instalado um sistema de rega gota-a-gota, com tubos dispostos ao longo das linhas de plantação e gotejadores colocados junto à base das árvores. Em Portugal está identificada a presença de duas espécies de broca de eucalipto - *Phoracantha semipunctata* Fabricius e *Phoracantha recurva* Newman. Em Angola apenas foi identificada a primeira. No arboreto do ISA foram observadas, pela primeira vez, árvores com vestígios de *Phoracantha* spp. em agosto de 2015, tendo sido efetuado um corte fitossanitário em janeiro de 2016. Em abril de 2019 fez-se uma nova avaliação da presença da broca. Neste trabalho, fez-se a compilação da informação existente em anos de abates - 2011, 2013 e 2016 - e realizou-se um inventário em 2019, com medição dos diâmetros de todas as árvores e anotação da presença e/ou morte provocada pela broca. Foram identificadas três espécies não atacadas - *E. camaldulensis*, *E. polyanthemos* e *E. sideroxylon* - e as espécies -*E. pulverulenta*, *E. cypellocarpa*, e *E. occidentalis* - apresentaram mortalidade superior a 70%, onde se inclui *E. globulus*, a espécie de eucalipto dominante em Portugal. Grande parte destas espécies estão também presentes em Angola.

**Palavras-chave:** arboreto, espécies de eucaliptos, *Phoracantha* spp., mortalidade, Angola

## ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the susceptibility of some eucalyptus species to the attack of the eucalyptus wood borers (*Phoracantha* spp.). The eucalyptus arboretum of the Instituto Superior de Agronomia was the study area. This arboretum was planted in February 2007 to provide leaves to the koalas of Lisbon Zoo and has 28 species of the genus *Eucalyptus* and 2 species of the genus *Corymbia*. A drip irrigation system is installed, with pipes arranged along the planting rows and drippers placed near the base of the trees. Two species of eucalyptus wood borer - *Phoracantha semipunctata* Fabricius and *Phoracantha recurva* Newman - are presence in Portugal; in Angola only *P. semipunctata* was registered. At the arboretum, trees with signs of the borers were observed, for the first time, in August 2015. A sanitary felling was made in January 2016. In April 2019, a new evaluation of the presence of the borer was done. In this work, the information from fellings - 2011, 2013, and 2016 - was compiled and an inventory was carried out in 2019, measuring the diameters of all trees and registering the presence and/or death caused by the borer. The susceptibility of the eucalyptus species to the borer was analyzed. Three non-attacked species were identified - *E. camaldulensis*, *E. polyanthemos*, and *E. sideroxylon*. - and the species *E. pulverulenta*, *E. cypellocarpa* and *E. occidentalis* showed mortality above 70%, including *E. globulus*, the dominant eucalyptus species in Portugal. Most of these species are also in Angola' forests plantations.

**Keywords:** arboretum, eucalyptus species, *Phoracantha* spp., mortality, Angola

## ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE QUADROS .....	vi
SIMBOLOGIA.....	vii
1. Introdução .....	1
2. Enquadramento do trabalho .....	6
2.1. O eucalipto.....	6
2.2. A broca do eucalipto .....	7
2.2.1. Biologia da broca do eucalipto.....	10
2.2.2. Influencia do meio ambiente.....	13
2.2.3. Regime alimentar e seleção de hospedeiros .....	15
2.3. Prejuízos na floresta causados pela broca do eucalipto .....	17
2.4. Proteção das plantações de eucaliptos contra a broca do eucalipto .....	19
3. Materiais e métodos .....	22
3.1. Localização e caracterização do arboreto de eucaliptos do ISA.....	22
3.2. Métodos.....	28
4. Resultados .....	30
5. Discussão.....	36
6. Conclusão .....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Localização das províncias onde se encontram as maiores plantações de eucalipto em Angola (Fonte: Autor) .....	3
<b>Figura 2.</b> Distribuição do eucalipto em Portugal (Fonte: ICNF, 2013) .....	7
<b>Figura 3.</b> Algumas áreas de distribuição da <i>Phoracantha semipunctata</i> e <i>Phoracantha recurva</i> (Fonte: www.cabi.org, 2015).....	9
<b>Figura 4.</b> Ciclo de vida da <i>Phoracantha</i> spp. 1. Adulto de <i>P. recurva</i> (Foto: autor); e 2. Adulto de <i>P. semipunctata</i> (Foto: autor); ovos (Fotos: Sousa & Machado, 2015); larva e pupa (Valente, 2016).....	12
<b>Figura 5.</b> Galerias no tronco e orifícios de saída do adulto, formadas por espécimes do género <i>Phoracantha</i> (Foto: Autor) .....	16
<b>Figura 6.</b> Árvores mortas em pé por ação de <i>Phoracantha</i> spp. – arboreto do ISA (Foto: Autor) .....	17
<b>Figura 7.</b> Lesões na árvore causadas pela <i>Phoracantha</i> spp. (Foto: Autor) .....	18
<b>Figura 8.</b> Rebentações laterais, ao longo tronco, de árvores atacadas por <i>Phoracantha</i> spp. (Foto: Autor) .....	19
<b>Figura 9.</b> Mapa do Instituto Superior de Agronomia (sítio do ISA).....	23
<b>Figura 10.</b> Localização do arboreto na Tapada da Ajuda (ISA) .....	24
<b>Figura 11.</b> Arboreto de eucaliptos do ISA, tal como estava definido na planta de projeto; os círculos representam as várias árvores .....	24
<b>Figura 12.</b> Abates realizados em abril de 2011 e março de 2013 (Fotos: P. Soares) .....	26
<b>Figura 13.</b> Localização das árvores utilizadas neste trabalho .....	26
<b>Figura 14.</b> Número de árvores utilizadas neste trabalho, por espécie (nº total de árvores=684); acompanhar com leitura do Quadro 5.....	27
<b>Figura 15.</b> Regras de medição de diâmetros de árvores (Tomé, 2007).....	29
<b>Figura 16.</b> Percentagem de árvores com sinais de broca, abatidas em 2016, por espécie, em relação ao número de árvores plantadas.....	31
<b>Figura 17.</b> Percentagem de árvores com sinais de broca inventariadas em 2019, por espécie, em relação ao número de árvores plantadas.....	33
<b>Figura 18.</b> Localização das árvores abatidas em 2016 e identificadas com vestígios de broca no inventário de 2019 .....	33
<b>Figura 19.</b> Diâmetro das árvores/varas vivas em que não foi identificada a presença de broca no inventário de 2019 .....	34
<b>Figura 20.</b> Diâmetro das árvores/varas em que foi identificada a presença de broca no inventário de 2019.....	34
<b>Figura 21.</b> Diâmetro das árvores/varas em que foi identificada a presença de broca no inventário de 2019, por espécie; x – valor médio.....	35

## ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
<b>Quadro 1.</b> Espécies de eucalipto presentes em Angola (FAO, 1979; Delgado-Matas & Pukkala, 2011). .....	4
<b>Quadro 2.</b> Espécies de insetos que atacam eucaliptos em Portugal .....	4
<b>Quadro 3.</b> Agente biológico para o controlo de <i>Phoracantha</i> spp. ....	20
<b>Quadro 4.</b> Suscetibilidade de algumas espécies de eucalipto à <i>Phoracantha</i> spp. (Paine et al., 2009; Schumacher & Vieira, 2015). .....	21
<b>Quadro 5.</b> Espécies de eucalipto presentes no arboreto de eucaliptos do ISA .....	23
<b>Quadro 6.</b> Datas e operações realizadas no arboreto de eucaliptos desde a plantação .....	25
<b>Quadro 7.</b> Distribuição das árvores utilizadas neste trabalho por regime (alto fuste/talhadia) e por espécie (nº total de árvores=684), segundo o inventário feito em 2019; acompanhar com leitura do Quadro 5 .....	27
<b>Quadro 8.</b> Número de árvores abatidas e percentagens em relação ao número de árvores plantadas, por espécie, em 2016, com vestígios de broca .....	30
<b>Quadro 9.</b> Número de árvores inventariadas em 2019 com vestígios de broca, por espécie .....	32

## **SIMBOLOGIA**

<b>CELPA</b> .....	Associação de Indústria Papeleira
<b>CFB</b> .....	Caminhos de Ferro de Benguela
<b>EPPO</b> .....	European and Mediterranean Plant Protection Organization
<b>FAO</b> .....	Food and Agriculture Organization
<b>FCA</b> .....	Faculdade de Ciências Agrárias
<b>ICNF</b> .....	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
<b>IDF</b> .....	Instituto de Desenvolvimento Florestal
<b>IFN</b> .....	Inventário Florestal Nacional
<b>INAGBE</b> .....	Instituto Nacional de Gestão de Bolsas de Estudos
<b>INIAV</b> .....	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária
<b>INRA</b> .....	Institut National de la Recherche Agronomique
<b>IPMA</b> .....	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
<b>ISA</b> .....	Instituto Superior de Agronomia
<b>IUFRO</b> .....	International Union of Forest Research Organization
<b>JNICT</b> .....	Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnologia

## 1. Introdução

Natural da Austrália, o eucalipto é uma espécie exótica que ocupa a maior área plantada em Portugal (ICNF, 2019). Pertence à família Myrtaceae e é, maioritariamente, do género *Eucalyptus* (ICNF, 2013). Das várias espécies de broca do eucalipto existentes, duas espécies foram identificadas em Portugal, *Phoracantha semipunctata* (Fabricius) e *Phoracantha recurva* (Newman) - ambas com a mesma origem, causando danos consideráveis no tronco das árvores (Valente, 2016).

O género *Eucalyptus*, encontrando-se distribuído por diversos climas, desde temperados a tropicais (Booth, 2012). Dele fazem parte mais de 700 espécies ocupando praticamente todo tido de *habitats*. Foram introduzidos em vários países para fins ornamentais e madeireiro devido à sua rápida taxa de crescimento, tolerância à seca e a solos de baixa qualidade e à resistência ao ataque da maioria dos herbívoros em regiões fora do seu *habitat* natural (FAO, 2007). A falta de madeira, em meados do século XIX, e as suas características conduziram à plantação do eucalipto em diversas regiões, tendo sido utilizado como fonte de travessas de madeira para os caminhos de ferro nos finais do século (Alves *et al.*, 2007).

A possibilidade de obter elevada produção em curto período, principalmente quando comparado com outras espécies florestais, foi uma enorme vantagem económica, particularmente, num contexto de emergente despovoamento rural em meados do século XX (Alves *et al.*, 2007; Radich, 2007).

A suscetibilidade do eucalipto ao ataque da broca do eucalipto pode ser definida como o sucesso ou insucesso deste inseto na colonização da planta, que resulta da ação conjunta de dois fatores: os intrínsecos, próprios da planta como, as características anatómicas, morfológicas e metabólicas e os extrínsecos associados ao local onde foi instalado a planta como, as características edafoclimáticas (Chararas, 1979). As espécies de eucaliptos são mais afetadas às condições adversas do meio. A orientação para o ataque dos insetos adultos da broca é influenciado pelos compostos voláteis emitidos pelas plantas, funcionando como atraentes ou repelentes.

A madeira tem sido largamente utilizada no mercado, em resultado da sua versatilidade como matéria-prima para obtenção de diversos produtos. O crescente comércio global e transporte de madeira entre várias regiões do mundo, com reduzida inspeção fitossanitária e outras medidas de controlo, contribuiram para a dispersão de pragas que constituem riscos para os eucaliptos na zona mediterrânica (Alves *et al.*, 2007).

De acordo com Radich (2007) foi somente entre as décadas de 60 a 90 do século XX que a expansão, em larga escala, dos eucaliptais - maioritariamente povoamentos de *Eucalyptus globulus* Labill., foi considerável, especialmente por dois fatores:

- a adaptação ecológica da espécie *E. globulus*;
- a aptidão para o fabrico de pasta de papel.

Em função da sua capacidade adaptativa, *E. globulus* encontrou em Portugal um clima adequado, que garantiu condições propícias para crescer. Atualmente, e de acordo com os dados do 6º Inventário Florestal Nacional (IFN), a área florestal em Portugal continental corresponde a 36,2% do território e, desta, cerca de um terço é ocupada por eucalipto, cerca de 844 mil hectares (ICNF, 2019). A produtividade do eucalipto depende de variáveis como temperatura, precipitação e fertilidade do solo.

A exploração em talhadia, de rotação curta, com cortes entre os 8 e os 12 anos, depende diretamente da fertilidade do solo. O eucalipto, ao ser explorado em talhadia em revoluções de 3-4 rotações, garante um corte periódico de madeira onde se minimiza o investimento à plantação. O crescimento das plantas depende da assimilação do dióxido de carbono atmosférico que, juntamente com os sais minerais e água, irá resultar biomassa. Estudos apontam que, no caso do eucalipto, cerca de 95% da biomassa é resultado direto do processo de fotossíntese realizada pela planta, biomassa que é prioritariamente convertida em tronco (Silva *et al.*, 2007).

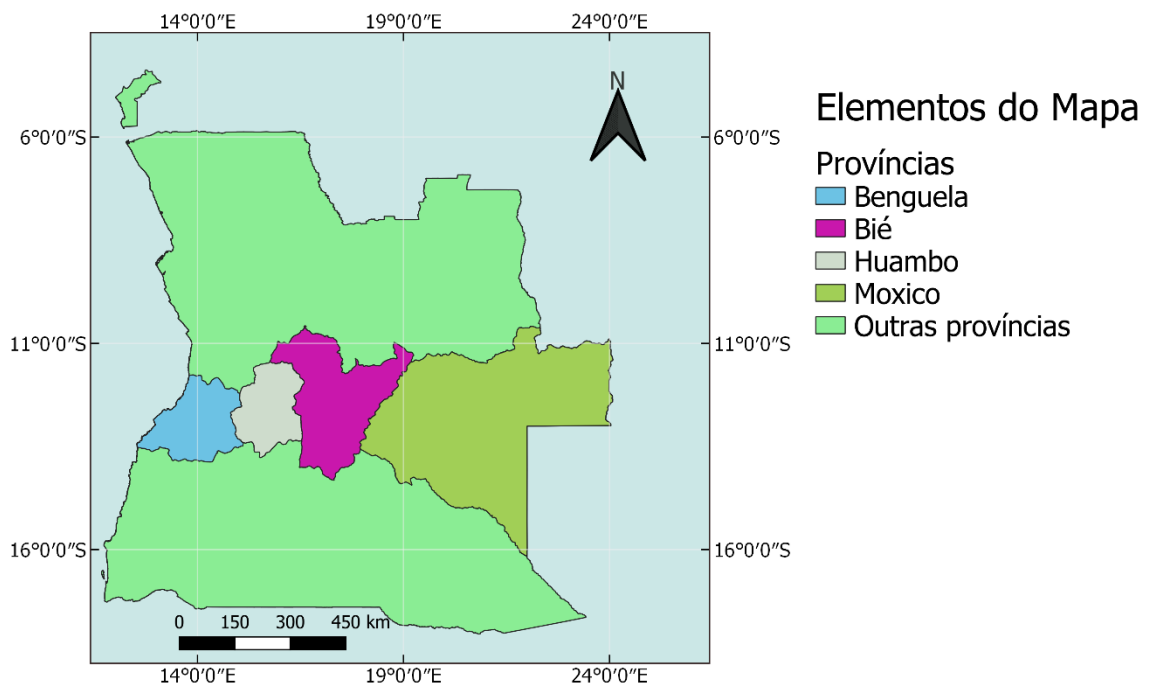
Angola apresenta uma área de aproximadamente 1.246.700 km<sup>2</sup>. O seu potencial florestal estimado em 1970, era de 53 milhões de hectares, o que correspondia a 43,3% da sua superfície territorial e, desta, 148.000 hectares eram plantações (FAO, 1979; Caetano, 2011). Atualmente, existe uma enorme pressão para incentivar o comércio internacional de madeira e as espécies de rápido crescimento têm sido encaradas como uma alternativa de modo a reduzir a pressão sobre as florestas naturais (Chiteculo *et al.*, 2018). Em Angola, as plantações iniciaram-se em 1930 pelos portugueses e, em 1975, Angola tinha mais de 100.000 ha de eucalipto (Delgado-Matas e Pukkala, 2011).

Após a independência de Angola a produção de madeira diminuiu drasticamente, em parte, como resultado do abandono das indústrias pelos portugueses (Chiteculo *et al.*, 2018). Na verdade, estes dados são bastante antigos, carecendo de atualização. Num futuro próximo, estes dados serão atualizados pelo IFN que está a ser realizado pelo governo em parceria com a Organização das Nações Unida para Alimentação e Agricultura (FAO). O primeiro IFN de Angola, pós-independência, teve início em 2008 (FAO, 2009). O projeto foi concebido para ser executado em três fases, tendo sido, até à data, recolhidos dados de 199 unidades de amostragem durante a primeira fase de implementação, num processo que decorreu entre 2008 e 2015, das 591 unidades previstas inicialmente pelo programa.

Segundo Sampaio (1965), as extensas plantações de eucalipto, iniciadas em 1950 pelos Caminhos de Ferro de Benguela (CFB) até à província do Moxico percorrendo uma extensão de aproximadamente 1.348 km. A plantação de eucalipto em Angola tinha como objetivo fornecer madeira para as locomotivas e, posteriormente, passou para a produção de

pasta para papel, pela Companhia de Celulose e Papel de Angola, pertencente à Companhia de Celulose do Ultramar Português, no Alto Catumbela, província de Benguela. Após paralisação da fábrica de celulose e papel, o eucalipto passou a ser utilizado na medicina tradicional, fabrico de carvão vegetal, produção de mel e como matéria-prima para pequenas fábricas de transformação de madeira e outros artefactos madeira.

Devido à guerra civil que o país viveu durante 27 anos, as florestas foram alvo de vandalismo, deixando uma vasta área a descoberto, o que obrigou o governo, nestes últimos anos, a criar e implementar programas de repovoamento florestal. Nestes programas, as espécies utilizadas são do género *Eucalyptus*, de proveniência sul africana. Dentro das espécies que existem em Angola (Quadro 1), as que ocupam maior área são: *E. grandis* e *E. saligna* (FAO, 1979; Delgado-Matas & Pukkala, 2011).



**Figura 1.** Localização das províncias onde se encontram as maiores plantações de eucalipto em Angola (Fonte: Autor)

O eucalipto adapta-se aos mais variados tipos de solo e clima mas, em contrapartida, o aumento de áreas plantadas promove o aparecimento de pragas e doenças (Branco *et al.*, 2014). Existem, em Portugal, 12 espécies de insetos (Quadro 2) que atacam eucaliptos, entre brocas, desfolhadores, galícolas e sugadores (Sousa & Machado, 2015; Valente, 2016; Franco *et al.*, 2016; Branco *et al.*, 2014). Foram identificadas duas espécies do género *Phoracantha* que atacam preferencialmente eucaliptos, *P. semipunctata*, que está presente

no território nacional desde os anos 80, e *P. recurva*, identificada em 2001 (Sousa & Machado, 2015; Valente, 2016).

**Quadro 1.** Espécies de eucalipto presentes em Angola (FAO, 1979; Delgado-Matas & Pukkala, 2011).

Espécie	Espécie
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K. D. Hill & L.A.S. Johnson	<i>Eucalyptus microcorys</i> F. Muell.
<i>Corymbia maculata</i> (Hook.) K. D. Hill & L.A.S. Johnson	<i>Eucalyptus paniculata</i> Sm.
<i>Eucalyptus alba</i> Reinw. ex Blume	<i>Eucalyptus punctata</i> D. C
<i>Eucalyptus botryoides</i> Sm.	<i>Eucalyptus resinifera</i> Sm.
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	<i>Eucalyptus siderophloia</i> Benth.
<i>Eucalyptus largiflorens</i> F. Muell.	<i>Eucalyptus srnithii</i> F. Muell. ex R. T. Baker
<i>Eucalyptus macarthuri</i> H. Deane & Maiden	<i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
<i>Eucalyptus maidenii</i> F. Muell. & J. B. Kirkp	

**Quadro 2.** Espécies de insetos que atacam eucaliptos em Portugal

Espécie	Ordem	Família	Ano de registo	Referências
<i>Ctenarytaina eucalypti</i> Maskell	Hemiptera	Psyllidae	1971	Azevedo & Figo (1979)
<i>Phoracantha semipunctata</i> Fabricius	Coleoptera	Cerambycidae	1980	Araújo et al. (1985)
<i>Gonipterus platensis</i> Marelli	Coleoptera	Curculionidae	1995	Sousa & Ferreira (1996)
<i>Phoracantha recurva</i> Newman	Coleoptera	Cerambycidae	2001	Valente & Ruiz (2002)
<i>Ctenarytaina spatulata</i> Taylor	Hemiptera	Psyllidae	2002	Valente et al. (2004)
<i>Leptocybe invasa</i> Fisher & La Salle	Hymenoptera	Eulophidae	2003	Branco et al. (2006)
<i>Ophelimus maskelli</i> Ashmead	Hymenoptera	Eulophidae	2006	Branco et al. (2009)
<i>Glycaspis brimblecombei</i> Moore	Hemiptera	Psyllidae	2007	Sousa & Machado (2015)
<i>Blastopsylla occidentalis</i> Taylor	Hemiptera	Psyllidae	2009	Sousa & Machado (2015)
<i>Ophelimus</i> spp.	Hymenoptera	Eulophidae	2011	Garcia et al. (2019)
<i>Thaumastocoris peregrinus</i> Carpintero & Dellapé	Hemiptera	Thaumastocoridae	2012	Garcia et al. (2013)
<i>Epichrysocharis burwelli</i> Schauff	Hymenoptera	Eulophidae	2015	Franco et al. (2016)

Em Angola, foi identificada apenas *P. semipunctata* nas regiões oeste, centro e leste, entre as províncias de Benguela, Huambo, Bié e Moxico, onde localiza-se a maior área de plantação de eucalipto, cerca de 59% (Figura 1) (de Carvalho, 1971). Na bibliografia não se

refere qual o hospedeiro. De qualquer modo, a presença deste inseto em Angola traduz-se num potencial perigo para as plantações de *Eucalyptus* spp. Das espécies exóticas introduzidas, o eucalipto é a espécie dominante (Delgado-Matas e Pukkala, 2011).

O impacto da broca em plantações de eucalipto tem uma importância económica significativa, pelo fato do eucalipto ser considerado como base e fonte de matéria-prima para uma indústria papelreira economicamente rentável e com a capacidade de competir com o mercado externo (Portela, 1993). Em Portugal, os ataques da broca têm-se verificado com maior intensidade nos anos em que se regista aumento na temperatura média anual e do período estival (Lencart, 1994).

A questão da escassez de água em regiões áridas e semiáridas, como a África, o Sul da Ásia, o Sul da Europa e o Médio Oriente, é um dos maiores desafios do mundo atual. O possível aumento da temperatura média global do planeta, devido ao aumento de gases de efeito estufa provocados pela queima de combustíveis fósseis (petróleo), carvão e gás natural (desflorestação), agravam ainda mais as preocupações em relação ao impacto negativo de pragas, visto que poderão aumentar e prolongar o período de seca, influenciando negativamente o crescimento e desenvolvimento das árvores. Estas alterações no clima poderão afetar profundamente a dinâmica e dispersão das populações de insetos, além de, também poderem exercer um efeito direto sobre as árvores (Alves *et al.*, 2007).

Por ser uma espécie de particular importância económica é necessário que se providenciem medidas de controlo, prevenção e/ou monitorização para que se possa garantir a sua sustentabilidade. Nos últimos anos verificou-se um número elevado de árvores de eucalipto atacadas, no arboreto de eucalipto do Instituto Superior de Agronomia (ISA), com sinais evidentes de presença de insetos do género *Phoracantha*. O presente trabalho tem como objetivo analisar a suscetibilidade de várias espécies de eucalipto à broca do eucalipto tendo por base o arboreto de eucaliptos do ISA, e plantado em fevereiro de 2007. Através da caracterização das árvores presentes do arboreto, da avaliação entre as espécies de eucalipto e ataques da broca da relação com a dimensão da árvore (diâmetro) pretende-se fazer uma caracterização da situação.

## 2. Enquadramento do trabalho

### 2.1. O eucalipto

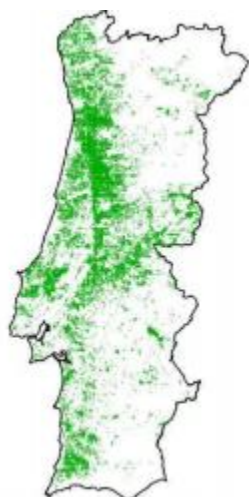
Pela área ocupada bem como pelo seu impacto na indústria de pasta para papel, o eucalipto assume um papel relevante na economia portuguesa (Coelho, 2003). Os resultados do 6º IFN mostram que, em 2010, as florestas portuguesas representavam 35,4% do território, sendo a espécie dominante *E. globulus*, proveniente da Tasmânia.

Na unidade industrial da Caima, em Cacia, considerada como a primeira unidade industrial do mundo de produção de pasta a partir de eucalipto, fez-se em 1907 as primeiras experiências de utilização de madeira desta espécie para fabrico de pasta para papel. (Borrinho *et al.*, 2007).

Durante muito tempo, a expansão desta espécie em Portugal, deveu-se, não a qualquer ação promotora dos organismos públicos, mas a privados, movidos pela curiosidade desta espécie exótica no embelezamento dos parques e jardins e, também, por outras qualidades, incluindo medicinais. Com o aumento de importância na indústria da pasta de papel, a partir dos meados do século XX, deu-se a expansão da plantação do eucalipto. Este facto foi fortemente criticado, principalmente, devido ao domínio e às alterações observadas na paisagem. (Alves *et al.*, 2007).

O incentivo à arborização pelos produtores florestais privados e os programas de fomento à florestação bem como a industrialização, criaram as condições ideais para a expansão do eucalipto, tornando-se uma espécie arbórea de enorme relevância para a economia nacional e, simultaneamente, uma espécie de elevada rentabilidade (Alves *et al.*, 2007).

Dada a sua importância para a indústria papeleira, as plantações de eucalipto seguiram o padrão de acordo com as suas preferências ecofisiológicas (Figura 2), particularmente, na região centro devido às características ecológicas da espécie e da região e, também à proximidade dos centros de transformação. A grande maioria do eucalipto pertence a produtores privados (Borges & Borges, 2007; ICNF, 2013).



**Figura 2.** Distribuição do eucalipto em Portugal (Fonte: ICNF, 2013)

Durante muito tempo, à semelhança de muitas outras espécies exóticas, os eucaliptos tiveram uma posição privilegiada fora da sua região de origem, que o garante vigor e produtividade em diferentes regiões geográficas onde foram introduzidos. À medida que o tempo vai passando, esta situação está mudando e passaram agora a estar associados a fitófagos nativos da região onde o eucalipto é nativo. Segundo Branco (2007) as alterações do estado fitossanitários dos eucaliptos podem resultar de dois processos diferentes:

- pragas nativas das regiões onde o eucalipto é originário introduzidas acidentalmente;
- movimentação de insetos de hospedeiro locais para outras regiões onde o eucalipto foi introduzido.

A constante procura e o aumento do preço do material lenhoso, resultou na expansão do eucalipto e das indústrias de pasta. A positividade na atividade do comércio externo da madeira e subprodutos do eucalipto resultou do aumento da atividade industrial e expansão da produção do eucalipto, pelo valor das exportações de pasta e do papel, destinado predominantemente à países da União Europeia (Borges & Borges, 2007). A reorganização da cadeia produtiva está associada à intensificação e expansão do cultivo do eucalipto em regiões onde se concentra o desenvolvimento económico inserindo-se num padrão de especialização produtiva.

## 2.2. A broca do eucalipto

A broca do eucalipto é um coleóptero (Cerambycidae) inseto xilófago, de origem australiana. Este inseto provoca prejuízos com importância económica com maiores danos observados no interior norte, centro e no sul de Portugal. Este resultado justifica-se pela carência hídrica a que as árvores naquelas zonas estão sujeitas. É considerada uma praga secundária, pois ataca árvores debilitadas ou em *stress*. A árvore afetada enfraquece e, normalmente, morre (Valente, 2016).

Os insetos são o grupo de animais mais diversificado existente, podendo contribuir com, até 87% para a diversidade de espécies animais de um dado ecossistema. Embora frequentemente sejam considerados pragas, pelos prejuízos que algumas espécies podem causar às plantas, muitas outras desempenham um papel dominante e de vital importância no funcionamento dos ecossistemas, contribuindo significativamente para diversas funções ecológicas (Dhahri 2017). Muitas outras espécies são polinizadoras, assumindo grande importância na produção e na diversidade vegetal. Por outro lado, diversas outras espécies são fonte de alimento para muitos elementos da vida selvagem, tal como aves e outros organismos entomófagos, pequenos mamíferos e peixes, contribuindo desta forma para o equilíbrio das cadeias tróficas. A composição e abundância específica de alguns grupos chave de insetos, numa determinada área, também pode ser um excelente indicador da estabilidade dos ecossistemas (Branco, 2007; FAO, 2007; Stam *et al.*, 2014).

Segundo Branco (2007) caracteriza-se pela perfuração de galerias ao longo do tronco e ramos na região subcortical até ao lenho onde cumprem suas duas fases do ciclo de desenvolvimento (larva e pupa) no interior do tronco. As larvas alimentam-se dos tecidos do floema e xilema influenciando negativamente na translocação de água e nutrientes, conduzindo desta forma à morte da árvore mediante o órgão da planta afetada.

A broca do eucalipto *P. semipunctata* foi a primeira espécie com estatuto de praga importante a ocorrer em plantações de eucalipto em Portugal (Branco, 2007). Esta espécie foi descrita, pela primeira vez, em 1775, por Juan Cristian Fabricius, que a designou por *Stenocorus semipunctatus*. Em 1840, Newman alterou a designação para *Phoracantha synonyma* e, mais tarde, em 1912, Aurivillius atribui o nome atual *Phoracantha semipunctata* (Bouchy & Quentin, 1988).

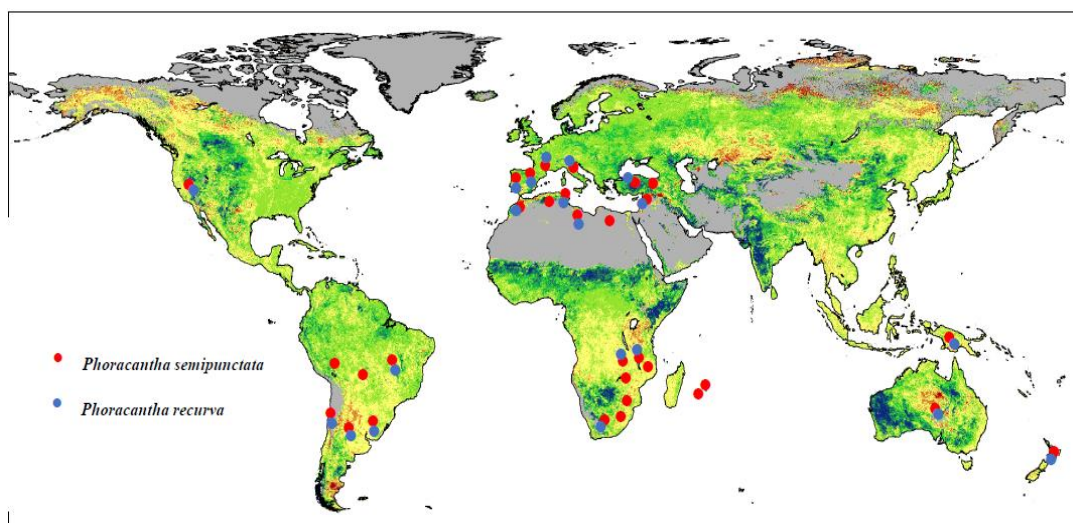
Através da importação de madeira contaminada, chegou, em meados de 1906, à África do Sul e a partir daí dispersou-se para as Ilhas Maurícias (Duffy, 1960) e pelos países vizinhos do Lesoto, Moçambique, Zimbabué, Malawi, Zâmbia, Zaire, Namíbia, Tanzânia, Angola e Tunísia (de Carvalho, 1971; FAO, 2007). Em muitas outras zonas de África que não são monitorizadas suspeita-se que esteja presente. Na América do Sul, *P. semipunctata*, foi identificada pela primeira vez em 1917, na Argentina. Presume-se que a partir deste país dispersou-se para outros países, tais como: Argentina, Brasil, Uruguai, Perú e Bolívia e Estados Unidos, mais concretamente na Califórnia e Chile (Scriven *et al.*, 1986; FAO, 2007).

Na região do Mediterrâneo, a presença da *P. semipunctata* ocorreu durante a segunda Guerra Mundial, a sua presença em Israel foi observada em 1945 e, posteriormente, no Egipto (Perenzan, 1976), Chipre (Duffy, 1960), Portugal (Figo, 1981) e Turquia (Acatay, 1959). Em função da sua dispersão em Israel Duffy (1960) alertava para o facto deste inseto poder constituir um potencial risco para os eucaliptos da costa do Norte de África e da zona

mediterrânea Ocidental. Surge na Sicília em 1973 (Romano & Carapezza, 1975) e nas regiões central e meridional da Península da Itália.

Valente (2016) relata que *P. semipunctata* é o coleóptero mais comum encontrado em Portugal, atacando madeiras armazenadas, árvores enfraquecidas pela ação de outros insetos, árvores com lesões provocadas pelas operações silvícolas e por incêndios florestais. O mesmo autor afirma que, existem espécies de eucalipto com capacidade de resistir aos ataques de pragas. A atividade da broca pode originar perdas económicas, uma vez que as galerias criadas pelas larvas reduzem a qualidade e o valor da madeira.

Na Figura 3 apresentam-se algumas áreas de distribuição da *P. semipunctata* e *P. recurva*.



**Figura 3.** Algumas áreas de distribuição da *Phoracantha semipunctata* e *Phoracantha recurva* (Fonte: [www.cabi.org](http://www.cabi.org), 2015)

De acordo com Bonifácio (1996) existem duas hipóteses quanto à dispersão da *P. semipunctata* na Península Ibérica:

- Em Portugal a sua introdução terá ocorrido em 1981 na Península de Setúbal (Figo, 1981) e, no ano seguinte, no parque de Monsanto em Lisboa (Baeta Neves & Cabral, 1981) onde se dispersou até Espanha (Ruperez, 1982), apesar de terem sido tomadas medidas de quarentena relativamente à madeira importada, com a sua suspensão aquando da deteção da praga em território português (Cadahia, 1984);

- Poderá ter sido introduzida nas zonas de Huelva e de Pontevedra, em Espanha e depois dispersou-se chegando a Portugal (Baeta Neves, 1981).

O principal veículo de transporte da praga na Península Ibérica, em ambas as hipóteses, terá sido a importação de madeira infestada, de regiões onde se regista a presença

desta espécie, como África do Sul e Argentina, devido a fraca fiscalização de material florestal e ausência de controlo fitossanitário rigoroso (Bonifácio, 1991).

A *P. recurva* é uma espécie nativa da Austrália. Menos abundante em território português, está presente desde 2001. Esta espécie é comum em Portugal nas regiões mais secas: Alentejo, Vale do Tejo, Beira interior e Trás-os-Montes (Sousa & Machado, 2015).

Quanto a características, a *P. recurva* é semelhante em tamanho, aparência e biologia à *P. semipunctata*. Adultos de ambas as espécies são atraídos por árvores em *stress* ou recém-abatidas, onde ocorre o acasalamento e a postura dos ovos (Chararas, 1969; Scriven *et al.*, 1986; Hanks *et al.*, 1990). Alimentam-se de uma ampla gama de eucaliptos moribundos ou mortos (Hanks *et al.*, 1997). Recentemente, *P. recurva* e *P. semipunctata*, foram descritas como as duas espécies do género *Phoracantha* mais amplamente distribuídas na Austrália. Apesar da sua ampla biogeografia, a *P. recurva* recebeu pouca atenção no seu *habitat* nativo, porque as populações parecem manterem-se em níveis baixos (Dhahri, 2017).

Por outro lado, em algumas regiões do mundo, como o caso da Califórnia e Marrocos, segundo Dhahri (2017), *P. recurva*, pouco depois de sua introdução, invadiu dramaticamente o *habitat* de *P. semipunctata* e aumentou sua população, beneficiando da ausência de inimigos naturais. Foi considerada uma espécie exótica de carácter invasor, especialmente, nos anos secos. Estas duas pragas atualmente continuam a causar danos significativos em eucaliptais na Tunísia.

De realçar que, grande parte das espécies de insetos que se evidenciaram como pragas importantes do eucalipto eram pouco conhecidas na Austrália, em que algumas espécies só foram identificadas pela primeira vez quando se transformaram em invasoras (Branco, 2007). Em Portugal, continua a aumentar o número de agentes patogénicos, influenciado pelo aumento da circulação de pessoas e bens, assim como pelas trocas globais, provocando constrangimentos no processo de tomada de decisões para o combate de agentes patogénicos associado aos sistemas de produção florestal.

### 2.2.1. Biologia da broca do eucalipto

*Phoracantha* spp. são insetos que atacam e matam os eucaliptos em anos de seca e numa proporção maior do que aquela que ocorre na zona onde é nativo (Caldeira *et al.*, 2002; Dhahri, 2017).

O comprimento dos adultos da *P. semipunctata* varia entre 16 e 30 mm (Figura 4), têm uma coloração base castanho-escuro avermelhado, atravessada por uma banda difusa de cor creme e uma mancha da mesma cor na parte terminal do élitro (Bonifácio, 1996). Os insetos crepusculares ou noturnos apresentam uma coloração escura que é uma característica dos Phoracanthini, o que lhes confere maior discricção durante o dia, quando estão presentes no

tronco das árvores camuflados. Podem estar em grupos entre as cascas desprendidas e/ou folhas de árvores abatidas ou em pé (Chararas, 1969).

As antenas e o abdômem são as principais características de diferenciação sexual. Ambos os sexos são facilmente distinguíveis através do comprimento das antenas e da largura dos dois últimos segmentos abdominais (Caldeira, 1995). A fêmea, no último segmento abdominal, possui uma largura muito maior do que a largura do penúltimo, ao passo que, nos machos, as larguras são semelhantes (Bonifácio, 1996). Durante a fase de pupa, as antenas são formadas por 11 artículos, sendo que o 11º artículo é resultado da fusão entre o 11º e 12º artículo. Em ambos os sexos, as antenas ultrapassam a extremidade dos élitros, sendo os machos 1,4 vezes o comprimento do corpo ao passo que as fêmeas entre 1,1 vezes (Duffy, 1960).

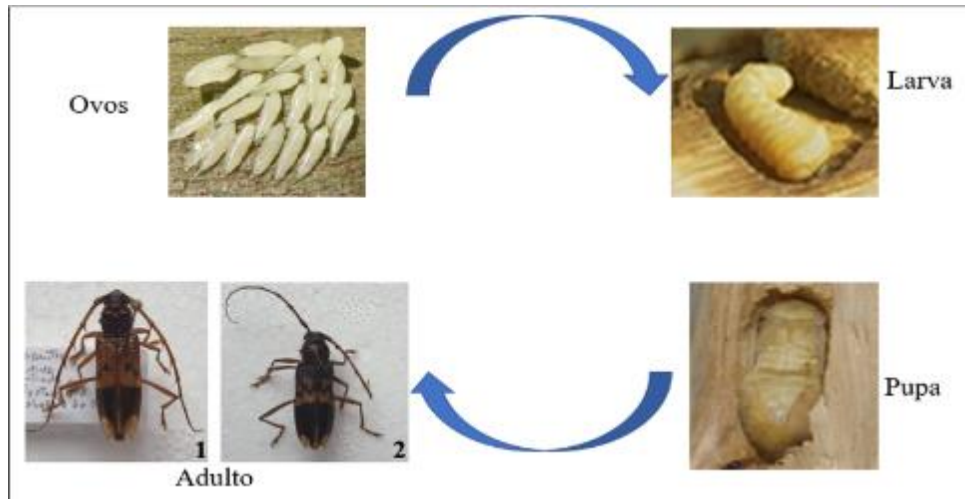
Normalmente os insetos adultos da família Cerambycidae produzem sons que utilizam para atrair o sexo oposto e para a sua autodefesa contra predadores. O acasalamento envolve a existência de mecanismos de comunicação a curta distância que ocorre na superfície do tronco da árvore feito próximo em locais de nidificação e que pode durar 8-28 minutos repetindo-se por várias horas (Hanks *et al.*, 1996).

O comportamento das fêmeas no momento da postura é influenciado pelo tato, pois 95% das rachaduras na casca da árvore recebem ovos (Chararas, 1969). As fêmeas ao porem ovos, introduzem o seu ovipositor nas fendas das cascas, em pontos de inserções dos ramos entre o ritidoma e os nós, ficando postos em fiadas irregulares e em forma de placas (Henriques, 1986; Scriven *et al.*, 1986). Após a fecundação a uma temperatura não inferior a 15-16°C, ocorre a postura de ovos em 2-4 dias (Bonifácio, 1996).

Os ovos das fêmeas de *P. semipunctata* são colocados em grupos, em cascas soltas ou fendas (Figura 4). Após alguns dias, as larvas recém-nascidas perfuram a casca e abrem galerias no tronco da árvore. As larvas crescidas perfuram o cerne para construir uma câmara pupal (Figura 4). Os adultos são presentes continuamente desde o início da primavera até setembro. Para atingir a fase adulta, desde o desenvolvimento do ovo, pode levar de 2,5 a 12 meses, dependendo da temperatura. A *P. semipunctata* em Portugal pode ter uma a duas gerações por ano (Caldeira *et al.*, 2002).

As transformações morfológicas e fisiológicas na estrutura corpórea dos insetos desta espécie durante o seu ciclo de vida são caracterizadas por quatro etapas (metamorfose completa) (Figura 4). Próximos da eclosão, os ovos tornam-se cilíndricos, são fusiformes e medem cerca de 2,5 mm, com um córion delgado, possuem uma consistência gelatinosa e coloração amarelo-pálida. As larvas são amarelas e ápodes, desenvolvidas na região cefálica e uma forma robusta, achatada dorso-ventralmente. No final do período larval, pode atingir cerca de 32 mm de comprimento e uma cápsula cefálica com 6,5 mm de largura. A pupa é livre e forma-se na câmara pupal. A pupa tem cor branco-amarelado brilhante, um

comprimento de, aproximadamente 2,1 cm e uma largura que ronda os 0,6 cm. Tem nove segmentos abdominais em que o diâmetro decresce da região anterior para a posterior do corpo e apresenta já a forma aproximada do inseto perfeito, apresenta armadura bucal e das zonas articulares das patas, adquirindo progressivamente uma coloração castanha (Caldeira, 1995; Bonifácio, 1996; Dhahri, 2017).



**Figura 4.** Ciclo de vida da *Phoracantha* spp. 1. Adulto de *P. recurva* (Foto: autor); e 2. Adulto de *P. semipunctata* (Foto: autor); ovos (Fotos: Sousa & Machado, 2015); larva e pupa (Valente, 2016)

Penetrando nas cascas das árvores, as larvas neonatas abrem caminhos perpendicular ao eixo do tronco da árvore até ao floema e posteriormente ao câmbio. A seguir, vão penetrando em várias direções escavando galerias em função do seu tamanho, alimentando-se ao longo do câmbio, e floema e por outro lado, algum xilema recém diferenciado (Bonifácio, 1996). As galerias de alimentação aumentam em tamanho à medida que as larvas vão crescendo deixando serrim fino e compacto constituído por dejetos na parte anterior do orifício aberto. À medida que as larvas vão crescendo, os canais vão-se cruzando, cada vez com maior frequência e quando se cruzam duas larvas normalmente, a larva de maior tamanho mata a de menor tamanho (Scriven *et al.*, 1986). A determinação do número de instares larvares tem-se revelado uma tarefa difícil no caso da *P. semipunctata* (Bonifácio, 1996). Podem ocorrer 8 instares, enquanto que para Helal & El-Sebay (1980) apresenta apenas 6 instares para completar a fase larval. Quando atingem o último estágio de desenvolvimento desta fase, o que é chamado de pré-pupa, saem da zona cortical do lenho e iniciam a escavação de galerias de vários tamanhos deixando-as completamente cobertas por serrim compacto (Bonifácio, 1996).

Ao atingir a maturação, a larva forma inicialmente um túnel curto até à superfície da casca, a seguir perfura uma galeria centrípeta no interior do tronco da árvore para depois formar uma câmara pupal e posteriormente completar a fase de pupa (Tirado, 1992). O orifício de entrada criado no lenho é tapado pela larva com serrim (Henriques, 1986, Hanks *et al.*, 1991). Logo, o orifício de emergência é criado próximo da casca no tronco da árvore e permitirá a saída do inseto adulto (Scriven *et al.*, 1986).

Durante o ciclo de vida, as fêmeas de *P. semipunctata* efetuam várias posturas com um número total de cerca 150-180 ovos. Alguns autores apontam terem observados até 300 ovos por fêmea (Chararas, 1969). Varia muito o número de ovos por postura, uns autores referem valores limite de 10-110 ovos, 3-30 (Scriven *et al.*, 1986) e uma média que varia entre 20-60 ovos (Chararas, 1969; Hanks *et al.*, 1991). Já as fêmeas da *P. recurva* depositam os seus ovos em massas que variam de 2-60 ovos, com o número total por fêmea a variar entre 49-325 ovos e uma média estimada em 168 ovos. A fertilidade das fêmeas depende da disponibilidade alimentar (Dhahri, 2017).

*Phoracantha* spp. apresenta elevada mortalidade durante a fase larval devido ao insucesso ao penetrar na casca da árvore e, posteriormente, ao tronco no caso das larvas neonatas e, também devido ao canibalismo que ocorre entre o cruzamento das galerias criadas individualmente (Caldeira, 1995).

No sul de Portugal, foi determinado que, as populações apresentam um padrão de desenvolvimento misto, monovoltino e bivoltino, apresentando os primeiros adultos em meados de maio (Caldeira, 1995; Bonifácio, 1996).

A segunda geração tem o seu início de setembro a outubro, em pequenas populações, não provocando assim danos significativo em povoamentos florestais de eucalipto, isto é, devido a uma descida acentuada da temperatura, precipitação e pela melhoria do estado fisiológico das árvores (Ferreira & Ferreira, 1988).

### **2.2.2. Influencia do meio ambiente**

O aumento de áreas de monoculturas florestais favorece o aparecimento de pragas e garante as condições ideais para o estabelecimento e dispersão de populações de insetos, as quais podem aumentar ou diminuir em função de fatores favoráveis ou desfavoráveis. Deste modo, é importante o conhecimento das variáveis ambientais que atuam sobre estes organismos fitófagos no local. A temperatura, a humidade relativa do ar, a insolação e o vento são apontados como fatores climáticos decisivos na atividade dos insetos (Dhahri, 2017).

Para a broca do eucalipto, a temperatura é um dos fatores determinantes (Bonifácio, 1996). Em anos em que a temperatura é mais baixa, obriga uma paragem no desenvolvimento do inseto no período de inverno, atrasando assim o ciclo de vida fazendo com que haja apenas uma geração durante o ano (Lima *et al.*, 1991).

Desde que exista temperatura favorável, é possível encontrar a broca nos vários estados de desenvolvimento e, em simultâneo, desde o início da primavera até ao outono (Ferreira & Ferreira, 1988). Desta forma, as pupas e as pré-pupas do ano anterior dão continuidade ao seu desenvolvimento no tronco da árvore, até os indivíduos adultos serem formados e emergirem, deixando assim a câmara pupal e seguindo para o exterior. Por outro lado, as larvas que estiveram em quiescência debaixo da casca da árvore, e que conseguiram sobreviver às condições adversas do meio ambiente no inverno, continuam a alimentar-se até passarem ao estado de pupa e, por fim, evoluem para o último estado do desenvolvimento pupal (Conceição, 1995).

De igual forma, a temperatura também afeta o voo e a locomoção dos insetos adultos em movimento, mostrando-se ativos em noites quentes, em que a temperatura atinja valores acima de 15°C (Chararas, 1969). Assim, a atividades dos insetos adultos é maior num intervalo de temperaturas compreendidas entre 26-28°C e reduz-se ou anula-se em noites com temperaturas inferiores a 12-13°C (Chararas, 1969). Logo, coincide geralmente com o momento em que ocorre maior oviposição entre os meses de julho a agosto segundo Paiva *et al.* (1991). Assim, como também, a longevidade dos adultos depende, entre outros fatores, da temperatura e pode variar entre 1 a 6 meses (Hanks *et al.*, 1991). A temperatura também é importante na incubação de ovos (Chararas, 1969).

A humidade também é um dos fatores muito importantes, que afeta o crescimento, desenvolvimento e dispersão dos insetos. Helal & El-Sebay (1980) afirmam que, apesar da planta hospedeira não ter qualquer efeito na eclosão dos ovos, a fêmea da broca, põe os seus ovos na superfície do tronco do eucalipto em locais onde a humidade varia entre 35 e 45%. O limite mínimo de teor de humidade para as atividades das larvas é de aproximadamente 9,6% (Hararas *et al.*, 1971; Helal & El-Sebay, 1980). Na eclosão dos ovos, o teor de humidade do tronco não tem qualquer ação, mas influencia a taxa de penetração das larvas recém-eclodida (Caldeira, 1995).

Apesar da disponibilidade alimentar, o tempo de evolução das larvas depende essencialmente das condições climáticas (Chararas, 1969). Uma temperatura inferior a 10°C levará à diminuição e paragem da atividade alimentar. De facto, a uma temperatura de, aproximadamente, 14,5°C, verifica-se uma atividade fraca (Caldeira, 1995). Logo, a larva só começa a estar ativa a partir dos 19°C, chegando o ótimo de atividade peristáltica e de secreção do tubo digestivo a uma temperatura compreendidas entre os 26-27°C (Chararas, 1979).

No inverno, a oviposição é fraca e ocorre elevada mortalidade larval, devido ao frio. Em Portugal, existe uma época de 2 a 3 meses, praticamente sem emergência, compreendida entre meados de dezembro e princípios de março, período que coincide com a época mais fria do ano, com uma temperatura média inferior a 15°C (Tirado, 1992).

Em países em que as condições climáticas são mais favoráveis (período frio pouco prolongado) ocorrem duas gerações anuais de *P. semipunctata* parcialmente sobrepostas - Tunísia (Hararas *et al.*, 1971), Egito (Helal & El-Sebay, 1980), Zâmbia onde pode atingir três gerações anuais, Israel e Califórnia (Hanks *et al.*, 1991).

As variações climáticas verificam-se a nível regional ou local, isto devido a fatores topográficos específicos podendo ter uma influência significativa na temperatura do meio, condicionando assim o comportamento dos insetos (Caldeira, 1995). São alguns exemplos de variações a nível regional, as diferenças encontradas entre o grau de ataque desta praga na zona da serra em Huelva-Espanha, com temperaturas mais baixas associadas a maior precipitação, se pode encontrar duas gerações (Tirado, 1988).

### **2.2.3. Regime alimentar e seleção de hospedeiros**

A planta é a fonte de alimentos para os insetos. Insetos e plantas compartilham interações ecológicas há milhões de anos. Para insetos fitófagos, a planta serve para alimentação, sítio de acasalamento e oviposição, refúgio ou abrigo. Em relação ao hábito alimentar, existem três grupos de insetos fitófagos:

- os polífagos, que são insetos capazes de se alimentarem de várias espécies de plantas e pertencem a diversas famílias (Sousa & Machado, 2015);
- os oligófagos, que constituem o grupo onde se insere a maioria dos insetos fitófagos, são insetos que se alimentam de espécies vegetais de géneros próximos e
- os monófagos, que se alimentam exclusivamente de espécies pertencentes a um mesmo género (Dhahri, 2017).

Os insetos xilófagos são aqueles que se alimentam de material lenhoso em diferentes fases do seu ciclo de desenvolvimento (Figura 5). Por outro lado, além de alimento, os insetos fitófagos utilizam a planta para a sua proteção contra predadores e condições ambientais adversas (chuva, calor, tempestades, etc.) e para a reprodução (Schoonhoven *et al.*, 2005). Normalmente, a localização da árvore hospedeira é feita por fêmeas que escolhem o local de nidificação, crescimento e desenvolvimento das crias (Awmak & Leather, 2002). Segundo Hanks *et al.* (1993), os adultos da *P. semipunctata* e *P. recurva* são atraídos por espécies do género *Eucalyptus* que lhes garante uma maior sobrevivência da descendência.



**Figura 5.** Galerias no tronco e orifícios de saída do adulto, formadas por espécimes do género *Phoracantha* (Foto: Autor)

As características físicas (tamanho, cor, rugosidade do tronco e cor da folhagem) bem como o valor nutritivo da planta hospedeira influenciam a relação planta/inseto (Stam *et al.*, 2014) assim como também os metabólitos secundários libertados pelas plantas hospedeiras.

A alimentação é um dos elementos indispensáveis à maturação sexual e determinante na longevidade dos insetos em ambos os sexos. Os insetos apresentam procedimentos comportamentais diferente no reconhecimento do *habitat* do seu hospedeiro. Apresenta uma sequência de comportamentos para aceitar ou rejeitar o local de alimentação e/ou oviposição. Inicialmente, a percepção no encontro do hospedeiro pelo inseto leva um movimento orientado em direção à fonte. Segundo Stam *et al.* (2014) o sistema nervoso dos insetos atua em quatro aspetos sequenciais que são caracterizado pelo contato entre o inseto e planta:

- receção do estímulo pelos recetores sensoriais e passagem para o sistema sensorial periférico;
- decodificação e integração da informação recebida pelo sistema nervoso;
- ativação de um sistema eferente apropriado e;
- resposta do indivíduo.

### 2.3. Prejuízos na floresta causados pela broca do eucalipto

Quando a praga ataca árvores de diâmetro pequeno ou novas, a morte ocorre, muito frequentemente, num curto espaço de tempo. Todavia, para que haja a morte de eucaliptos de maior diâmetro, desde o início do ataque até a morte da árvore, pode decorrer um ou mais anos (Figura 6).

Na fase inicial de desenvolvimento, o ataque de *Phoracantha* spp. dificilmente é detetável. Nota-se a presença de serradura muito fina (serrim) e de pequenos orifícios onde penetram as larvas recém-eclodidas (Bonifácio, 1996). A penetração das larvas no tronco da árvore, afeta o floema e o câmbio. À medida que as larvas vão crescendo escavam galerias cada vez mais amplas e no exterior criam empolamentos acinzentados na casca (Lencart, 1988). Em fase final do desenvolvimento larval, ocorre a necrose descendente das árvores atacadas, que pode levá-las até à morte (Figura 7) (Bonifácio, 1996). Na fase conclusiva do processo de desenvolvimento do inseto, o tronco da árvore atacada apresenta orifícios de emergência dos insetos adultos (Lencart, 1988).



**Figura 6.** Árvores mortas em pé por ação de *Phoracantha* spp. – arboreto do ISA (Foto: Autor)

Para a produção de pasta de papel, a madeira atacada por esta praga, pode manter as qualidades necessárias perdendo-se unicamente o material consumido pelas larvas (Lencart, 1988). Os danos tendem a agravar-se, pois esta praga pode atacar ramos e troncos

de diâmetro menor de 2 centímetros. Desta forma, têm vindo a aparecer com maior frequência ataques em povoamento com árvores bastante jovens (Scriven *et al.*, 1986).

O prejuízo é maior quando há necessidade de cortar as árvores atacadas e mortas, resultando em povoamentos irregulares e com falhas dificultando as operações de exploração florestal (Henriques, 1986; Lencart, 1988).

Os sintomas de ataque são amarelecimento das folhas, rebentação na base e ao longo do tronco (Figura 8), exsudações (Figura 7) e presença de perfurações de diversos tamanhos no tronco (Figura 5) e ramos, especialmente em povoamento sujeitos a *stress*, nomeadamente, *stress* hídrico ou pós-fogo. A falta de ações de gestão em povoamento muito atacados pode conduzir a níveis populacionais muito altos, com aparecimento de folhas secas (Figura 6) e a passagem rápida de árvore para árvore, em ciclos sucessivos e, por fim, a morte de muitas árvores (Bonifácio, 1996; FAO, 2007).



**Figura 7.** Lesões na árvore causadas pela *Phoracantha* spp. (Foto: Autor)

Como reação ao ataque de pragas, o eucalipto produz uma solução aquosa de compostos polifenólicos (quino) para isolar a zona atacada impedindo a entrada de outros microrganismos patogénicos (Bonifácio, 1996). A acumulação de quino provoca aberturas de

fendas ao longo do tronco, na superfície da casca, acabando por transbordar, fazendo com que o tronco apresente uma coloração vermelho-escuro (Hanks *et al.*, 1991).



**Figura 8.** Rebentações laterais, ao longo tronco, de árvores atacadas por *Phoracantha* spp. (Foto: Autor)

#### **2.4. Proteção das plantações de eucaliptos contra a broca do eucalipto**

Durante muitos anos as plantações de eucalipto em Portugal não apresentaram problemas fitossanitários, mas nas últimas décadas houve um grande aumento de mortes de árvores causados por pragas, como os insetos do género *Phoracantha*, que têm vindo a causar grandes perdas de produção. O fator mais importante na dinâmica, dispersão e desenvolvimento das populações destes fitófagos é a ausência de inimigos naturais. Esta situação tem sido agravada com o aumento de novas pragas originárias da Austrália, assim como com o aumento de novas doenças emergentes (Alves *et al.*, 2007; Branco *et al.*, 2014).

Na generalidade dos insetos que atacam eucaliptos, o uso de químicos para o controlo destas pragas não é uma opção sustentável, devido aos impactes ambientais no uso destes produtos e à necessidade de contínuas aplicações. O controlo químico não é também uma solução economicamente viável, devido aos custos envolvidos. A luta biológica que consiste

na utilização de parasitoides, tem sido a solução mais promissora e sustentável a longo prazo (Alves *et al.*, 2007). Parasitoides são organismos que provocam a morte de seus hospedeiros para completar o seu desenvolvimento. As suas larvas se desenvolvem sobre ou no interior do corpo do hospedeiro.

A FAO (2007) indica alguns exemplos de agentes de controlo biológico para espécies de *Phoracantha* spp. conforme mostra o Quadro 3.

**Quadro 3.** Agente biológico para o controlo de *Phoracantha* spp.

Espécie	Família	Parasitoide
<i>Avetianella longoi</i> Siscaro*	Encyrtidae	Ovo
<i>Callibracon limbatus</i> Brullé	Braconidae	Larva
<i>Jarra maculipennis</i> Marsh & Austin	Braconidae	Larva
<i>Jarra phoracantha</i> Marsh & Austin	Braconidae	Larva
<i>Syngaster lepidus</i> Brullé	Braconidae	Larva

\* Espécie presente em Portugal

Para o controlo da broca, podem ser usados os mesmos métodos de combate para ambas as espécies identificadas em Portugal, sendo medidas de silvicultura preventiva a utilização de espécies resistentes e evitar atividades que perturbem ou interfiram no controlo biológico. Os tratamentos com pesticidas geralmente não são eficazes no tratamento das árvores atacadas por estas pragas (Paine *et al.*, 2009).

A característica de resistência e/ou tolerância dos eucaliptos aos ataques da broca do eucalipto é hereditária, no entanto, é específica para um dado organismo, podendo a planta vir a ser atacada por outros organismos aos quais é suscetível (Held, 2004). Como exemplo temos o uso de variedades resistentes à *P. semipunctata* em algumas localidades de Portugal (Borrinho *et al.*, 2007).

Antigamente em Portugal, o combate a esta praga, estava limitado à aplicação de meios de luta cultural, nomeadamente, o abate e remoção das árvores atacadas e a instalação de armadilhas com substância adesiva e armadilhas de toros para a captura de adultos. Este processo foi realizado com base no conhecimento empírico em cada situação de campo, sem que isto, proceda a nenhuma estimativa de risco que possa condicionar a tomada de decisão no momento de combater a praga (Bonifácio, 1996; Valente, 2016).

Além das medidas de combate mencionadas, atualmente utiliza-se a luta biológica com a vespa australiana *A. longoi* e com auxílio de outros inimigos naturais como: pica-paus, morcegos e formigas. Desta forma, as armadilhas em toros vão reduzindo o nível populacional da broca, aumentando assim a eficácia na ação parasítica da vespa *A. longoi* (Valente, 2016).

A intensidade de ataque da broca é influenciada pela seca. Em povoamento com grande densidade ou árvores pouco adaptadas estas são mais suscetíveis a altos níveis de mortalidade. Esta suscetibilidade também varia com a espécie (Quadro 4) (Paine *et al.*, 2009).

Para se conseguir uma gestão sustentável dos povoamentos florestais sem recorrer a pesticidas, é necessário um estudo aprofundado que permita esclarecer quais os principais agentes patogénicos que estão a afetar as plantas numa determinada região. É importante também conhecer e o seu modo de atuação, para que se possam combater com recurso a silvicultura adequada, as espécies melhoradas são mais preparadas para resistirem ao *stress* e ao ataque de patogénicos (Alves *et al.*, 2007).

**Quadro 4.** Suscetibilidade de algumas espécies de eucalipto à *Phoracantha* spp. (Paine *et al.*, 2009; Schumacher & Vieira, 2015).

Suscetível	Pouco suscetível
<i>E. globulus</i>	<i>E. citriodora</i>
<i>E. grandis</i>	<i>E. sideroxylon</i>
<i>E. diversicolor</i>	<i>E. camaldulensis</i>
<i>E. viminalis</i>	<i>E. robusta</i>
<i>E. saligna</i>	<i>E. trabutii</i>
<i>E. nitens</i>	<i>E. dalrympleana</i>
	<i>E. cladocalyx</i>

O tratamento adequado dos toros de eucalipto pode ser uma medida eficaz no controlo da broca do eucalipto. Cobrir o tronco com sacos de plásticos resistente aos raios ultravioleta após o seu descasque, colocando-o num local soalheiro por 10 a 12 semanas impede novos ataques de brocas, dificultando a emergência de larvas resistente bem como a sua dispersão. Visto que o uso de químicos não é considerado eficazes, para o controlo de população de brocas, partes da árvore infestadas, como ramos e tronco, devem ser bem tratados ou destruídos em aterro (FAO, 2007).

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1. Localização e caracterização do arboreto de eucaliptos do ISA

Para analisar a suscetibilidade de diferentes espécies do género *Eucalyptus* à broca, foi selecionada como área de estudo o arboreto de eucaliptos localizado no ISA (Figura 9), em Lisboa (38°42'27.5"N; 9°10'56.3"W). Segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), o clima da Tapada da Ajuda é, de acordo com a classificação de Köppen, temperado com inverno chuvoso e verão seco e quente, com estação seca no verão de junho a agosto, com temperatura média superior a 10°C no mês mais frio e inferior a 22°C no mês mais quente. O solo é um Vertissolo (WRB, 2006), com origem em formações basálticas, pertencendo ao Complexo Vulcânico de Lisboa, com ocorrência de elementos grosseiros de basalto e calcário.

Em 2005, a CELPA convidou o ISA a desenvolver um projeto de plantação de um arboreto, com 30 espécies de eucalipto (Quadro 5), com vista à produção de folhas e rebentos para alimentação dos coalas do Jardim Zoológico de Lisboa. As espécies foram selecionadas por serem as mais adequadas para alimentação dos coalas e por poderem constituir, no seu conjunto, um *arboreto de sentidos*. Ou seja, pretendeu-se juntar conjuntos de espécies com características particulares quanto à textura do tronco e aos aspetos visual e olfativo (Soares *et al.*, 2011).

Foi aberto concurso público para apresentação de propostas tendo vencido o projeto elaborado por uma equipa de arquitetos paisagistas da FCUP (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto) e de engenheiros florestais do ISA.

Em dezembro de 2006, no lugar do Carrascal (Figura 10), junto ao Viveiro Florestal, plantaram-se, em 0,9 ha, cerca de 900 eucaliptos (Figura 11). O compasso utilizado foi de 3 m x 3 m (1111 árvores/ha). Em maio de 2008, instalou-se um sistema de rega gota-a-gota, com tubos dispostos nas linhas de plantação e gotejadores colocados junto às árvores. A rega, não contabilizada, só é ativada na estação seca, variável com o ano. Em novembro de 2009 foi efetuada a retanchar após aquisição das sementes na Austrália e produção das plantas nos viveiros do Furadouro (Altri Florestal). Desde então têm-se vindo a substituir as árvores mortas e plantado em locais onde não havia, perfazendo, atualmente, um total de 945 árvores.



Figura 9. Mapa do Instituto Superior de Agronomia (sítio do ISA)

Quadro 5. Espécies de eucalipto presentes no arboreto de eucaliptos do ISA

Espécie	Espécie
Ct - <i>Corymbia citriodora</i> Hook K. D. Hill & L.A.S. Johnson	Ov - <i>Eucalyptus ovata</i> Labill.
Ma - <i>Corymbia maculata</i> Hook K. D. Hill & L.A.S. Johnson	Pa - <i>Eucalyptus pauciflora</i> Sieber ex Spreng
Br - <i>Eucalyptus botryoides</i> Sm.	Pe - <i>Eucalyptus perriniana</i> F. Muell. ex Rodway
Ca - <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	Pi - <i>Eucalyptus pilularis</i> Sm.
Ci - <i>Eucalyptus cinerea</i> F. Muell. ex Benth	Po - <i>Eucalyptus polyanthemos</i> Schauer
Cr - <i>Eucalyptus creba</i> F. Muell.	Pr - <i>Eucalyptus propinqua</i> Maiden Deane
Cy - <i>Eucalyptus cypellocarpa</i> L.A.S. Johnson	Pu - <i>Eucalyptus pulverulenta</i> Sims
Gb - <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Re - <i>Eucalyptus regnans</i> F. Muell.
Go - <i>Eucalyptus goniocalyx</i> F. Muell. ex Miq.	Rs - <i>Eucalyptus resinifera</i> Sm.
Gr - <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill. ex Maiden	Ro - <i>Eucalyptus robusta</i> Sm.
Mc - <i>Eucalyptus macarthuri</i> H. Deane & Maiden	Ru - <i>Eucalyptus rudis</i> Endl.
Me - <i>Eucalyptus melliodora</i> A. Cunn. ex Schau	Sa - <i>Eucalyptus saligna</i> Sm.
Ni - <i>Eucalyptus nicholii</i> Maiden & Blakely	Si - <i>Eucalyptus sideroxylon</i> A. Cunn. ex Woolls
Nt - <i>Eucalyptus nitens</i> H. Deane & Maiden	Te - <i>Eucalyptus tereticornis</i> Sm.
Oc - <i>Eucalyptus occidentalis</i> Endl.	Vi - <i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.



Figura 10. Localização do arboreto na Tapada da Ajuda (ISA)

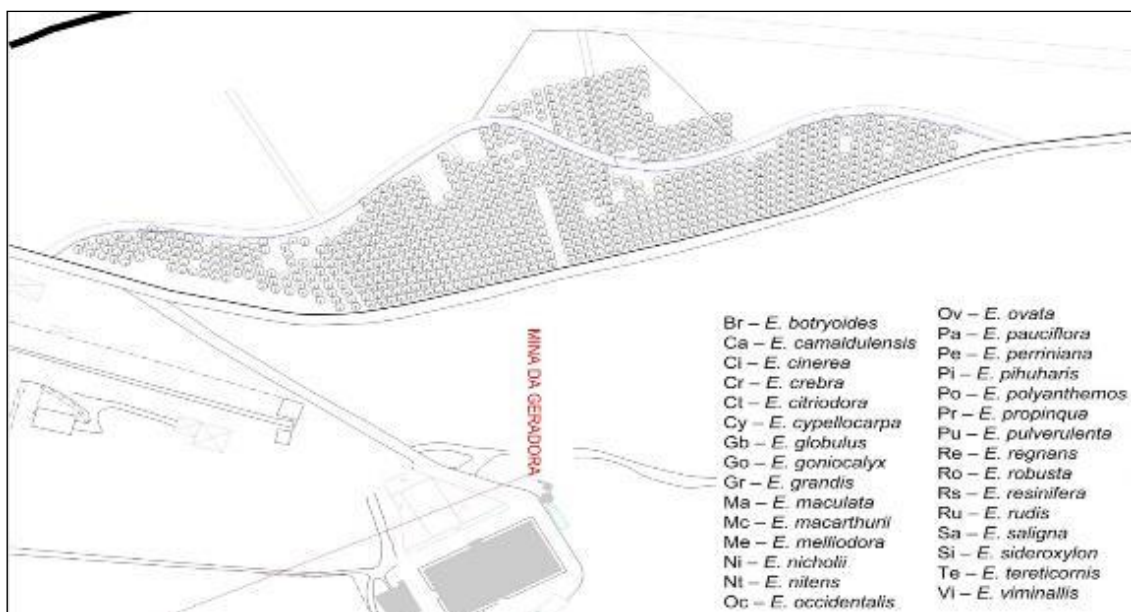


Figura 11. Arboreto de eucaliptos do ISA, tal como estava definido na planta de projeto; os círculos representam as várias árvores

O arboreto tem, atualmente, 12 anos de idade. Desde a sua plantação, têm sido executados vários trabalhos de beneficiação e manutenção: instalação do sistema de rega não automático, produção e plantação de novos eucaliptos para substituição dos que morrem, limpezas de matos e controle de invasoras, cortes fitossanitários (Quadro 6).

**Quadro 6.** Datas e operações realizadas no arboreto de eucaliptos desde a plantação

Data	Operação
fevereiro 2007	Plantação
maio 2008	Instalação do sistema de rega não automático
setembro 2009	Retanchar
janeiro 2011	Primeira apanha de folhas para Jardim Zoológico de Lisboa
abril 2011	Corte de 41 árvores - objetivo: rebaixar árvores para facilitar a apanha das folhas
junho 2011	Numeração do ensaio com chapas de alumínio
junho 2012	Retanchar
março 2013	Corte de 29 árvores – objetivo: tese de mestrado
verão 2015	Suspensão da rega por questões logísticas
agosto 2015	São observadas, pela 1ª vez, árvores mortas pela <i>Phoracantha</i> spp.
janeiro 2016	Corte de 108 árvores – objetivo: eliminação de árvores mortas e corte de árvores para trabalhos de tecnologia
verão 2018	Suspensão da rega por avaria da bomba
abril 2019	Avaliação da mortalidade provocada pela broca e realização de inventário florestal

No arboreto foram realizados abates em 2011, 2013 e 2016 (Quadro 6 e Figura 12). Os abates em 2011 e 2013 foram realizados com o objetivo de baixar a copa das árvores, uma vez que a apanha das folhas era muito difícil. O abate em 2016 foi feito por razões fitossanitárias uma vez que, após o verão, foram identificadas, pela primeira vez, árvores mortas com sinais evidentes de presença da broca. Nesse verão, por questões logísticas, o eucaliptal não foi regado. Foram registados os diâmetros das árvores abatidas em 2016.

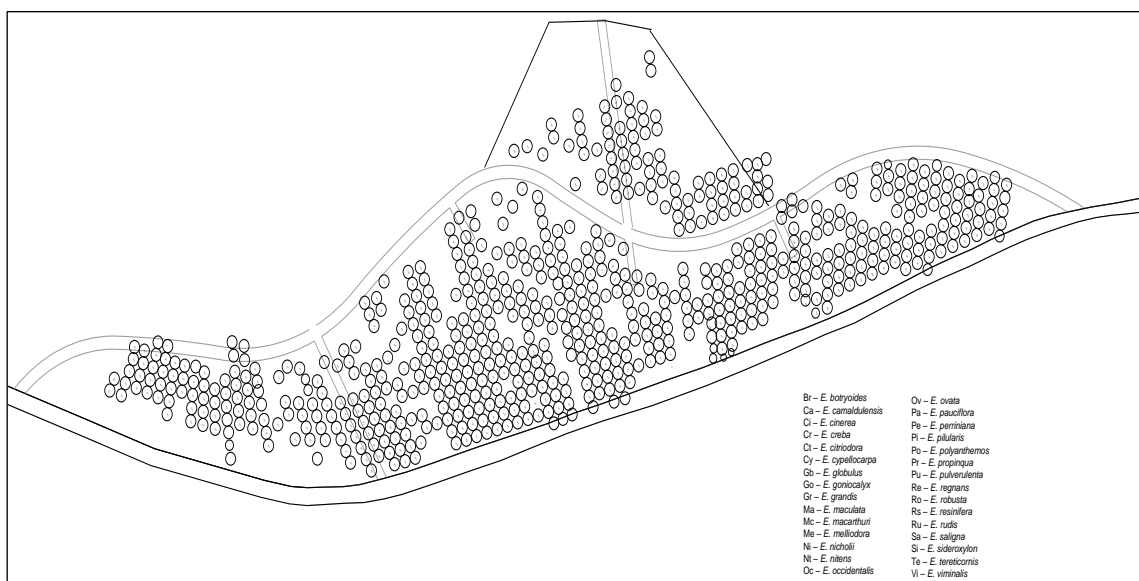
Em 2011 foi feita a numeração das árvores do arboreto com chapas de alumínio (Quadro 6). Só foram numeradas as árvores para as quais se tinha certeza da identificação da espécie (Figura 13). A elevada mortalidade nos anos iniciais levou a que se fizessem várias retanchar. No entanto, as espécies do arboreto não estão comercialmente disponíveis em Portugal pelo que a produção de plantas envolveu a importação das sementes e a produção de plantas. Daí que nem sempre se tenham substituído árvores mortas por outras da mesma espécie. Das 945 árvores existentes atualmente no arboreto foram utilizadas, neste trabalho, 684 (Figuras 13 e 14), 501 em alto fuste e 183 em talhadia (Quadro 7). As espécies têm

diferente representatividade no arboreto. As espécies com maior número de exemplares são a *E. rudis* (n=63) e a *E. creba* (n=52) e existem 4 espécies com menos de 5 exemplares – *E. occidentalis*, *E. pauciflora*, *E. nicholii* e *E. pilularis*.

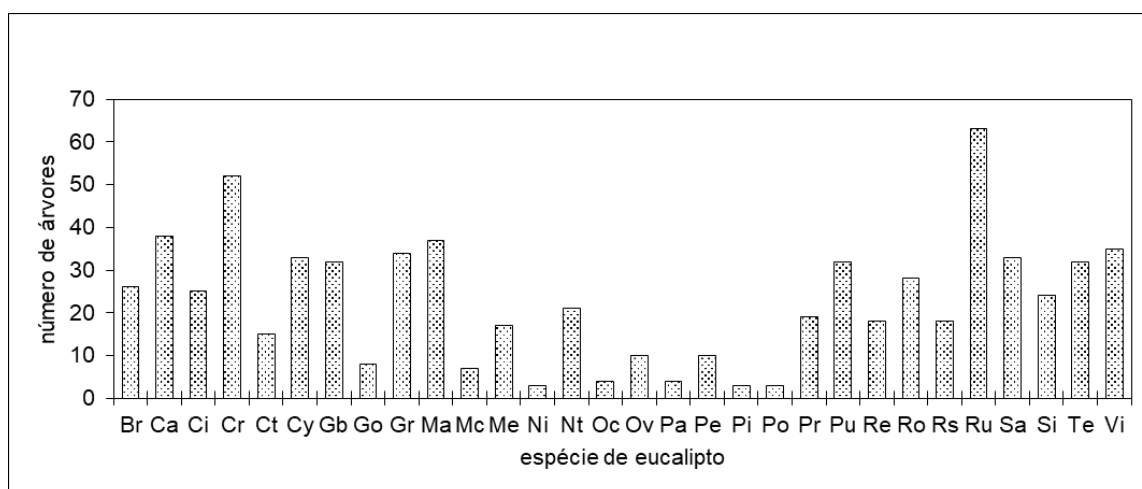
No âmbito deste trabalho, realizou-se, em 2019, o inventário com a medição dos diâmetros e a classificação do estado fitossanitário de todas as árvores.



**Figura 12.** Abates realizados em abril de 2011 e março de 2013 (Fotos: P. Soares)



**Figura 13.** Localização das árvores utilizadas neste trabalho



**Figura 14.** Número de árvores utilizadas neste trabalho, por espécie (nº total de árvores=684); acompanhar com leitura do Quadro 5

**Quadro 7.** Distribuição das árvores utilizadas neste trabalho por regime (alto fuste/talhada) e por espécie (nº total de árvores=684), segundo o inventário feito em 2019; acompanhar com leitura do Quadro 5

Espécie	Alto fuste	Talhada	Total	Espécie	Alto fuste	Talhada	Total
Br	15	11	26	Ov	5	5	10
Ca	32	6	38	Pa	3	1	4
Ci	15	10	25	Pe	6	4	10
Cr	43	9	52	Pi	0	3	3
Ct	15	0	15	Po	3	3	6
Cy	28	5	33	Pr	12	7	19
Gb	23	9	32	Pu	30	2	32
Go	6	2	8	Re	8	10	18
Gr	26	8	34	Ro	18	10	28
Ma	24	13	37	Rs	7	11	18
Mc	5	2	7	Ru	55	8	63
Me	10	7	17	Sa	27	6	33
Ni	2	1	3	Si	21	3	24
Nt	11	10	21	Te	26	6	32
Oc	4	0	4	Vi	21	14	35

## 3.2. Métodos

A análise da suscetibilidade das espécies de eucalipto à broca baseou-se na:

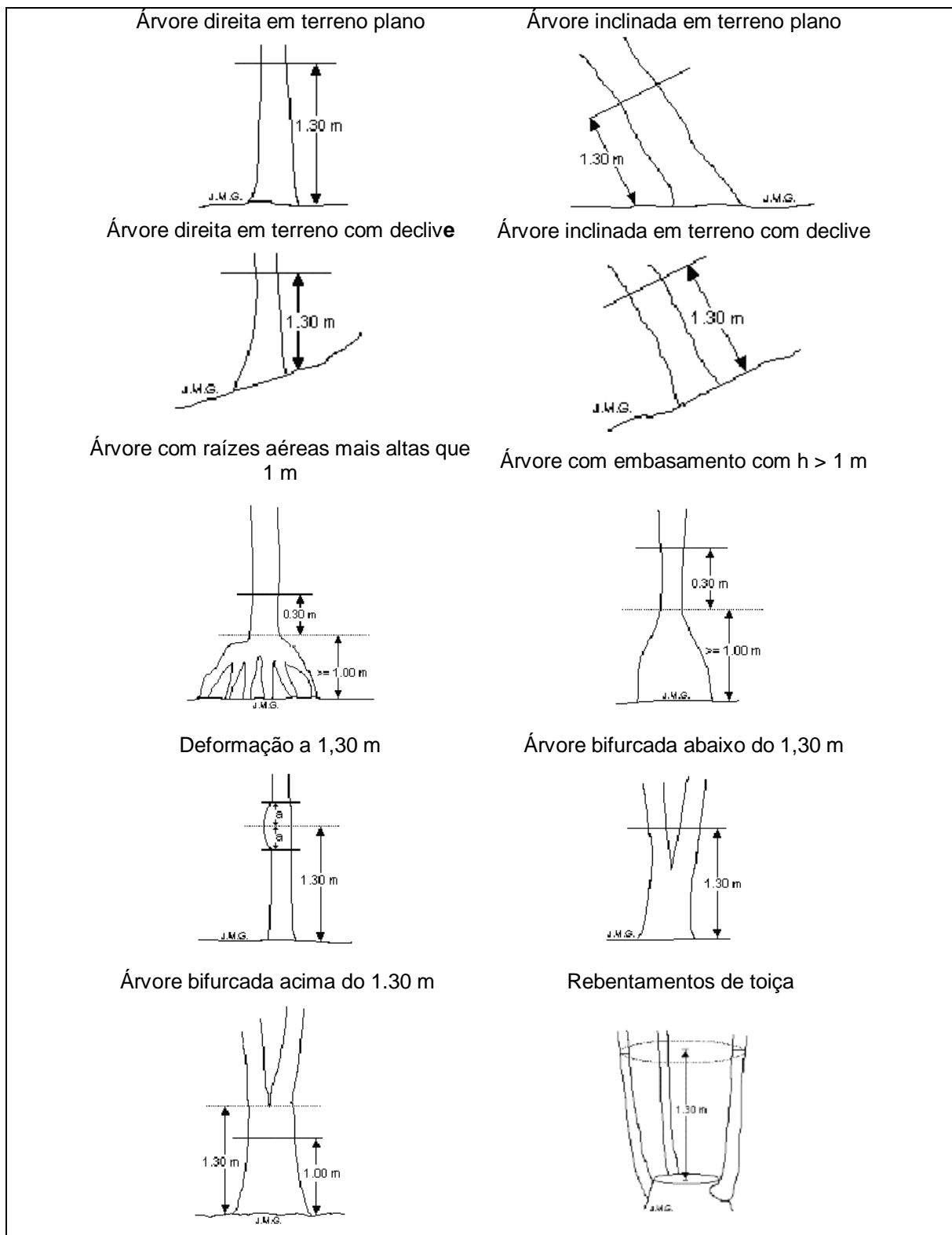
- compilação da informação existente nos anos de abates - 2011, 2013 e 2016: nº de árvores por espécie, estado fitossanitário (só disponível em 2016) e dimensão (só disponível em 2016);
- na informação recolhida no inventário efetuado em 2019 - avaliação fitossanitária e medição de diâmetros;
- na análise gráfica, por espécie, dos valores absolutos e das percentagens de mortalidade e das percentagens das árvores debilitadas e mortas pela presença da broca.

Pelo facto da broca só ter sido detetada no verão de 2015, após interrupção da rega, a análise gráfica centrou-se na informação obtida nos abates de 2016 e no inventário de 2019.

Antes de se iniciar o trabalho de inventário em 2019, fez-se a verificação dos números das árvores numeradas com chapas de alumínio e o alargamento das fitas das chapas. De seguida foi feita a avaliação do estado fitossanitário de cada árvore, classificando-a numa de três categorias: morta em pé, morta caída e saudável. Nas árvores identificadas com presença de broca identificámos qual a zona da árvore com presença de orifícios de adultos (base, centro ou toda). Estes dados foram recolhidos num período de 40 dias.

Para a avaliação da relação entre a dimensão da árvore e os ataques de broca mediram-se, com uma suta, os diâmetros cruzados a 1,30 m de todas as árvores, de acordo com as regras apresentadas na Figura 15 (Tomé, 2007). A suta é um instrumento comum e usual para a medição de diâmetros de árvores. Consiste numa barra graduada de alumínio e dois braços paralelos dispostos perpendicularmente à barra. Um braço é fixo e o outro móvel.

Os dados recolhidos foram anotados na folha de campo e posteriormente introduzidos num ficheiro excel.



**Figura 15.** Regras de medição de diâmetros de árvores (Tomé, 2007)

## 4. Resultados

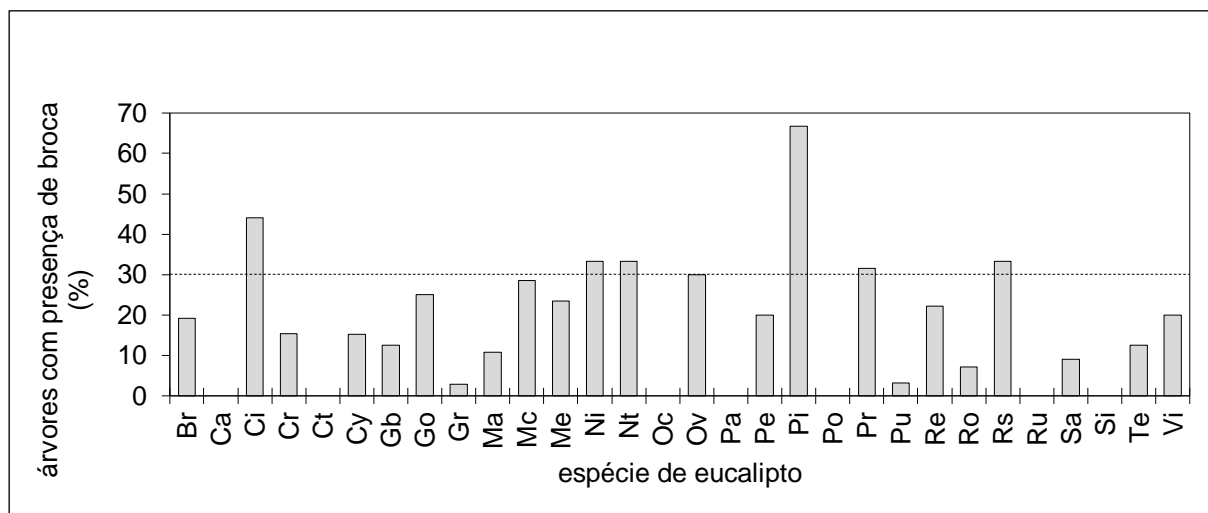
No Quadro 8 apresenta-se o número de árvores com sinais de broca abatidas em 2016, por espécie.

**Quadro 8.** Número de árvores abatidas e percentagens em relação ao número de árvores plantadas, por espécie, em 2016, com vestígios de broca

Cód.	Espécie	Nº à plantação	Sinais de broca	% de ataque 2016
Ci	<i>E. cinerea</i>	25	11	44,0
Cr	<i>E. creba</i>	52	8	15,4
Nt	<i>E. nitens</i>	21	7	33,3
Vi	<i>E. viminalis</i>	35	7	20,0
Pr	<i>E. propinqua</i>	19	6	31,6
Rs	<i>E. resinifera</i>	18	6	33,3
Br	<i>E. botryoides</i>	26	5	19,2
Cy	<i>E. cypellocarpa</i>	33	5	15,2
Gb	<i>E. globulus</i>	32	4	12,5
Ma	<i>C. maculata</i>	37	4	10,8
Me	<i>E. melliodora</i>	17	4	23,5
Re	<i>E. regnans</i>	18	4	22,2
Te	<i>E. tereticornis</i>	32	4	12,5
Ov	<i>E. ovata</i>	10	3	30,0
Sa	<i>E. saligna</i>	33	3	9,1
Go	<i>E. gonicalyx</i>	8	2	25,0
Mc	<i>E. macarthuri</i>	7	2	28,6
Pe	<i>E. perriniana</i>	10	2	20,0
Pi	<i>E. pilularis</i>	3	2	66,7
Ro	<i>E. robusta</i>	28	2	7,1
Gr	<i>E. grandis</i>	34	1	2,9
Ni	<i>E. nicholii</i>	3	1	33,3
Pu	<i>E. pulverulenta</i>	32	1	3,1
Ca	<i>E. camaldulensis</i>	38	0	0,0
Ct	<i>C. citriodora</i>	15	0	0,0
Oc	<i>E. occidentalis</i>	4	0	0,0
Pa	<i>E. pauciflora</i>	4	0	0,0
Po	<i>E. polyanthemos</i>	3	0	0,0
Ru	<i>E. rudis</i>	63	0	0,0
Si	<i>E. sideroxylon</i>	24	0	0,0

Na Figura 16, apresenta-se a percentagem de árvores com vestígios de broca abatidas em 2016, por espécie, em relação ao número de árvores plantadas (Quadro 8). Em termos absolutos, as espécies com maior mortalidade (superior a 6 árvores) foram as *E. cinerea*, *E. creba*, *E. nitens* e *E. viminalis*. Em termos percentuais, o diferente número de árvores

plantadas por espécie refletiu-se na ordenação das espécies mais afetadas, com o valor mais elevado para a *E. pilularis*. Destaca-se um grupo de espécies no qual não ocorreu mortalidade provocada pela broca - *E. camaldulensis*, *C. citriodora*, *E. occidentalis*, *E. pauciflora*, *E. polyanthemos*, *E. rudis* e *E. sideroxylon*. Deste grupo, grande parte das espécies estão presentes em Angola.



**Figura 16.** Percentagem de árvores com sinais de broca, abatidas em 2016, por espécie, em relação ao número de árvores plantadas

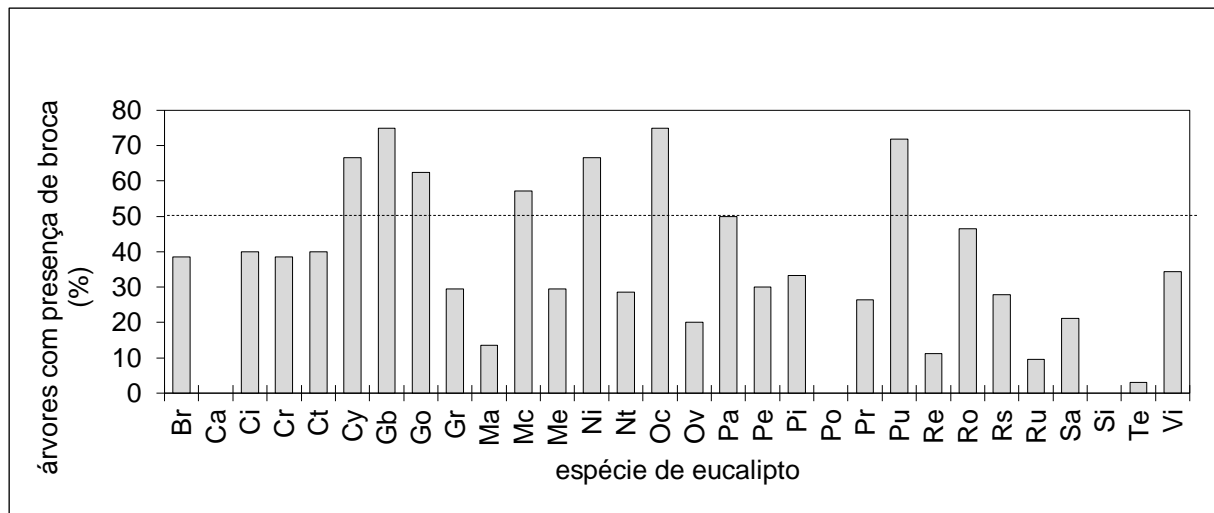
No Quadro 9 apresenta-se o número de árvores com sinais de broca observadas no inventário feito em 2019, por espécie. Três anos após se ter detetado pela primeira vez a presença de broca no arboreto, o número de espécies com vestígios de broca foi superior ao observado em 2016, continuando, no entanto, a existir um grupo de espécies sem vestígios de broca – *E. camaldulensis*, *E. polyanthemos* e *E. sideroxylon*. Estas três espécies faziam parte do grupo identificado em 2016.

As espécies *E. pauciflora*, *E. occidentalis*, *E. rudis* e *C. citriodora*, que pertenciam ao grupo que não tinha vestígios de broca em 2016, apresentaram, em 2019, valores de percentagem de árvores com vestígios de broca entre 9,5 e 75% (Figura 17). A espécie *E. globulus* foi a que apresentou o maior número de árvores com vestígios de broca (n=24) e a maior percentagem de árvores com vestígios de broca em relação ao número de árvores plantadas da *E. globulus* (75%). Segue-se a *E. pulverulenta* e a *E. cypellocarpa* com 23 e 22 árvores com vestígios de broca correspondendo a percentagens de 72 e 67%, respetivamente.

Na figura 18 apresenta-se a localização das árvores abatidas em 2016 e das árvores identificadas com vestígios de broca no inventário de 2019. Visualmente procurou-se verificar a existência de algum padrão espacial relativamente às árvores atacadas pela broca.

**Quadro 9.** Número de árvores inventariadas em 2019 com vestígios de broca, por espécie

Cód.	Espécie	Nº à plantação	Sinais de broca
Gb	<i>E. globulus</i>	32	24
Pu	<i>E. pulverulenta</i>	32	23
Cy	<i>E. cypellocarpa</i>	33	22
Cr	<i>E. creba</i>	52	20
Ro	<i>E. robusta</i>	28	13
Vi	<i>E. viminalis</i>	35	12
Br	<i>E. botryoides</i>	26	10
Ci	<i>E. cinerea</i>	25	10
Gr	<i>E. grandis</i>	34	10
Sa	<i>E. saligna</i>	33	7
Ct	<i>C. citriodora</i>	15	6
Nt	<i>E. nitens</i>	21	6
Ru	<i>E. rudis</i>	63	6
Go	<i>E. goniocalyx</i>	8	5
Ma	<i>C. maculata</i>	37	5
Me	<i>E. melliodora</i>	17	5
Pr	<i>E. propinqua</i>	19	5
Rs	<i>E. resinifera</i>	18	5
Mc	<i>E. macarthuri</i>	7	4
Oc	<i>E. occidentalis</i>	4	3
Pe	<i>E. perriniana</i>	10	3
Ni	<i>E. nicholii</i>	3	2
Ov	<i>E. ovata</i>	10	2
Pa	<i>E. pauciflora</i>	4	2
Re	<i>E. regnans</i>	18	2
Pi	<i>E. pilularis</i>	3	1
Te	<i>E. tereticornis</i>	32	1
Ca	<i>E. camaldulensis</i>	38	0
Po	<i>E. polyanthemos</i>	3	0
Si	<i>E. sideroxylon</i>	24	0



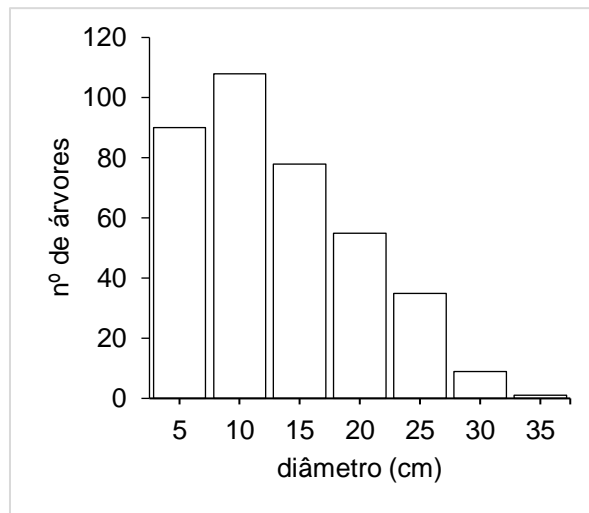
**Figura 17.** Percentagem de árvores com sinais de broca inventariadas em 2019, por espécie, em relação ao número de árvores plantadas



**Figura 18.** Localização das árvores abatidas em 2016 e identificadas com vestígios de broca no inventário de 2019

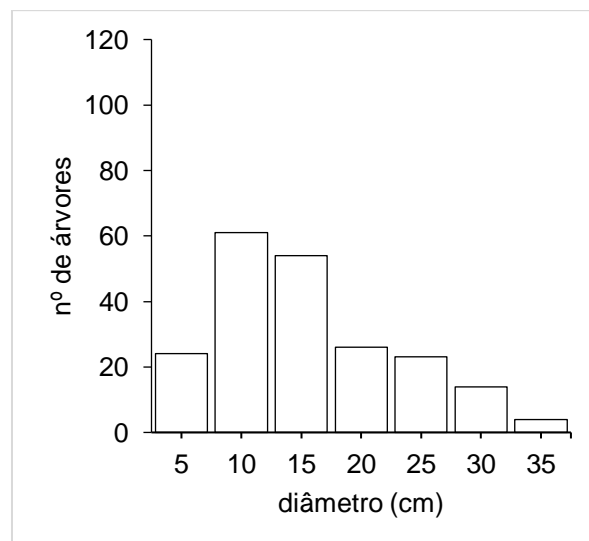
Das 90 árvores cortadas em 2016 e que tinham sido classificadas com vestígios de broca, 50 rebentaram de touça e, no inventário de 2019, não apresentaram vestígios de broca. O diâmetro médio das varas destas 50 touças, em 2019, foi de 5,5 cm.

Das 684 árvores analisadas neste trabalho, em 376 árvores (55%) não foi detetada a presença de broca no inventário de 2019. A distribuição de diâmetros (em classes de 5 cm) associada a estas árvores/varas é apresentada na figura 19.



**Figura 19.** Diâmetro das árvores/varas vivas em que não foi identificada a presença de broca no inventário de 2019

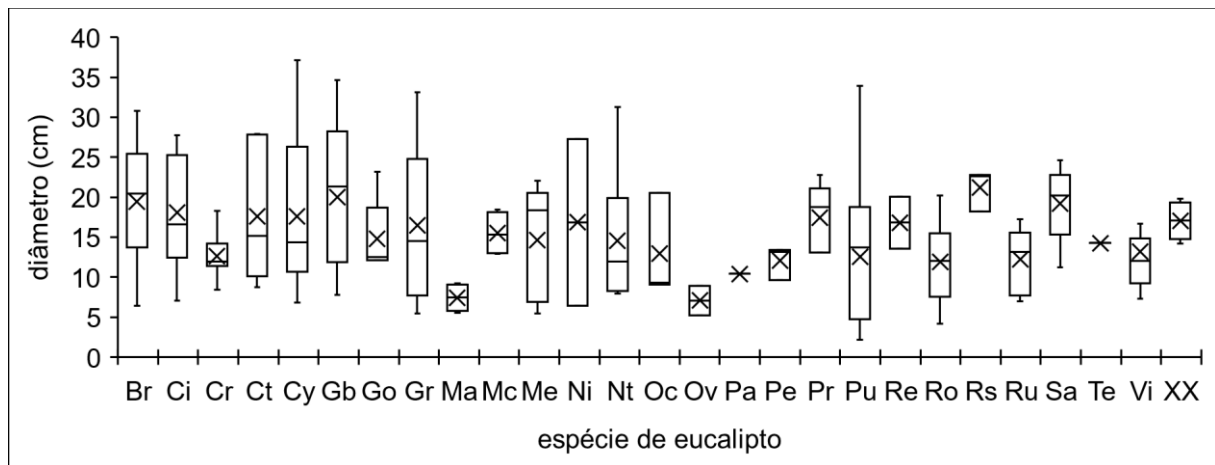
Na figura 20 apresenta-se a distribuição de diâmetros (em classes de 5 cm) associada às árvores/varas identificadas com vestígios de broca no inventário de 2019. Esta distribuição inclui árvores vivas e árvores mortas (em pé). Os vestígios de broca são visíveis em árvores de todas as classes de dimensão, incluindo a classe dos diâmetros menores ( $\leq 7,5$  cm).



**Figura 20.** Diâmetro das árvores/varas em que foi identificada a presença de broca no inventário de 2019

Na figura 21, apresenta-se a caracterização dos diâmetros das árvores/varas em que foi identificada a presença de broca no inventário de 2019, por espécie. Os diâmetros são caracterizados pelos valores mínimo do quartil inferior, mediana, máximo do quartil superior e

1º e 3º quartil. Observam-se espécies com elevada variabilidade de diâmetros (ex., *E. nicholii*, *E. grandis*, *E. globulus*, *E. cypellocarpa* e *C. citriodora*).



**Figura 21.** Diâmetro das árvores/varas em que foi identificada a presença de broca no inventário de 2019, por espécie; x – valor médio

## 5. Discussão

Num cenário de alterações climáticas, espera-se que a frequência, intensidade e duração das secas venha a aumentar (Santos & Miranda, 2006) e, conseqüentemente que, os ataques de brocas de eucaliptos se tornem mais comuns (Seaton *et al.*, 2015). É, por conseguinte, importante classificar, as várias espécies de eucalipto, em grupos de suscetibilidade à broca de modo a poder incorporar esta informação, a nível regional, em modelos de silvicultura em função dos riscos associados às várias espécies.

A broca do eucalipto é considerada uma praga secundária que afeta, preferencialmente, árvores de menor vigor, sob condições de *stress*, debilitadas e fragilizadas por outros agentes (Branco, 2007). Aparece, por isso, em locais menos favoráveis às plantações de eucalipto, ou seja, nas zonas marginais da cultura correspondentes a solos com baixa capacidade de retenção para a água e zonas com acentuada *secura* estival, mais sujeitas às condições de *stress* hídrico. Este é um fator determinante na suscetibilidade das árvores ao ataque da broca, através da indução de alterações nas árvores, com conseqüências significativas para a relação inseto-árvore, ocorrendo a diminuição do teor de humidade da casca e do exsudado de quino, o aumento da concentração de açúcares solúveis bem como o aumento do teor de fenóis e de taninos. A suscetibilidade do eucalipto à broca é também influenciada pelo teor de humidade da casca da árvore (Caldeira, 1995; Caldeira *et al.*, 2002). Em climas tipicamente mediterrânicos, geralmente as árvores em pé são atraentes sob condições de *stress* hídrico induzido pela seca prolongada no verão.

No arboreto de eucaliptos do ISA, a presença da broca foi detetada pela primeira vez no final do verão de 2015 e coincidiu com a suspensão de rega na estação seca. Anteriormente, a broca do eucalipto tinha sido observada na Tapada da Ajuda, mas nunca no arboreto. No trabalho de Caldeira *et al.* (2002), verificou-se que o *deficit* hídrico aumentava a suscetibilidade dos eucaliptos ao ataque da broca, pelo que suspeitamos que a ausência de rega possa ter despoletado o aparecimento da broca nestas árvores.

Os primeiros vestígios de broca no arboreto do ISA apareceram em maior número nas espécies *E. cinerea*, *E. creba*, *E. nitens* e *E. viminalis* (Quadro 8), e em maior percentagem nas espécies *E. pilularis*, *E. cinerea*, *E. nitens*, *E. resinifera* e *E. nicholii* comprovando a maior suscetibilidade das espécies *E. nitens* e *E. viminalis* à broca (Quadro 4). As espécies *E. globulus*, *E. grandis*, *E. diversicolor*, *E. viminalis*, *E. nitens* e *E. saligna*, em estudos efetuados por Paine *et al.* (2009) na Califórnia, mostraram-se suscetíveis ao ataque de broca, seguindo em sintonia com os dados obtidos no arboreto do ISA. Na literatura não encontramos associação entre as espécies *E. cinerea*, *E. creba*, *E. pilularis*, *E. resinifera* e *E. nicholii* e a sua suscetibilidade à broca. Destaca-se um grupo de espécies no qual não ocorreu

mortalidade provocada pela broca em 2016 - *E. camaldulensis*, *C. citriodora*, *E. occidentalis*, *E. pauciflora*, *E. polyanthemos*, *E. rudis* e *E. sideroxylon*. Destas espécies só as *E. camaldulensis*, *E. sideroxylon* e *E. polyanthemos* é que voltaram a não apresentar vestígios de broca, agora no inventário feito em 2019 (Quadro 9). Hanks *et al.* (1996), também na Califórnia, mostraram que as espécies de eucalipto pouco suscetíveis ao ataque da broca do eucalipto foram a *E. citriodora*, *E. sideroxylon*, *E. camaldulensis*, e *E. robusta*. Na literatura não encontramos referência à *E. polyanthemos*.

Segundo FAO (1979) e Delgado-Matas & Pukkala (2011) existem perto de 20 espécies de eucalipto em Angola e que muitas delas encontram-se no arboreto (local de estudo), conforme mostra o Quadro 1.

De facto, no nosso trabalho, considerámos 3 grupos de eucaliptos com diferente suscetibilidade à broca: espécies muito suscetíveis, espécies suscetíveis, espécies pouco suscetíveis (Quadro 9), tendo, de modo geral, o comportamento das espécies no arboreto sido idêntico ao referido na bibliografia. Não sabemos, no entanto, qual o efeito que a disposição espacial das árvores, por espécie, pode ter nas observações (Figura 18), e deveria ser alvo de estudos futuros para determinar o seu impacto na distribuição da broca no local de estudo. No arboreto, as espécies foram distribuídas por linhas e, nas espécies com maior número de exemplares, existiam linhas dispostas lado a lado. A ordem pela qual, as espécies foram dispostas no arboreto teve em conta aspetos visuais e olfativos pelo que também não sabemos de que modo é que esta distribuição pode ter afetado as observações efetuadas. No arboreto não existe a noção de “monocultura” e a broca tem à sua disposição um conjunto de 30 espécies que pode utilizar e selecionar.

Num estudo feito na Califórnia, com o objetivo de analisar o efeito da dimensão do hospedeiro na razão sexual da *Syngaster lepidus*, um dos parasitóides da broca, inocularam-se, em estufa, larvas de *P. recurva* e *P. semipunctata* em toros de *E. camaldulensis*. No final do ensaio, todos os toros estavam infetados e com iguais índices de infestação para as duas brocas (Joyce *et al.*, 2002). Estes autores também analisaram a preferência da broca pela zona de ataque ao longo do tronco da árvore. Os autores observaram que a densidade de ataques foi maior na zona inferior do tronco da árvore, associada a maiores diâmetros, tendo concluído que a colonização dos insetos depende do diâmetro do tronco. A análise efetuada no arboreto do ISA às árvores identificadas com vestígios de broca, em relação ao diâmetro da árvore, não mostrou existir uma dimensão que fosse limitante ao ataque da broca, embora a classe de diâmetros  $\leq 7,5$  cm estivesse pouco representada (figuras 20 e 21) tendo em conta o número de árvores desta classe presente no arboreto (figura 19). Todavia, os nossos resultados não nos permitem afirmar que exista uma preferência da broca em relação ao diâmetro do tronco da árvore. No entanto, nesta análise, o efeito da dimensão da árvore, por espécie, pode estar “mascarado” pela presença em simultâneo de árvores em alto fuste e

talhadia, com diferentes tipos de folhas (folhas juvenis *versus* folhas adultas) e idades e estados de desenvolvimento distintos.

Farrall *et al.* (1988), num estudo sobre análise dos níveis de ataque por *P. semipunctata* em diferentes espécies de eucalipto, concluíram que existe uma relação entre o grau de resistência dos eucaliptos à seca e o nível de ataque da broca numa situação em que o fator limitante é a escassez de água. Esta situação reforçou a ideia da broca do eucalipto atacar preferencialmente espécies de eucalipto em *stress* induzido pela seca prolongada. Os mesmos autores afirmam ainda que, o grupo de espécies de eucalipto estudado não apresentou homogeneidade em termos comportamentais. Estes dados foram também verificados no nosso estudo.

## 6. Conclusão

O eucalipto é uma das espécies com grande importância para Portugal e Angola. Devido ao conflito armado que Angola viveu durante décadas, grande parte das espécies nativas e plantações de eucalipto sofreram extensas explorações. Nestes últimos anos, foram aprovados pelo governo angolano, vários programas de repovoamento florestal, onde as espécies de eucalipto são uma possibilidade.

Para manter e proteger as espécies nativas, nos programas de repovoamento florestal, é utilizado o eucalipto, como uma espécie de rápido crescimento. Desta forma, com a crescente entrada de espécies de eucaliptos, maioritariamente de proveniência sul africana, em território angolano é de esperar que o risco de entrada, desenvolvimento e dispersão da broca do eucalipto venha a aumentar.

A resistência das plantas aos insetos varia de espécie para espécie. No nosso estudo, *E. camaldulensis*, *C. citriodora*, *E. occidentalis*, *E. pauciflora*, *E. polyanthemos*, *E. rudis* e *E. sideroxylon* apresentaram resistência aos ataques. Assim, com o registo da presença da broca do eucalipto em Angola, é importante considerar a utilização de espécies de eucalipto mais resistentes ao ataque da broca resultante do nosso estudo.

Todavia, a preferência da broca do eucalipto está, por sua vez, dependente de fatores genéticos intraespecíficos relativos ao indivíduo e à sua fisiologia, como o diâmetro do tronco, a rugosidade do tronco e a altura, diretamente relacionados com a idade e vigor da planta e as condições ambientais.

Ações de monitorização e controlo dos inimigos das plantas devem assentar em planos que pressupõem uma atuação contínua ao longo dos anos, com vista à avaliação da sua distribuição geográfica e evolução, permitindo, deste modo, a subsequente implementação dos respetivos mecanismos de prevenção, monitorização e controlo do inimigo do eucalipto.

Pela duração e as informações a que tivemos acesso e utilizadas para a realização deste trabalho, foi possível identificar a suscetibilidade das várias espécies presentes no arboreto à broca do eucalipto. No entanto, no local de estudo, podem existir vários fatores ligados entre si, que presumivelmente estão a acelerar a morte das árvores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACATAY, A., 1959. *Phoracantha semipunctata* F. (Coleoptera: Cerambycidae) in der Turkei. Anzeiger für Schädlingskunde 32 (1): 4-5.
- ALVES, A.M., PEREIRA, J.S., SILVA, J.M.N., 2007. O eucalipto em Portugal. Impactes ambientais e Investigação Científica. ISAPress, Lisboa, 398 pp.
- ALVES, R.M.A., 2007. Políticas de planeamento e de ordenamento do território no estado português. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 642 pp.
- ARAÚJO, J., MEIERROSE, C., CARVALHO, A.S., 1985. Distribuição de *Phoracantha semipunctata* F. (Coleoptera: Cerambycidae) no sul de Portugal. Observações preliminares. Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia 4: 317 – 322.
- AZEVEDO, F., FIGO, M.L., 1979. *Ctenarytaina eucalypti* Mask. (Homoptera: Psyllidae), Boletim del Servicio de defensa contra plagas 5: 41-46.
- BAETA-NEVES, C.M., CABRAL, M.T., 1981. Contribuição para o inventário da entomofauna de *Eucalyptus globulus* Labill., em Portugal. Anais do Instituto Superior de Agronomia 10: 257-263.
- BONIFÁCIO, L., 1991. Elaboração do modelo provisional das emergências de adultos *Phoracantha semipunctata* F., a broca do eucalipto. Relatório de estágio da Licenciatura em Recursos Faunísticos e Ambiente, Faculdade de Ciências da Universidade Técnica de Lisboa.
- BONIFÁCIO, L., 1996. Contribuição para a estimativa do risco de populações da broca do eucalipto *Phoracantha semipunctata* F., (Coleoptera: Cerambycidae), Portugal. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Proteção Integrada, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- BOOTH, T.H., 2012. Eucalypts and their potential for invasiveness particularly in frost-prone regions. International Journal of Forestry Research. Article ID 837165. Doi: 10.1155/2012/837165, pp.7.
- BORGES, J.G., BORGES, G.C., 2007. Impactes socioeconómicos da expansão do eucaliptal. In O Eucaliptal em Portugal. Impactes ambientais e investigação científica. ISAPress, Lisboa, pp. 315-329.
- BORRALHO, N.M.G., ALMEIDA, M.H., POTTS, B.M., 2007. O melhoramento do eucalipto em Portugal. In O Eucaliptal em Portugal. Impactes ambientais e investigação científica. ISAPress, Lisboa, pp. 61-110.
- BOUCHY, H., QUENTIN, R.M., 1988. Un longicorne nouveeau pour la faune de France: *Phoracantha semipunctata* en corse (Coleoptera: Cerambycidae). L' Entomologiste 44(6): 305-307.

- BRANCO, M., 2007. Agentes bióticos do eucalipto em Portugal. In O Eucaliptal em Portugal. Impactes ambientais e investigação científica. ISAPress, Lisboa, pp. 255-282.
- BRANCO, M., FRANCO, J.C., VALENTE, C., MENDEL, Z., 2006. Survey of Eucalyptus gall wasps (Hymenoptera: Eulophidae) in Portugal. Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas 32: 199-202.
- BRANCO, M., BOAVIDA, C., DURAND, N., FRANCO J.C., MENDEL, Z., 2009. Presence of the *Eucalyptus* gall wasp *Ophelimus maskelli* and its parasitoid *Closterocerus chamaeleon* in Portugal. First record, geographic distribution and host preference *Phytoparasitica* 37:51-54.
- BRANCO, M., BRAGANÇA, H., SOUSA, E., PHILLIPS, A., 2014. Pests and diseases in portuguese forestry, current and new threats. In *Forest Context and Policies in Portugal. Present and Future Challenges*, World forests, Springer International Publishing, pp. 117–154.
- CADAHIA, D., 1984. Analyse économique concernat les mesures de quarantaine prises à l'égard de *Phoracantha semipunctata* F., en Espagne. *EPPO Bulletin* 14 (3): 353-357.
- CAETANO, T.P., 2011. Perfil florestal de Angola. 1º Congresso dos engenheiros de língua portuguesa. Instituto de Desenvolvimento Florestal, Angola.
- CALDEIRA, M., 1995. Relações entre o stress hídrico em árvores de *Eucalyptus globulus* Labil. e ataques da broca do eucalipto *Phoracantha semipunctata* F. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Produção Vegetal, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- CALDEIRA, M.C., FERNANDÉZ, V., TOMÉ, J., PEREIRA, J.S., 2002. Positive effect of drought on longicorn borer larval survival and growth on *Eucalyptus* trunks. *Ann. For. Sci* 59: 99–106.
- CHARARAS, C., 1969. Biologie et ecologie de *Phoracantha semipunctata* F. (Coléoptèra: Cerambycidae xylophage) ravageur des eucalyptus en Tunisie, et methodes de protection dess peuplements. *Ann. Inst. Nat. Rech. For. Tunis* 2 (3):1-37.
- CHARARAS, C., 1979. *Ecophysiologie des insectes parasites des forêts*. (ed) Paris, 297 pp.
- CHITECULO, V., SUROVÝ, P., PANAGIOTIDIS, D., 2018. Does management matter? Assessment on miombo forests in Angola. *Scientia Agriculturae Bohemica* 49 (3): 216–224.
- COELHO, I.S., 2003. Propriedade da terra e política florestal em Portugal. *EFN. Lisboa* 11 (2): 185-199.
- DE CARVALHO, J.P., 1971. Introdução a entomologia florestal de Angola. Universidade de Luanda, curso de agronomia e de silvicultura. Instituto de Investigação Agronómica de Angola, 297 pp.
- DE SAMPAIO, M., 1965. *Gazeta dos caminhos de ferros*. As plantações de eucaliptos na companhia dos caminhos de ferros de Benguela. n.º 1851.

- DELGADO-MATAS, C., PUKKALA, T., 2011. Comparison of the growth of six *Eucalyptus* species in Angola. *International Journal of Forestry Research* 2011:1-9.
- DHAHRI, S., 2017. Bio-écologie de deux insectes ravageurs des *Eucalyptus* en tunisie, le xylophage *Phoracantha recurve* N., (Coleoptera: Cerambycidae) et le galligène *Ophelimus maskelli* (Hymenoptera: Eulophidae). These de doctorat en sciences biologiques. Université Tunis el Manar. Faculté des sciences mathématiques, physiques et naturelles de Tunis e Université de Carthage.
- DUFFY, E.A.J., 1960. A monograph of the immature stages of Australasian timber beetles (Cerambycidae). British Museum, London.
- FAO, 1979. *Eucalyptus* for planting. Food and Agriculture Organization of the United Nations. n.º11. Rome.
- FAO, 2007. Forest pest species profile. UC. ANR. n.º 7425.
- FAO, 2009. Inventário florestal nacional guia de campo para recolha de dados. Monitorização e avaliação de recursos florestais nacionais de Angola. Paper n.º41/P-Rome, Luanda-Angola.
- FARRALL, H., LENCART, P., LIMA, M., LOURENÇO, T., ARAÚJO, J., PAIVA, M.R., 1988. Análise dos níveis de ataque por *Phoracantha semipunctata* F. (Coleoptera: Cerambycidae) para diferentes espécies de *Eucalyptus*. In Encontro Nacional Sobre Proteção Do Eucalipto Contra *Phoracantha semipunctata*. Anais, ACEL. Lisboa, pp.95-105.
- FERREIRA, M.C., FERREIRA, G.W.S., 1988. Contribuição para o conhecimento da bioecologia da *Phoracantha semipunctata* F., (Coleoptera: Cerambycidae). I encontro nacional sobre proteção do eucalipto contra *Phoracantha semipunctata* F. Lisboa pp. 51-60.
- FIGO, M.L., 1981. A *Phoracantha semipunctata*, F. (Coleoptera: Cerambycidae). Pragas dos eucaliptos. Notas Tecno-Científicas, INIA/EFN, Lisboa.
- FRANCO, J.C., GARCIA, A., BRANCO, M., 2016. First report of *Epichrysocharis burwelli* in Europe, a new invasive gall wasp attacking eucalypts. *Phytoparasitica* 44(4): 443-446.
- GARCIA, A., FIGUEIREDO, E., VALENTE, C., MONSERRAT, V.J., BRANCO, M., 2013. First record of *Thaumastocoris peregrinus* in Portugal and of the Neotropical predator *Hemerobius bolivari* in Europe. *Bulletin of Insectology* 66: 251-256.
- GARCIA, A., GONÇALVES, H., BOROWIEC, N., FRANCO, J. C, BRANCO, M., 2019. *Ophelimus* spp., a new invasive gall wasp of *Eucalyptus globulus* in Europe, escapes the parasitism by *Closterocerus chamaeleon* due to an asynchronous life cycle. *Biological Control*. Elsevier. Lisbon, Portugal 131: 1-7.
- HANKS, L.M., MILLAR, J.G., PAINE, T.D., 1990. Biology and ecology of the eucalyptus longhorned borer *Phoracantha semipunctata* F., in southern California. *Proceeding 39<sup>th</sup> California Forest Pest Control*, pp. 12-16.

- HANKS, L.M., PAINE, T.D., MILLER, J.G., 1991. Mechanisms of resistance in *Eucalyptus* against larvae of the *Eucalyptus* longhorned borer (Coléoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol* 20: 1583-1588.
- HANKS, L.M., PAINE, T.D., MILLAR, J.G., 1993. Host preference and larval performance in the wood boring beetle *Phoracantha semipunctata* F.. *Oecologia* 95: 22-29.
- HANKS, L.M., MILLAR, J.G., PAINE, T.D., 1996. Body size Influences mating success of the *Eucalyptus* longhorned borer (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Insect Behavior* 9(3).
- HANKS, L.M., PAINE, T.D., MILLAR, J.G., CAMPBELL, C., 1997. Another tree killing pest of *Eucalyptus* invades California. *Calif. Plant Pest Disease Rep* 16: 19-21.
- HELAL, H., Y. EL-SEBAY, 1980. The abundance of *Eucalyptus* borer *Phoracantha semipunctata* F., in Cairo area, Egypt (Cerambycidae: Coleoptera). *Agricultural Research Review* 58 (1): 123-129.
- HELD, D.W., 2004. Relative susceptibility of woody landscape plants to japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Arboriculture* 30 (6): 328-335.
- HENRIQUES, M.P., 1986. Algumas notas sobre a bioecologia da broca do eucalipto *Phoracantha semipunctata* F., (Coleoptera: Cerambycidae). Atas I congresso florestal nacional, Portugal, pp. 186-19.
- ICNF, 2013. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. 6ª Revisão do inventário florestal nacional IFN6. Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. Lisboa, Portugal.
- ICNF, 2019. IFN6 – Principais resultados; relatório sumário. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa, 34 pp.
- JOYCE, A.L., MILLAR, J.G., PAINE, T.D., HANKS, L.M., 2002. The effect of host size on the sex ratio of *Syngaster lepidus*, a parasitoid of *Eucalyptus* longhorned borers *Phoracantha* spp. *Biological Control* 24: 207–213.
- LENCART, P., 1988. Quantificação de danos causados por *Phoracantha semipunctata* F., (Coleoptera: Cerambycidae): uma proposta de método de inventário. Atas I encontro nacional de proteção de eucalipto contra *Phoracantha semipunctata*, pp. 27-30.
- LENCART, P., 1994. The impact the *Eucalyptus* longhorned borer, *Phoracantha semipunctata* F., on the *Eucalyptus* stands of central Portugal. In *Eucalyptus for Biomass Production*. Commission of European Communities, Lisboa, pp. 249-254.
- LIMA, M., BONIFÁCIO, L., ARAÚJO, J., 1991. Proteção integrada do eucalipto. Cronologia e cinética do desenvolvimento de *Phoracantha semipunctata* F. *Actas I Encontro Nacional De Proteção Integrada* 2: 451-457.
- PAINE, T.D., DREISTADT, S.H., MILLAR, J.G., 2009. *Eucalyptus* longhorned borers. Integrated pest management for home gardeners and landscape professionals. *Agriculture and Natural Resources*. University of California. Pest notes, n.º 7425.

- PAIVA, M.R., ARAÚJO, J., BARATA, E., BONIFÁCIO, L., FARRALL, H., LIMA, M., LOURENÇO, T., LOPES, O., MARQUES, P., MATEUS, E., NEVES, M.C., 1991. Relatório final de contrato programa para a proteção do eucalipto contra a *Phoracantha semipunctata* F. (Coléoptera: Cerambycidae).
- PORTELA, J.L., 1993. Florestas e indústria da fileira florestal. Estudos e Documentos n.º 6, Gabinete De Estudos Económicos, Cooperação E Informação, Caixa Geral De Depósitos. Lisboa.
- RADICH, M.C., 2007. Introdução e Expansão do eucalipto em Portugal. In Pinhais e Eucaliptais. A floresta Cultivada. Coleção árvores e florestas de Portugal. Fundação Luso-Americana Para O Desenvolvimento, Lisboa, pp.151-166.
- ROMANO, F.P., CARAPEZZA, A., 1975. Présence de *Phoracantha semipunctata* F., en sicile. Bolletino della società entomologica Italiana 107 (3/5): 91-92.
- RUPEREZ, A., 1982. Dispersion of *Phoracantha semipunctata* F., in the western mediterranean region. Plant Protection Bulletin FAO 30 (2): 78.
- SANTOS, F.D, MIRANDA P.M.A, 2006. Alterações climáticas em Portugal, cenários, impactos e medidas de adaptação; Projeto SIAM II. Gradiva, Lisboa, 505 pp.
- SCHOONHOVEN, L.M., VAN LOON, J.J.A., DICKE, M., 2005. Insect-Plant Biology. Oxford University. Press Inc, New York, 448 pp.
- SCHUMACHER, M.V., VIEIRA, M., 2015. Silvicultura do eucalipto no Brasil. Editora UFSM, Santa Maria, Brasil, 307 pp.
- SCRIVEN, G.T., REEVES, E.L., LUCK, R.F., 1986. Beetle from Australia threatens *Eucalyptus*. California agriculture 40 (7/8): 4-6.
- SEATON, S., MATUSICK, G., RUTHROF, K.X., HARDY, G.E.J., 2015. Outbreak of *Phoracantha semipunctata* in response to severe drought in a mediterranean *Eucalyptus* forest. Forests 6(11): 3868-3881.
- SILVA, J.S., SEQUEIRA, E., CATRY, F., AGUIAR, C., 2007. Os kontras. In Pinhais e Eucaliptais. A Floresta Cultivada. Coleção árvores e florestas de Portugal. Fundação Luso-Americana Para o Desenvolvimento. Lisboa, pp. 221-259.
- SOARES, A.L., LOPES, C., OLIVEIRA, C., MOTA, M., SOARES, P., ESPÍRITO-SANTO, M.D., 2011. As coleções do parque botânico da tapada da ajuda. Revista El Botánico, Associação Ibero-Macaronésica de Jardins Botânicos 5: 8-10.
- SOUSA, E.M.R, MACHADO, H., 2015. As doenças que afetam o eucalipto. Fórum fitossanidade florestal. Instituto Nacional de Investigação Agrária e veterinária INIAV. I.P. Portugal.
- SOUSA, E.M.R., FERREIRA, L.J.C., 1996. *Gonipterus scutellatus* Gyll. Uma nova praga do eucalipto em Portugal. San Francisco. Revista Florestal 9: 4-7.

- STAM, J.M., KROES, A., LI, Y., GOLDS, R., VAN LOON, J.J., POELMAN, E.H., DICKE, M., 2014. Plant interactions with multiple insect herbivores. From community to genes. Annual Review of Plant Biology 65: 689-713.
- TIRADO, L.G., 1992. Estudio sobre integrales térmicos de *Phoracantha semipunctata* F., (Cerambycidae: Coleoptera). Inseto perforador del género *Eucalyptus*. Bol. Veg. Plagas 18: 529-545.
- TIRADO, L.G., 1988. Aspectos generales da la biologia de *Phoracantha semipunctata* F., en la provincia de Huelva. Actas do V congresso ibérico de entomologia. Suplemento do Boletim de Sociedade Portuguesa de Entomologia, Lisboa 3: 475-480.
- TOMÉ, M., 2007. Inventariação de recursos florestais, caracterização e monitorização de povoamentos e matos. Centro De Estudos Florestais, Instituto Superior Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Textos Pedagógicos do GIMREF.
- VALENTE, C., 2016. Pragas e doenças dos eucaliptos: Projeto melhor eucalipto. Respeitar o ambiente, ganho natural. Associação de Indústria Papeleira. Torres Vedras. Portugal.
- VALENTE, C., MANTA, A., VAZ, A., 2004. First record of the Australian psyllid *Ctenarytaina spatulata* Taylor (Homoptera: Psyllidae) in Europe. Journal of Applied Entomology 128 (5): 369-370.
- VALENTE, C., RUIZ, F., 2002. Deteção de *Phoracantha recurva* N. (Coleoptera: Cerambycidae) em Portugal. Journal of Entomology 128 (5): 369-370.
- WRB. 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. World soil resources reports FAO, Roma, n.º 103.