



**Nadine do Nascimento Lopes**

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

**A vespa das galhas dos castanheiros - relação  
com parâmetros ambientais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientadora: Professora Doutora Teresa Calvão,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade  
Nova de Lisboa

Co-orientador: Professor Doutor José Laranjo,  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



**Junho de 2018**





**Nadine do Nascimento Lopes**

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

**A vespa das galhas dos castanheiros - relação  
com parâmetros ambientais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientadora: Professora Doutora Teresa Calvão,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade  
Nova de Lisboa

Co-orientador: Professor Doutor José Laranjo,  
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**FCT** FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Junho de 2018**



# **A vespa das galhas dos castanheiros - relação com parâmetros ambientais**

© Nadine do Nascimento Lopes  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



Esta dissertação é dedicada aos meus pais, Lúcia Lopes e Manuel Lopes.

Pelo que são, e por tudo aquilo em que me ajudaram a tornar.

Obrigada



## Agradecimentos

Apresento os mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a elaboração deste trabalho, em especial a:

Professora Maria Teresa Calvão Rodrigues (Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa) pela disponibilidade e empenho na orientação. Sinto que fui bem acompanhada e orientada ao longo de todos estes meses.

À instituição universitária, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, pelo acolhimento e formação académica, em especial ao Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente.

Professor José Laranjo (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro) pela co-orientação, ajuda e colaboração neste trabalho, pelos contactos e pela ideia do tema a estudar.

À instituição universitária, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro pela ajuda e cedência de material usado nas diversas deslocações ao campo.

Doutor Edmundo Sousa (Investigador do INIAV) pela disponibilidade, apoio, empenho e colaboração neste trabalho. Quero agradecer pela oportunidade que me foi dada, e por todo o conhecimento que me transmitiu sobre o tema em questão.

Ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária pela forma como me receberam, acolheram e ajudaram na elaboração deste trabalho.

Engenheiro Cândido Henriques (Técnico na Associação REFCAST) pela disponibilidade nas diversas deslocações ao campo, assim como na partilha de conhecimentos relacionados com o castanheiro e com a vespa das galhas do castanheiro.

Engenheiro Frederico Preza (Investigador do INIAV) pelo apoio e ajuda ao longo do trabalho laboratorial.

Aos meus amigos e colegas que sempre me apoiaram durante o longo processo de realização da tese, em especial, à minha amiga e colega de casa, Rita Iria por toda a paciência e camaradagem dada ao longo deste período.

Ao meu irmão, à minha sobrinha e restante família, que, embora longe, nunca deixaram de se preocupar comigo e sempre me apoiaram.

Um especial agradecimento aos meus pais, Lúcia Lopes e Manuel Lopes pelo apoio incondicional, pelo que são e pelos sacrifícios que fizeram e continuam a fazer para me proporcionar o melhor.

## Resumo

O castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) tem assumido crescente importância económica em Portugal, sendo nos dias de hoje uma importante fonte de rendimento para as populações rurais.

Apesar das boas condições naturais para a cultura e produção do castanheiro, nos últimos anos a área de soutos tem vindo a diminuir em Portugal, devendo-se ao facto de o castanheiro ser uma espécie bastante suscetível a determinadas doenças, nomeadamente ao cancro e à doença da tinta. Além das doenças, também existem pragas associadas ao castanheiro que podem provocar estragos, particularmente o bichado da castanha, o gorgulho e, mais recentemente, a vespa das galhas dos castanheiros (*Dryocosmus kuriphilus*).

A vespa das galhas do castanheiro é atualmente considerada uma das pragas mais prejudiciais para a espécie do género *Castanea*, tendo provocado estragos económicos avultados, nas várias espécies deste género.

A presente dissertação tem como principal objetivo contribuir para um melhor conhecimento da situação dos povoamentos de castanheiro no norte do país face a esta praga exótica. Para tal pretende-se determinar o grau de infestação pela vespa nos diferentes povoamentos e estudar a eventual relação entre o grau de ataque e as variedades presentes bem como entre o grau de ataque e parâmetros ambientais caracterizadores dos vários locais estudados.

Desta forma, numa primeira fase foram realizados trabalhos de campo com o objetivo de recolher o material para ser trabalhado em laboratório, para numa fase seguinte se proceder aos testes estatísticos de modo a perceber se há ou não relação entre o grau de ataque e as restantes variáveis.

Finalizado o trabalho, conclui-se que o grau de infestação não está correlacionado com as variáveis ambientais mas sim com o local, isto é, o grau de ataque pela vespa depende do seu ano de chegada ao local em estudo.

**Palavras-chave:** Castanheiro, vespa, grau de infestação.



## **Abstract**

The chestnut tree (*Castanea sativa* Mill.) has assumed increasing economic importance in Portugal, being nowadays an important source of income for rural populations.

In spite of the good natural conditions for the cultivation and production of the chestnut tree, in recent years the chestnut tree area has been decreasing in Portugal, due to the fact that chestnut is a species very susceptible to certain diseases, namely cancer and the ink disease. In addition to diseases, there are also pests associated with chestnut that can cause havoc, particularly the brown beetle, the weevil, and more recently the wasp of the chestnut galls (*Dryocosmus kuriphilus*).

The chestnut gall wasp is currently considered one of the most harmful pests for the genus *Castanea* and has caused considerable economic damage in the various species of this genus.

The main objective of this dissertation is to contribute to a better understanding of the situation of chestnut stands in the north of the country in the face of this exotic pest. The aim of this study is to determine the degree of infestation by the wasp in the different stands and to study the possible relationship between the degree of attack and the varieties present as well as between the degree of attack and environmental parameters characterizing the various sites studied.

Thus, in the first phase, fieldwork was carried out with the objective of collecting the material to be worked in the laboratory, in a next stage the statistical tests were carried out in order to see if there is a relation between the degree of attack and the remaining variables.

At the end of the study, it was concluded that the degree of infestation is not correlated with the environmental variables, but with the location, that is, the degree of attack by the wasp depends on its year of arrival at the study site.

**Key-words:** chestnut tree, wasp of the chestnut galls, degree of infestation.



# Índice

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento Teórico.....	1
1.2. Âmbito e Objetivos.....	2
1.3. Organização e Estrutura da Dissertação .....	2
<b>2. Revisão da Literatura .....</b>	<b>5</b>
2.1. Pragas.....	5
2.1.1 O que são e os problemas que acarretam .....	5
2.1.2 Vespa das galhas dos castanheiros.....	5
2.2. Castanheiro .....	10
<b>3. Metodologia .....</b>	<b>15</b>
3.1. Descrição da área de estudo.....	15
3.2. Métodos .....	20
<b>4. Resultados.....</b>	<b>23</b>
4.1. Dados de gomos de 2017- Percentagem de ataque.....	23
4.1.1 Em função dos gomos totais .....	23
4.1.2 Em função dos gomos rebentados.....	24
<b>4.2. Dados de gomos de 2018 - Percentagem de ataque.....</b>	<b>25</b>
4.2.1 Em função dos Locais .....	26
4.2.2 Em função das Variedades.....	27
<b>4.3. Dimensão dos gomos.....</b>	<b>28</b>
4.3.1 Em função dos locais .....	28
4.3.2 Em função das variedades.....	30
4.3.3 Em função das variedades comuns aos diferentes locais .....	32

<b>5. Discussão de Resultados .....</b>	<b>37</b>
<b>6. Considerações Finais .....</b>	<b>39</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>41</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>47</b>

## Índice de Figuras

Figura 1- Vespa das galhas dos castanheiros (original do autor) .....	6
Figura 2- Ciclo biológico de <i>Dryocosmus kuriphilus</i> (Sousa <i>et al.</i> , 2017). .....	7
Figura 3-Galha seca (Esquerda) e Galha verde (Direita) (original do autor). .....	8
Figura 4-Torymus sinensis- Fêmea (esquerda) Macho (Direita) (original do autor). .....	9
Figura 5-Evolução de <i>D. kuriphilus</i> após a introdução do parasitóide <i>T. sinensis</i> (Moriya <i>et al.</i> 2002). .....	10
Figura 6- Distribuição das principais espécies do género <i>Castanea</i> (Lang <i>et al.</i> , 2006). .....	11
Figura 7- Localização das áreas de estudo. ....	15
Figura 8- Diagramas termo-pluviométricos dos diferentes locais de estudo.....	17
Figura 9- Precipitação anual nos locais de estudo.....	18
Figura 10- Temperatura anual nos locais de estudo. ....	18
Figura 11- Localização de pontos dentro de buffers dos vários locais no espaço definido pelas duas Primeiras Componentes Principais. ....	19
Figura 12- Percentagem de ataque em relação aos gomos totais. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	24
Figura 13- Percentagem de ataque em relação aos gomos rebentados. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	25
Figura 14- Percentagem de ataque nos diferentes locais. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	27
Figura 15- Percentagem de ataque nas diferentes variedades. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	28
Figura 16- Relação entre o comprimento dos gomos e os locais de estudo. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	29
Figura 17- Relação entre a largura dos gomos e os locais de estudo. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	30
Figura 18- Relação entre o comprimento e as diferentes variedades. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	31
Figura 19- Relação entre a largura dos gomos e as diferentes variedades. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	32
Figura 20- Gráfico de incertezas da relação entre as dimensões dos gomos e dos locais para a variedade Longal. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	33

Figura 21- Gráfico de incertezas da relação entre as dimensões dos gomos e dos locais para a variedade Martaíinha. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	34
Figura 22- Gráfico de incertezas da relação entre as dimensões dos gomos e dos locais para a variedade Judia. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ). .....	35
Figura 23- Boxplot referente à percentagem dos gomos totais em função do local.....	47
Figura 24- Boxplot referente à percentagem de gomos rebentados em função dos locais.....	48
Figura 25- Boxplot referente à percentagem de ataque em função dos locais. ....	48
Figura 26- Boxplot referente à percentagem de ataque em função das variedades.....	48
Figura 27- Boxplot em relação ao comprimento em função dos locais. ....	48
Figura 28- Boxplot em relação à largura em função dos locais. ....	48
Figura 29- Boxplot referente ao comprimento em função das variedades.....	48
Figura 30- Boxplot referente à largura em função das variedades.....	48

## Índice de tabelas

Tabela 1- Características de três variedades de castanha. ....	13
Tabela 2- Valores de 22 parâmetros ambientais para os vários locais de estudo. ....	16
Tabela 3- Número de árvores amostradas em cada local e por variedade.....	23
Tabela 4- Número de gomos dissecados. ....	26



# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento Teórico

Desde 1980 que o castanheiro (*Castanea sativa Mill.*) tem vindo a assumir grande importância económica em Portugal.

De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, a produção mundial de castanha é de aproximadamente 2,3 milhões de toneladas, sendo a China o maior produtor com 83,1% da produção (FAOSTAT, 2016). A Turquia é o maior produtor europeu com mais de metade da produção (56,8%). Portugal é responsável por 4,2% da produção da Europa.

Em 2004 a área de cultura do castanheiro para fruto totalizava em Portugal Continental 19 609 hectares, correspondendo a uma produção total de 33 000 toneladas (Conedera *et al.*, 2004).

Apesar do elevado crescimento da procura da castanha, nos últimos anos tem-se verificado um declínio na área dos soutos, uma vez que o castanheiro é uma espécie muito suscetível a doenças como o cancro (*Cryphonectria parasitica*) e a doença da tinta (*Phytophthora cinnamomi*) (DGF, 2001; Gouveia, 2004).

Além das doenças, existem também várias pragas associadas ao castanheiro, particularmente o bichado da castanha (*Cydia splendana* (Hübner)) e o gorgulho (*Curculio elephas* Gyll.). Segundo Bento (2005) espécies que podem provocar muitos prejuízos.

Em 2014, em Portugal surgiu uma nova praga associada ao castanheiro, a vespa das galhas do castanheiro (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu), considerada uma das pragas mais prejudiciais à cultura, em todo o mundo (Gouveia, 2004). Na Europa, particularmente na região mediterrânica, pode constituir uma séria ameaça à sustentabilidade dos soutos e castinçais uma vez que provoca uma diminuição drástica da produção e da qualidade da castanha e madeira (DGAV, 2014).

## **1.2. Âmbito e Objetivos**

Esta dissertação surge, assim, com o intuito de contribuir para um melhor conhecimento da situação dos povoamentos de castanheiro no norte do país face a uma praga exótica, a vespa das galhas do castanheiro. A grande questão a que esta dissertação pretende responder é a seguinte: haverá alguma relação entre o grau de ataque pela vespa e as diferentes variedades de castanheiro, por um lado, e entre o ataque e diferentes locais, por outro.

Assim, o objetivo da dissertação implica:

- Caracterizar os diferentes locais do ponto de vista ambiental e da composição em termos de variedades de castanheiro;
- Determinar o grau de ataque pela vespa em função do número de gomos com galhas (referente a 2017) e em função do número de gomos com ovos (referente a 2018);
- Determinar possíveis relações entre os parâmetros avaliados.

## **1.3. Organização e Estrutura da Dissertação**

Numa fase inicial pretende-se rever alguns conceitos teóricos sobre a cultura do castanheiro e sobre a vespa das galhas do castanheiro. Na segunda parte do trabalho apresenta-se o estudo experimental, com o objetivo de determinar o grau de infestação tendo em conta as diferentes zonas do norte do país, as diferentes variedades de castanha e alguns parâmetros ambientais, com o intuito de perceber quais as características que mais favorecem a presença da praga.

Para tal, este objetivo implica:

- Dissecar os gomos e observar a presença de ovos;
- Contar o número de galhas presentes nas ramificações;
- Caracterizar os diferentes locais através de informação espacial num sistema de informação geográfica;
- Estudar as características das diferentes variedades de castanha presentes neste estudo.

A presente dissertação é constituída por seis capítulos, estruturados da seguinte maneira:

- No Capítulo 1 é exposta uma breve introdução da problemática abordada, incluindo os objetivos e a metodologia seguida para o seu cumprimento;
- No Capítulo 2 faz-se uma contextualização do tema, com uma abordagem mais detalhada sobre a cultura do castanheiro e da vespa das galhas dos castanheiros, de forma a perceber qual a problemática que está associada;
- O Capítulo 3 diz respeito à metodologia, onde são caracterizados os diferentes locais de estudo, bem como os trabalhos desenvolvidos em cada etapa e os métodos utilizados;
- No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos na campanha experimental;
- O Capítulo 5 diz respeito à análise dos resultados obtidos, de modo a avaliar-se o grau de ataque da praga;
- No Capítulo 6 são realizadas considerações finais sobre o presente trabalho e recomendações para futuros desenvolvimentos no âmbito da temática assim como as principais dificuldades e limitações que existiram na elaboração do mesmo.



## 2. Revisão da Literatura

### 2.1. Pragas

#### 2.1.1 O que são e os problemas que acarretam

Ao longo da história da humanidade os seres humanos trocaram e transportaram espécies exóticas, causando perturbações nos ecossistemas (Oho & Shimura, 1970). No entanto, nas últimas décadas, o mundo entrou numa nova fase na magnitude e diversidade das invasões biológicas: a era da globalização.

Atualmente a segunda maior causa da perda de biodiversidade diz respeito à invasão por espécies exóticas (Clavero & Garciberthou, 2005; Galil, 2007). As espécies são consideradas invasoras quando têm capacidade de aumentar, de forma significativa, as suas populações, ameaçando assim as espécies nativas. As espécies invasoras conseguem ser mais competitivas do que as espécies nativas, tendo a vantagem de não possuírem, em muitos casos, inimigos naturais (predadores, parasitoides), o que é um fator determinante para o seu sucesso (Oho & Shimura, 1970; Marchante *et al.*, 2005; Graziosi & Rieske, 2013).

Em muitos casos as espécies invasoras causam alterações na estrutura e/ou funcionamento dos ecossistemas naturais, tendo implicações nos bens e serviços que esses ecossistemas fornecem, tornando-se muitas vezes necessário um grande investimento no seu controlo. No entanto, noutros casos estas espécies têm repercussões mais diretas a nível económico quando interferem com culturas agrícolas, explorações florestais ou outros segmentos da economia.

#### 2.1.2 Vespa das galhas dos castanheiros

A vespa das galhas do castanheiro (Fig. 1), *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), é atualmente considerada uma das pragas mais prejudiciais para a espécie do género *Castanea*, uma vez que conseguiu colonizar todas as espécies do género a nível mundial (Borowiec *et al.*, 2014) e tem provocado prejuízos avultados, nomeadamente na Europa (Gibbs *et al.*, 2011; Teixeira, 2011; DGAV, 2014), uma vez que o castanheiro fornece inúmeros bens e serviços como a madeira e fruto (Sartor *et al.*, 2015).



Figura 1- Vespa das galhas dos castanheiros (original do autor).

A vespa das galhas do castanheiro está classificada pela Organização Europeia e Mediterrânea de Proteção de Plantas como organismo de quarentena (EPPO, 2005). A *European Food Safety Authority* (EFSA) declarou que este inseto apresenta um potencial muito alto para se estabelecer na Europa, onde o clima é propício ao desenvolvimento da espécie *C. sativa* (EPPO, 2005), o que de fato se tem vindo a verificar.

A vespa das galhas do castanheiro é originária da China. A dispersão terá começado de uma forma acidental em países da Ásia próximos, como é o caso do Japão, Coreia e Nepal, em meados do século XX (Gibbs *et al.*, 2011; Sartor *et al.*, 2015). A espécie foi detetada mais tarde na América do Norte, em 1974, onde teve uma ampla dispersão (Gibbs *et al.*, 2011; Bernardo *et al.*, 2013; Sartor *et al.*, 2015). Na Europa foi identificada pela primeira vez em 2002 em Itália, na região de Piemonte, em árvores da espécie *Castanea sativa*, oriundas de viveiros da China (Brussino *et al.*, 2002). Posteriormente foi localizada em França e Eslovénia em 2005 (Aebi *et al.*, 2006; Knapic *et al.* 2009), Suíça e Hungria em 2009 (Csoka *et al.* 2009; Forster *et al.* 2009), Croácia em 2010 (Matosevic *et al.* 2010), República Checa e Espanha em 2012 (Pujade *et al.* 2013; Radócz *et al.* 2015) e, mais recentemente, em Portugal, Grécia e Turquia em 2014 (Szabó *et al.* 2014).

A vespa ataca plantas do género *Castanea*, induzindo a formação de galhas nos gomos e folhas. As folhas ficam com um aspeto frisado, conseqüentemente com a superfície reduzida. As folhas amarelecem mais cedo e a quantidade de gomos vegetativos diminui. Estas transformações traduzem-se, por um lado, numa redução do vigor e da biomassa das árvores, e, por outro lado, numa diminuição quer da qualidade quer da quantidade do fruto (Kato & Hijii, 1997, 1999; Cooper & Rieske 2007, 2009; Bernardo *et al.*, 2013; Maltoni *et al.*, in press). Em situações de maior grau de ataque a redução da produção de castanha pode atingir valores de 80% (Dixon *et al.*, 1986 in Sartor *et al.*, 2015). Esta praga raramente causa a morte das árvores, no entanto, pode

favorece-la no caso de outros agentes patogénicos se encontrarem presentes (Payne *et al.*, 1975 in Sartor *et al.*, 2015).

*Dryocosmus kuriphilus* apresenta apenas uma geração por ano (espécie univoltina). A sua reprodução é feita através de partenogénese, as fêmeas surgindo de ovos não fertilizados. No campo as populações amostradas até ao momento são constituídas apenas por fêmeas (Bernardo *et al.*, 2013; Moriya *et al.*, 2013; Borowiec *et al.*, 2014). As fêmeas adultas têm um tempo de vida de cerca de 10 dias, emergindo das galhas no início do verão (de meados de maio a fim de julho). Nesse breve tempo de vida irão dispersar-se e poderão produzir mais de 100 ovos, em várias posturas de 3-8 ovos por postura no interior dos gomos axilares dos crescimentos do ano (EPPO, 2005, Teixeira, 2011). A eclosão das larvas ocorre ao fim de cerca de 30-40 dias. O desenvolvimento das larvas processa-se a uma taxa muito reduzida ou mesmo cessa durante a estação fria (Teixeira, 2011; DGAV, 2014). Na primavera as larvas tornam-se mais ativas, exatamente na altura em que se dá o desenvolvimento dos gomos do castanheiro, pupando posteriormente. De meados de maio a meados de julho surgem os adultos (Viggiani & Nugnes, 2010). Na Fig. 2 apresenta-se o ciclo biológico de *D. kuriphilus*.

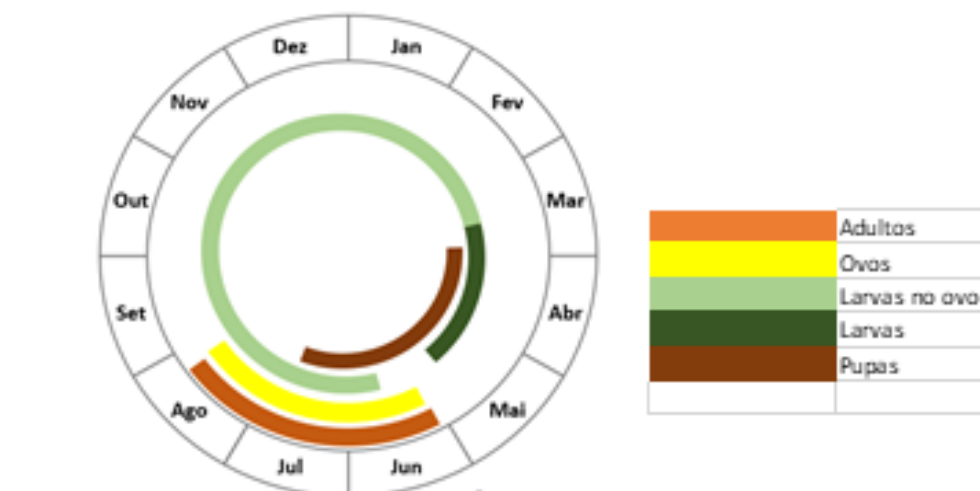


Figura 2- Ciclo biológico de *Dryocosmus kuriphilus* (Sousa *et al.*, 2017).

Desde a postura até ao desenvolvimento das larvas não é possível detetar quaisquer sintomas do ataque pela vespa, visualmente. A partir de abril começam a surgir os principais sintomas, nomeadamente o aparecimento de galhas nos ramos mais jovens, pecíolos ou na nervura central das folhas (Teixeira, 2011; DGAV, 2014).

As galhas correspondem ao intumescimento dos tecidos e podem medir entre 5 a 20 mm de diâmetro (Fig. 3). Até se transformarem em pupas (entre meados de maio e julho), as larvas

alimentam-se entre 20 a 30 dias dentro destas (Teixeira, 2011). Depois desta fase, e das fêmeas emergirem, as galhas acabam por secar, podendo permanecer nas árvores até dois anos (DGAV, 2014).

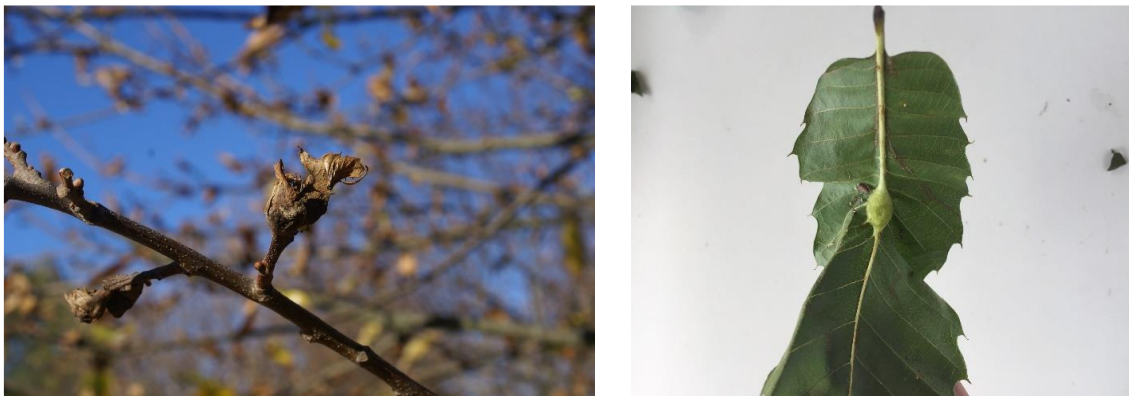


Figura 3-Galha seca (esquerda) e galha verde (direita) (original do autor).

A atividade das fêmeas adultas é favorecida por temperaturas entre os 25-30 °C. Verifica-se uma diminuição da atividade a temperaturas inferiores a 15 °C, passando a ser mesmo nula a temperaturas inferiores a 10 °C (Oho & Shimura, 1970).

À semelhança do que acontece com outros organismos com carácter invasor, o transporte de material vegetal infetado será provavelmente a principal via de dispersão da vespa a longas distâncias (Hulme, 2009; Gibbs *et al.*, 2011; Borowiec *et al.*, 2014). A curtas distâncias a dispersão é favorecida pelo vento, transporte por pessoas ou pelas fêmeas adultas (final de maio a final de julho) (Teixeira, 2011; DGAV, 2014).

Uma vez que o período de colheita da castanha decorre entre finais de outubro e inícios de novembro, e como nenhuma das fases de vida do inseto se desenvolve nesse período, a castanha não representa uma via de dispersão da vespa. A circulação de madeira não constitui igualmente uma forma de disseminação do inseto devido à não existência de gomos ou folhas para a realização de posturas nesse material (DGAV, 2014).

Uma das razões pelas quais a vespa se tornou uma praga fora da sua área de distribuição natural reside na falta de inimigos naturais que a consigam controlar. Existem atualmente três principais meios de luta para gerir e controlar as populações de *D. kuriphilus*; luta química, luta cultural e luta biológica (DGAV, 2014). Dado que os ovos, larvas e pupas se encontram protegidos pelos tecidos das plantas que formam as galhas e também devido ao facto de os adultos terem um longo período de emergência e reduzida longevidade, a luta química não se

torna eficaz no controlo deste inseto (Dini *et al.*, 2012). Assim, a luta cultural e a luta biológica são consideradas as formas mais eficazes para o seu controlo (DGAV, 2014). Na luta cultural é aconselhado o corte e a eliminação das partes da planta afetadas, antes da emergência dos adultos de *D. kuriphilus*.

Tem também havido a seleção genética de cultivares mais resistentes à praga, em vários países, como uma possível opção de gestão (Dini *et al.*, 2012), como se verificou no Japão, onde, durante aproximadamente 20 anos as variedades se mostraram resistentes à praga (Murakami, 1981 in Bernardo *et al.*, 2013). No entanto, esta opção apenas será benéfica para as novas plantações, não se revelando útil para as plantações existentes (Gibbs *et al.*, 2011). Ainda, pode surgir uma nova estirpe da vespa, com carácter mais violento, que consiga ultrapassar as defesas do hospedeiro (Murakami, 1981 in Bernardo *et al.*, 2013).

No âmbito da luta biológica foi identificado um parasitóide, *Torymus sinensis* (Hymenoptera: Torymidae), originário da China (Fig. 4). O facto deste inseto ter um ciclo biológico sincronizado com o do hospedeiro e de ser altamente específico são duas características que explicam o seu elevado sucesso no combate à vespa, em diferentes países onde foram efetuadas largadas (Gibbs *et al.*, 2011; Graziosi & Rieske, 2013).

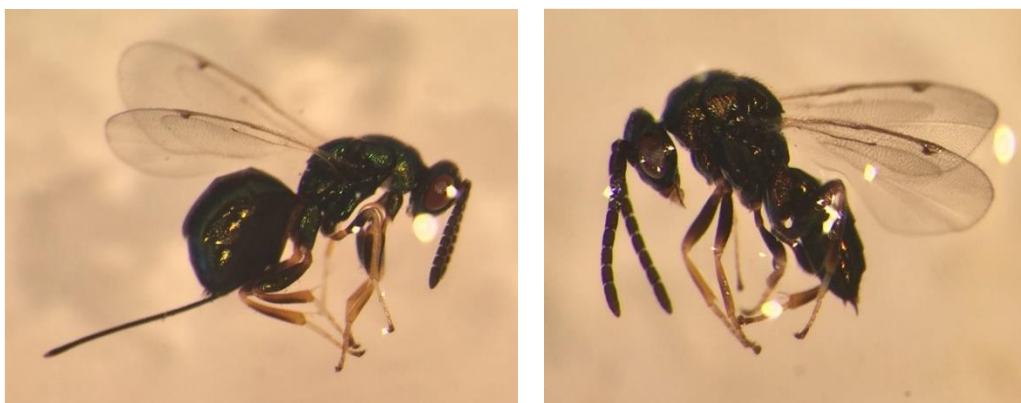


Figura 4-*Torymus sinensis*- Fêmea (esquerda) e macho (direita) (original do autor).

As fêmeas adultas do parasitóide emergem das galhas secas no início da primavera e colocam os ovos nas galhas recém-formadas da vespa. Cada fêmea do parasitóide produz uma média de 70 ovos. Depois das larvas surgirem dos ovos alimentam-se das larvas da vespa das galhas do castanheiro, provocando a sua morte. No final do inverno as larvas de *T. sinensis* passam a pupas.

O tempo de vida médio das fêmeas do parasitóide no campo é de aproximadamente 37 dias (Piao & Moriya, 1999; Gibbs *et al.*, 2011; Quacchia, 2015).

O controlo através de *T. sinensis* foi iniciado no Japão nos anos 80 e foi estabelecido com sucesso na Ásia e nos Estados Unidos (Cooper & Rieske, 2007). Apesar de ser a estratégia mais eficaz, são necessários 6-10 anos para o parasitóide conseguir reduzir a praga a níveis toleráveis (Mariotti *et al.* 2013), embora alguns autores considerem 6-18 anos o tempo necessário para manter os valores da praga abaixo do limiar de dano (Moriya *et al.* 1989, Murakami *et al.* 2001). Depois da largada do parasitóide já houve vários casos em que ocorreu uma redução das populações da vespa abaixo de nível de ataque de 30% (Borowiec *et al.*, 2014). Atualmente este é o meio de controlo considerado mais eficaz (Moriya *et al.* 2003) (Fig. 5).

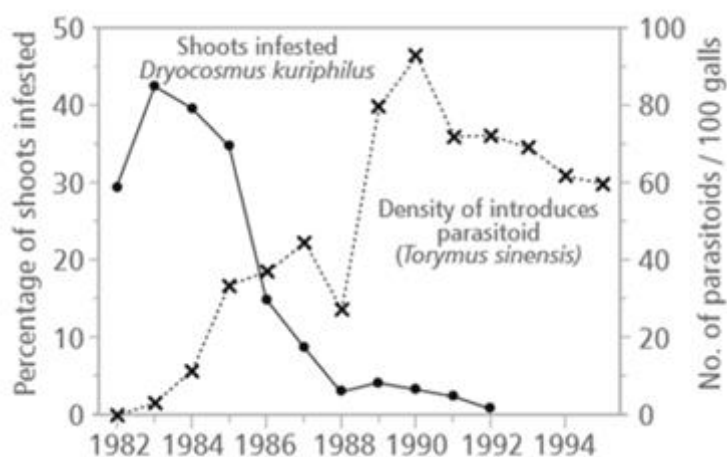


Figura 5-Evolução de *D. kuriphilus* após a introdução do parasitóide *T. sinensis* (Moriya *et al.* 2002).

Esta técnica de combate à vespa tem vindo a estender-se por todas as regiões onde a praga de instalou, nomeadamente na Europa (DGAV,2014).

## 2.2. Castanheiro

O género *Castanea* terá surgido no continente asiático durante a Era Mesozóica (Patrício *et al.*, 2009), tendo, durante a Era Cenozóica, migrado tanto para este (América do Norte) como para oeste (Europa) (Fenaroli, 1945; Fineschi *et al.*, 2000), dando origem a diferentes espécies. Este género compreende 12 espécies, nativas das florestas temperadas do Hemisfério Norte (Fineschi *et al.*, 2000; Barreira, 2010; Santos, 2011). Há uma grande controvérsia quanto à origem natural desta espécie nos países da parte ocidental da Bacia do Mediterrâneo. Alguns autores consideram que terá sido introduzida pelos romanos ou durante a Idade Média. Outros autores, no entanto, afirmam que esta zona terá constituído um refúgio importante para a espécie durante as glaciações (Krebs *et al.*, 2004; Fernández-López & Monteagudo, 2010).

A distribuição geográfica do género *Castanea* restringe-se atualmente a três zonas disjuntas, como se verifica na Figura 6: Europa mediterrânica, Sudeste dos Estados Unidos da América e um núcleo no Oriente que abrange o Japão, a Coreia e a China Oriental (Coelho, 1999; Anjos, 2003; Brito, 2013). Algumas das espécies deste género têm importância económica devido ao fruto e, como tal, têm sido cultivadas desde há muitos séculos, tendo, por isso, as atividades humanas uma grande importância na sua distribuição (Lang *et al.*, 2006).

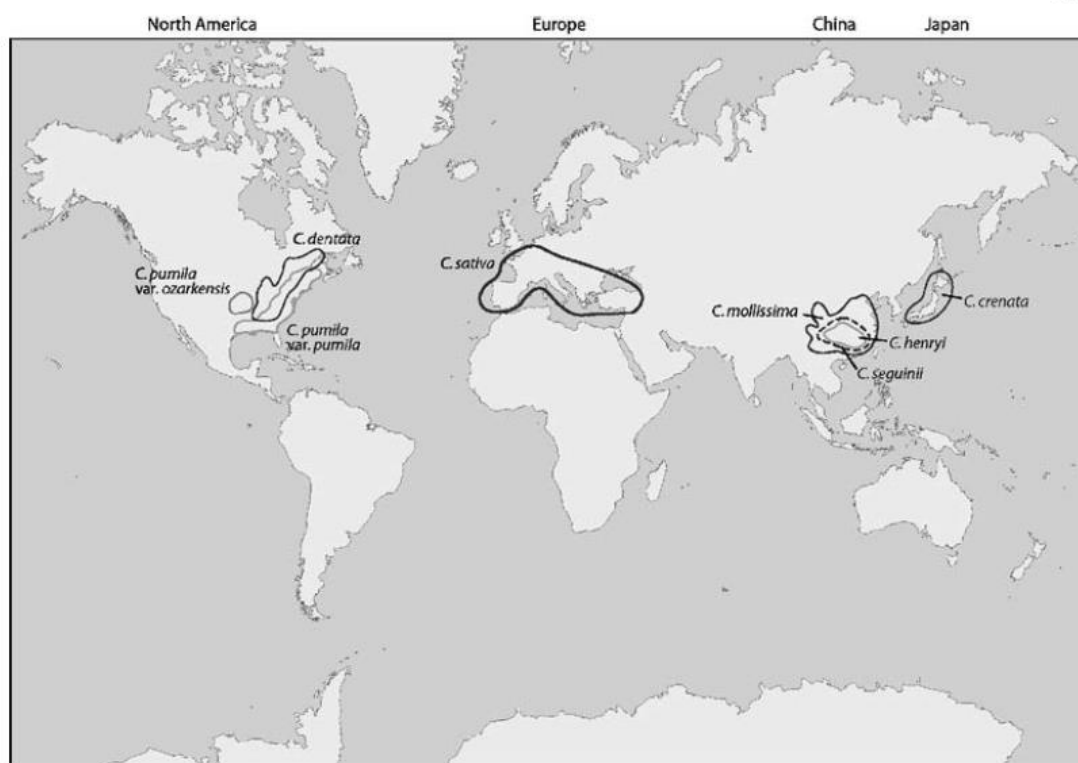


Figura 6- Distribuição das principais espécies do género *Castanea* (Lang *et al.*, 2006).

Apenas a espécie *C. sativa* está presente na Europa, distribuindo-se essencialmente na parte norte da bacia Mediterrânica (Portugal, Espanha, França, Itália e Grécia), podendo também ser encontrada mais a norte (Reino Unido e Alemanha) mas de uma forma mais pontual (Patrício *et al.*, 2009; López-Sáez *et al.*, 2017). A sua ampla difusão pela bacia mediterrânica deve-se à exploração pelo fruto e madeira (Fineschi *et al.*, 2000).

O castanheiro encontra-se distribuído essencialmente no Norte e Centro de Portugal (Martins, 2004). É na região de Trás-os-Montes onde se verifica o maior volume de produção de castanha, constituindo cerca de 82% da produção total no Continente, seguindo-se a região da Beira Interior com 9%. Em Trás-os-Montes os concelhos mais importantes são Valpaços, Bragança e Vinhais, na Beira Interior, Trancoso, Sabugal e Guarda. O castanheiro aparece ainda, mas com menor relevância, no Alentejo, em Castelo de Vide, Marvão e Portalegre (Coelho, 1999).

A castanha é um dos frutos comestíveis mais antigos cultivados no nosso país (Borges *et al.*, 2008).

O castanheiro é uma árvore de folha caduca, de grande porte e com copa semiesférica. O tronco é espesso e as folhas são lanceoladas, verdes e brilhantes, estando dispostas nos ramos de forma alternada. É uma espécie mesotérmica, adaptando-se preferencialmente aos vales e montanhas pouco elevadas (Fenarolli, 1945), onde as temperaturas médias anuais variam entre 8° C e 15° C (Morandini, 1979; Loureiro, 1994; Brio *et al.*, 1998). Em Portugal, nas regiões onde a área de castanheiros é mais extensa (Terra Fria Transmontana e Beira Interior), a temperatura média oscila entre 9° C e 13° C. Relativamente à precipitação anual, o castanheiro europeu necessita de 800 a 900 mm/ano, encontrando-se a principal região portuguesa produtora de castanha numa zona onde os valores variam entre 600 e 1200 mm/ano (Bounous, 2002). É considerada uma árvore de clima temperado frio, uma vez que suporta temperaturas bastante baixas, podendo tolerar -18° C durante curtos períodos de tempo (Serrano *et al.*, 2001). O fruto desenvolve-se dentro de um invólucro espinhoso, o ouriço, que apresenta uma forma esférica, tendo inicialmente uma cor verde que se vai tornando amarela ao amadurecer (Louzano, 2000; Serrano *et al.*, 2001).

O castanheiro é utilizado para diversos fins. Considera-se um souto uma exploração cujo objetivo é a produção de fruto e um castiçal quando se destina a produção de madeira. De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, a produção mundial de castanha é de aproximadamente 2,3 milhões de toneladas, sendo a China o maior produtor com 83,1% da produção (FAOSTAT, 2016). Portugal é responsável por 4,2% da produção da Europa, sendo a Turquia o maior produtor europeu, com mais de metade da produção (56,8%). Em 2004, a área de cultura do castanheiro para fruto, em Portugal Continental, totalizava 19 609 hectares, correspondendo a uma produção total de 33 000 toneladas (Conedera *et al.*, 2004).

Há diversas variedades de castanha (ou cultivares) de *C. sativa*, distinguindo-se entre si pelas características morfológicas (forma, tamanho e peso dos frutos) e por aspetos ecológicos e biológicos (resistência ao frio, duração do período vegetativo, características organolépticas dos frutos ou tecnológicas do lenho) (Anjos, 2003). Em Portugal existem algumas variedades, nomeadamente: Avelreira, Martaínha, Longal, Judia, Colarinha, Verdeal, Rebordã, Côta, Lada, Bária, Negral, Amarelal, Lamela, Zeive e Redonda (Costa *et al.*, 2008). As variedades com maior representatividade no nosso país são a Longal, Martaínha e Judia na região de Trás-os-Montes, Martaínha na Beira Interior e Bária e Colarinha no Alto Alentejo (GPP, 2007).

Características como o caráter monospérmico da semente (castanha formada a partir de um único óvulo fertilizado, contendo apenas uma semente fértil) (Bergougnoux *et al.*, 1978; Dinis, 2011), o tipo de castanha em relação à forma do tegumento, o calibre e a aptidão tecnológica, são as características que mais influenciam a valorização da castanha (Coutinho, 1994). Desta forma a Longal possui vantagens relativamente às outras cultivares, na medida em que apresenta excelente capacidade de conservação e também pelo facto de ser monospérmica. As cultivares Judia e Martainha são as mais valorizadas devido ao calibre.

Na tabela 1 caracterizam-se três variedades de castanha que foram estudadas no âmbito do presente estudo. A variedade Benfeita também ocorreu nos povoamentos analisados, no entanto só recentemente é que se tem verificado algum interesse comercial por esta variedade, pelo que não foi encontrada informação suficiente para se apresentar. Na presente dissertação também foram amostradas árvores de castanheiros híbridos e bravio, contudo também não foi possível encontrar informação para estes casos.

Tabela 1- Características de três variedades de castanha.

<b>Características</b>	<b>Martainha</b>	<b>Longal</b>	<b>Judia</b>
<b>Compartimentação</b>	Muito reduzida	Muito reduzida	Elevada
<b>Penetrações</b>	Reduzidas a aceitáveis	Reduzidas	Elevadas e profundas
<b>Rachado</b>	Reduzido	Raro	Reduzido
<b>Maturação</b>	Semi-precoce	Tardia	Semi-Tardia
<b>Calibre</b>	Grande a muito grande	Pequeno a médio	Grande a muito grande
<b>Forma</b>	Redonda	Elíptica alongada	Arredondada
<b>Cor e brilho</b>	Castanha clara com brilho médio	Castanha avermelhada e brilhante	Vermelha e brilhante
<b>Sabor</b>	Muito Bom	Excelente – sui generis	Médio
<b>Facilidade ao descasque</b>	Boa a muito boa	Muito boa	Média
<b>Conservação</b>	Muito boa	Muito boa	Média a boa
	Fresco e industrial	Fresco e industrial	Fresco

Fonte: Pereira *et al.* (1992); Serrano (2000); Matos *et al.* (2001).

A castanha é um produto com um elevado potencial de crescimento da procura (Novais *et al.*, 2010). Nos últimos anos tem ocorrido um declínio da área de soutos (Ferreira, 2013), devido ao

facto do castanheiro ser uma espécie muito suscetível a determinadas doenças, particularmente ao cancro (*Cryphonectria parasitica*) e a doença da tinta (*Phytophthora cinnamomi*) (DGF, 2001; Gouveia, 2004), doenças estas que têm causado grandes prejuízos por toda a Europa (Silva, 2007; Soares, 2008). Com o objetivo de obter porta-enxertos resistentes a estas doenças têm surgido alguns híbridos resultantes do cruzamento de *C. sativa* com *C. crenata*, e, mais recentemente, com *C. mollissima* (Coelho, 1999; Brito, 2014).

Nos castanheiros da Europa ocorrem várias pragas que, com alguma frequência, assumem uma importância elevada. O bichado da castanha (*Cydia splendana* (Hübner), *Pammene fasciana* L. e o gorgulho (*Curculio elephas* Gyll) são as espécies que maiores estragos podem provocar (Bento *et al.*, 2005). Mais recentemente surgiu uma nova praga, a vespa das galhas do castanheiro (*D. kuriphilus* Yasumatsu), sendo atualmente considerada como uma das pragas mais prejudiciais para os castanheiros em todo o mundo (Teixeira, 2011; DGAV, 2014).

# 3. Metodologia

## 3.1. Descrição da área de estudo

O presente estudo foi efetuado em oito locais diferentes da região norte de Portugal continental (Fig. 7).

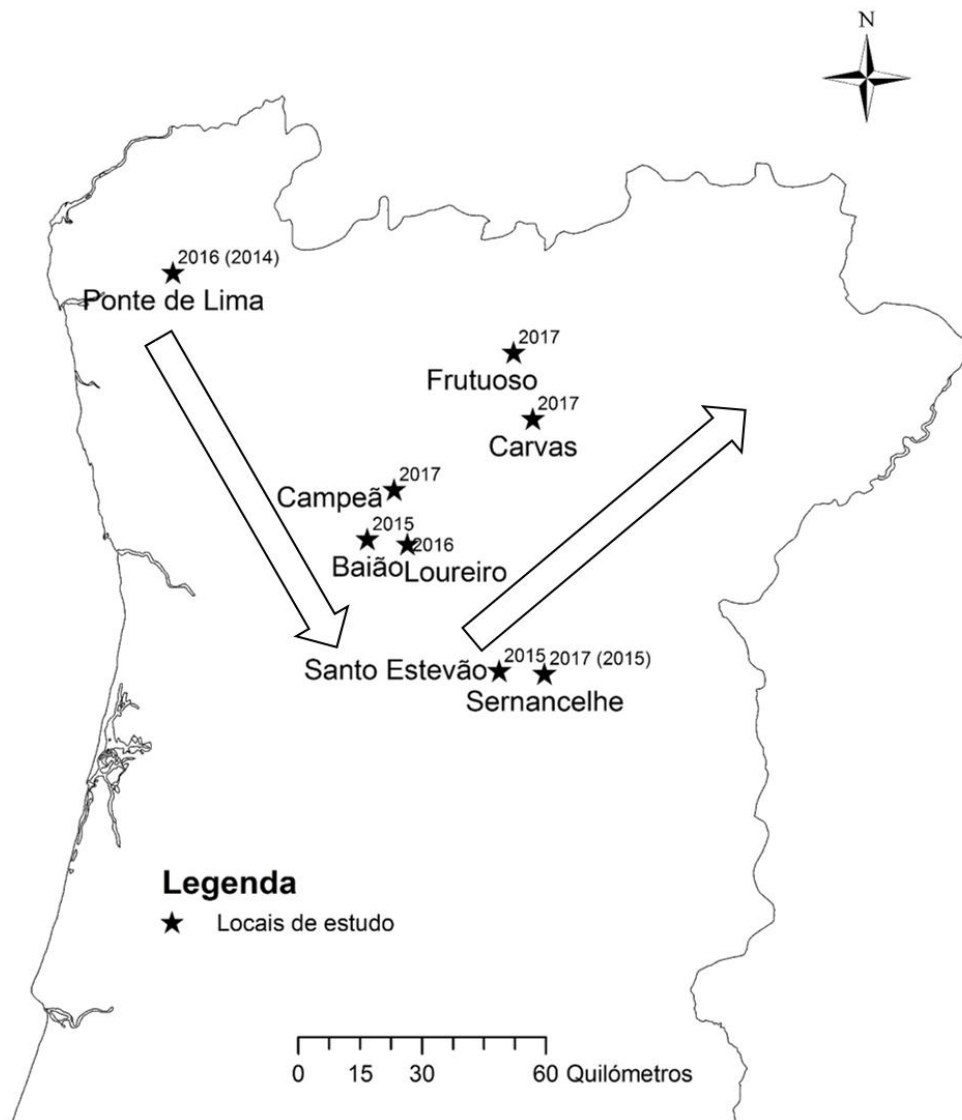


Figura 7- Localização dos locais de estudo e da provável direção de dispersão da praga. O valor entre parêntesis indica o ano em que a vespa foi localizada no local e o outro valor o ano em que chegou à freguesia respetiva.

Tendo em conta o objetivo do estudo, os principais critérios de escolha destes locais foram a sua localização, o ano da chegada da vespa, a ecologia envolvente, a altitude e o clima. No entanto,

houve uma limitação, referente à disponibilidade dos proprietários em permitir a realização do estudo nas suas propriedades.

Para a caracterização climática dos locais de estudo foi usada informação de uma base de dados de clima global denominada WorldClim (<http://www.worldclim.org/> Hijmans et al., 2005) e da base CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) (<http://www.cgiar-csi.org/>) Global High-Resolution Soil-Water Balance.

A base de dados WorldClim é constituída por vários ficheiros em formato raster com resolução de 30 segundos ( $0.93 \times 0.93 = 0.86 \text{ km}^2$  no Equador), estando os ficheiros num Sistema de Referenciação Geodetic coordinate system (latitude/longitude). Os rasters resultam da interpolação da informação mensal de estações meteorológicas e representam médias do período 1950-2000. Os dados de base são Precipitação Mensal, Temperatura Média Mensal, Temperatura Mínima Mensal e Temperatura Máxima Mensal, num total de 48 rasters. A partir destes ficheiros foram gerados 19 parâmetros bioclimáticos. Esta base de dados apresenta também um raster da Altitude. O Declive e a Radiação Anual foram determinados no ArcGis 10.1 (ESRI) a partir do raster da Altitude. No site CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI) (<http://www.cgiar-csi.org/>) Global High-Resolution Soil-Water Balance foram extraídos rasters da Evapotranspiração Atual, Evapotranspiração Potencial, Conteúdo de Água no Solo e Índice de Aridez Estes rasters são gerados a partir dos dados do WorldClim, pelo que têm as mesmas especificações.

No ArcGis foram delimitadas zonas tampão circulares de 2 km de raio à volta de cada local de estudo. Em seguida foram estabelecidos 1000 pontos ao acaso dentro de cada zona tampão e

Parâmetro	Loureiro	Ponte de Lima	Santo Estevão	Campeã	Baião	Frutuoso	Cernacelhe	Carvas
Altitude (m)	266	281	763	767	707	731	861	624
Temperatura Média Anual (°C)	15	14	12	12	12	12	12	13
Tabela 2- Valores de 22 parâmetros ambientais para os vários locais de estudo.								
Amplitude Térmica Anual (°C)	25	20	25	25	24	26	25	26
Amplitude Térmica Diária (°C)	11	8	9	10	10	10	9	10
Isotermalidade (%)	41	42	37	40	40	38	36	39
Precipitação Trimestre Mais Frio (mm)	427	543	509	547	545	454	501	434
Precipitação Trimestre Mais Húmido (mm)	427	544	509	547	545	454	501	434
Precipitação Trimestre Mais Quente (mm)	78	118	82	98	97	87	84	77
Precipitação Trimestre Mais Seco (mm)	69	101	82	94	92	87	81	77
Sazonalidade da Precipitação	54	51	56	54	54	51	55	53
Sazonalidade da Temperatura	51	51	51	51	51	51	51	51
Declive (%)	10	10	6	7	11	15	5	5
Evapotranspiração Potencial (mm)	1094	929	971	976	972	987	942	1038
Evapotranspiração Atual (mm)	698	703	677	698	700	668	664	670
Conteúdo de água no solo (mm)	866	983	931	952	957	909	937	875
Índice de aridez (adimensional)	9664	14747	12833	13811	13867	11886	13200	10411
Radiação Anual ( $\text{Wh.m}^{-2}$ )	1286186	1204857	1299395	1340226	1349919	1249463	1349164	1320169
Temperatura Média Trimestre Mais Frio (°C)	8	8	5	6	6	5	5	6
Temperatura Média Trimestre Mais Húmido (°C)	8	9	5	6	6	5	5	6
Temperatura Média Trimestre Mais Quente (°C)	21	19	19	19	19	19	19	20
Temperatura Média Trimestre Mais Seco (°C)	21	19	19	19	19	19	19	20

extraídos os valores da Precipitação Mensal e Temperatura Média Mensal bem como de 22 parâmetros (Tabela 2).

Com os valores da Precipitação Mensal e da Temperatura Média Mensal foram elaborados os diagramas termo-pluviométricos que se apresentam na Fig. 8. Todos os diagramas evidenciam um clima de influência mediterrânica, ou seja, um período do outono à primavera com precipitação abundante e temperaturas mais baixas e um período de verão com quase ausência de precipitação e temperaturas elevadas. Assim, distinguem-se dois períodos distintos, um com excesso de água e outro com falta de água. Ponte de Lima tem o período seco menos prolongado e intenso e Loureiro, pelo contrário, tem o período seco mais prolongado e intenso. Os restantes locais apresentam características intermédias.

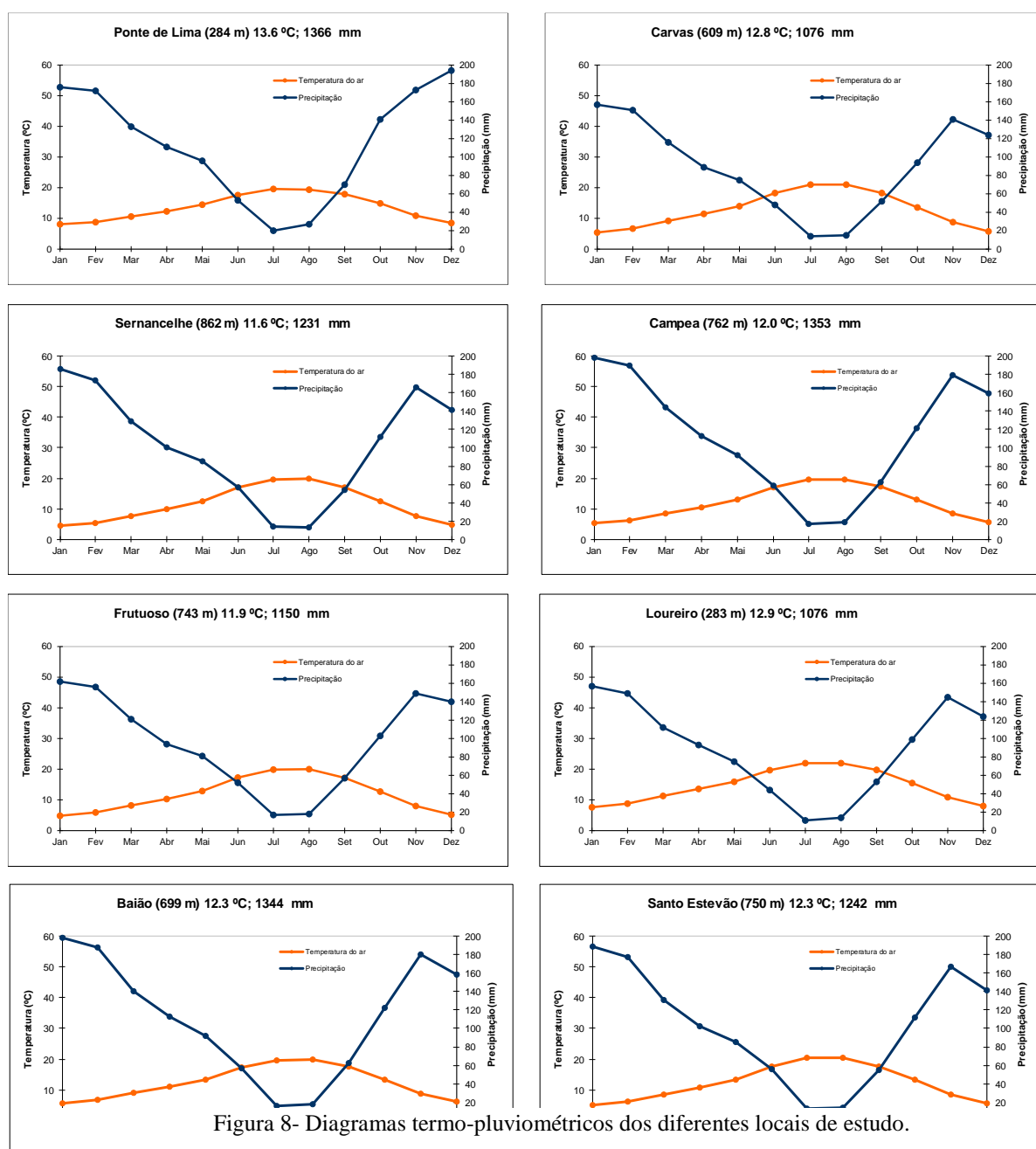


Figura 8- Diagramas termo-pluviométricos dos diferentes locais de estudo.

Com os mesmos valores foram efetuados os gráficos da Precipitação Mensal (Fig. 9) e da Temperatura Média Mensal (Fig. 10). Loureiro apresenta temperaturas mais elevadas do que os restantes locais em praticamente todos os meses do ano. No respeitante à Precipitação, Loureiro, no geral, possui valores inferiores, enquanto Campeã e Ponte de Lima possuem valores dos mais elevados pelo menos em parte do ano.

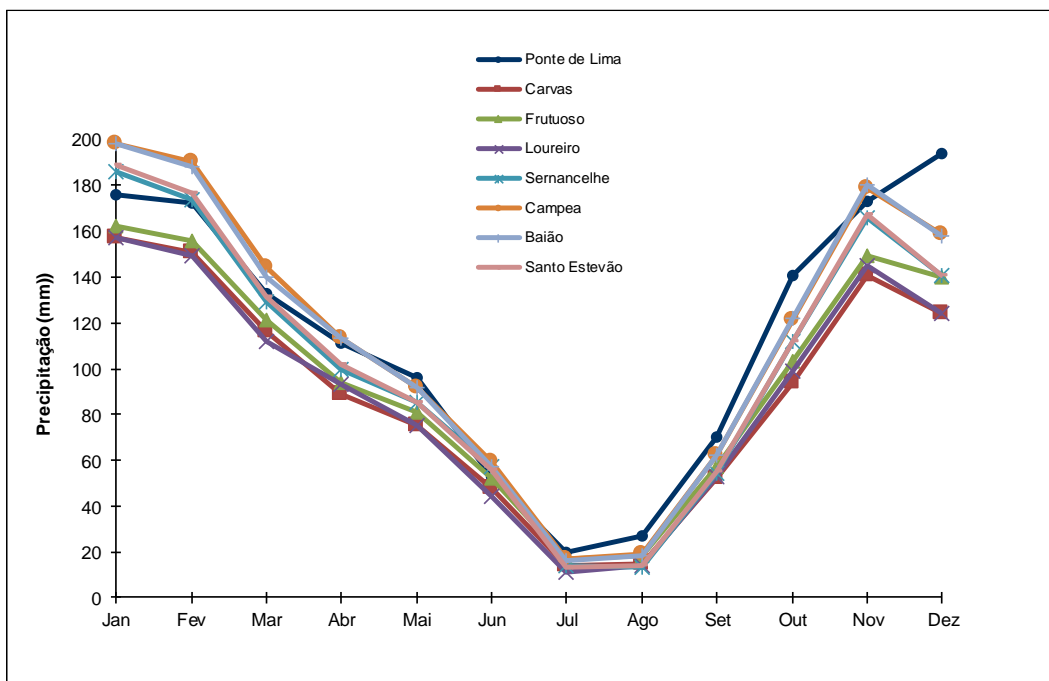


Figura 9- Precipitação anual nos locais de estudo.

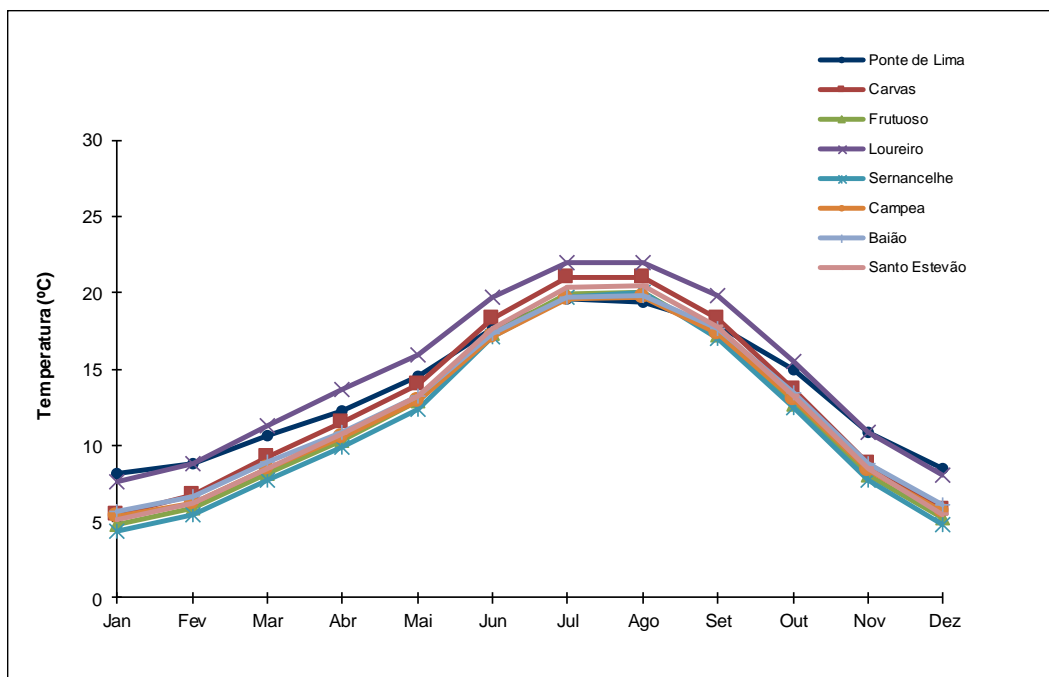


Figura 10- Temperatura anual nos locais de estudo.

No SPSS foi efectuada uma análise em Componentes Principais com os valores referentes aos 22 parâmetros. As duas primeiras componentes explicam cerca de 81% do total da variância. A precipitação está mais relacionada com a 1ª componente e a temperatura com a 2ª componente. Na Fig. 11 apresenta-se o gráfico da 1ª componente (eixo das abcissas) versus a 2ª componente (eixo das ordenadas). Pode observar-se que os diferentes locais de estudo estão perfeitamente individualizados, havendo apenas alguma sobreposição entre os valores de Baião/Campeã e Frutuoso/Santo Estevão. Ponte de Lima distancia-se dos restantes locais.

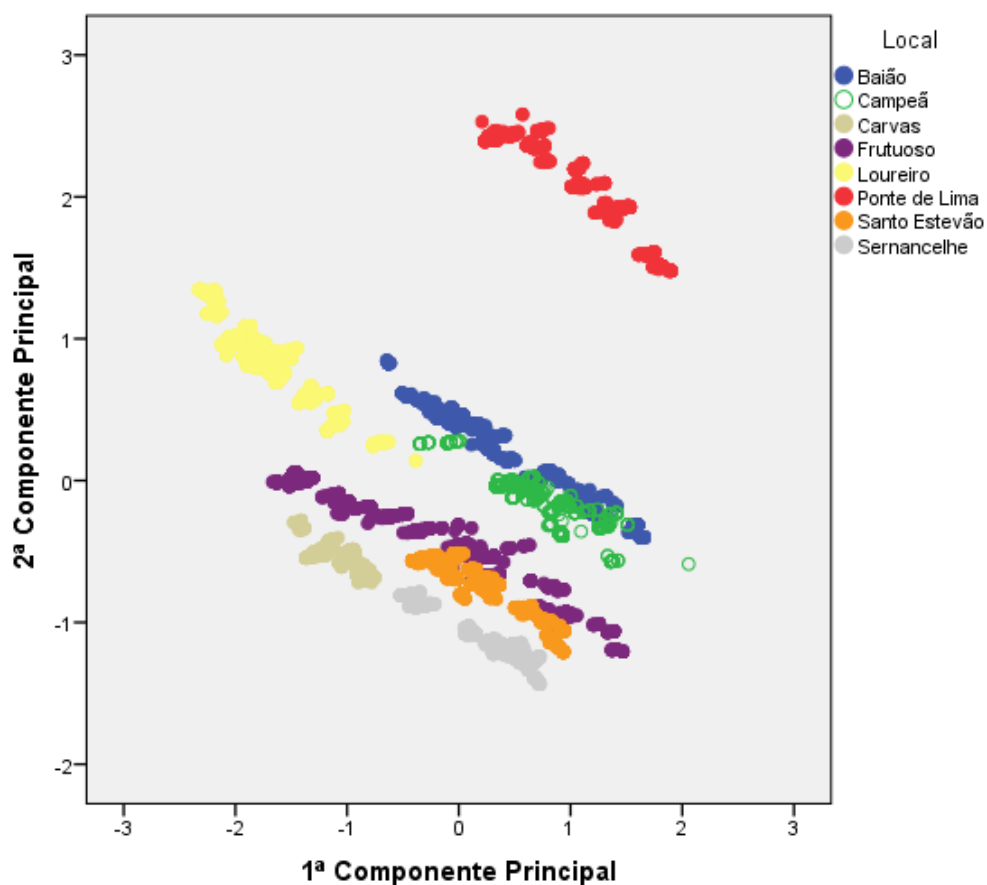


Figura 11- Localização de 8000 pontos (gerados aleatoriamente dentro de buffers de 2 km de raio nos vários locais) no espaço definido pelas duas Primeiras Componentes Principais.

Foi obtida informação (INIAV/REFCAST) sobre o ano de chegada da vespa a cada local (Fig. 12). Em ponte de Lima a data entre parêntesis indica a primeira deteção na zona, embora na freguesia e local de estudo a vespa só tenha sido detetada um ano mais tarde. O mesmo sucede para Sernancelhe, a primeira deteção foi feita em 2015, no entanto, no local de estudo aconteceu apenas em 2017. A entrada da praga terá ocorrido no Minho, a partir da Galiza. Posteriormente a vespa parece ter-se deslocado, numa primeira fase para sudeste em 2016, e em, 2017, para

nordeste. A entrada da vespa em território português ter-se-á ocasionado devido à introdução de material infestado.

## **3.2. Métodos**

### **Metodologia de Campo**

Foram realizadas duas amostragens de campo nos oito locais de estudo. A primeira amostragem ocorreu entre 4 e 14 de dezembro de 2007 e a segunda nos dias 19 e 20 de fevereiro de 2018. Em cada local foram escolhidas aleatoriamente 5 árvores de cada variedade. Através de um hipsómetro foi medida a Altura Total de cada árvore e com a ajuda de uma fita métrica mediu-se o Perímetro do tronco à Altura do Peito e a Altura até à Primeira Ramificação. Foram também realizadas recolhas de amostras de solo nos diferentes locais. Contudo, estes dados não foram incluídos na presente dissertação devido à falta de tempo para os processar.

Em cada árvore foram analisados 10 ramos (até ao nó referente ao crescimento do ano) por quadrante (norte, este, sul e oeste). Em cada ramo contou-se o número total de gomos, os gomos rebentados e os gomos com galhas. Estas medições dizem respeito aos gomos de 2017. De seguida procedeu-se, em cada árvore, à colheita de 40 gomos do presente ano, tendo sido colocados em caixas de Petri. No laboratório estes gomos foram observados à lupa, de maneira a determinar quantos se encontravam infestados (presença de ovo da vespa).

### **Metodologia em Laboratório**

No laboratório os gomos recolhidos foram medidos (comprimento e largura) com a ajuda de um papel milimétrico. Na lupa e com o auxílio de uma pinça e de um bisturi procedeu-se à dissecação dos gomos. Começou-se por retirar-se as escamas exteriores. A partir da terceira camada começa-se a perceber a presença ou ausência de ovos, através de manchas acastanhadas nas folhas. Em alguns casos, os ovos aparecem no interior dos gomos.

### **Metodologia dos cortes histológicos dos gomos**

#### 1) Fixação:

- Colocaram-se 10 gomos com presença de ovos e 10 com ausência de ovos no fixador FAA (formaldeído, ácido acético, álcool etílico) com uma concentração de 1:1:18 durante 48 horas;

- De seguida os mesmos foram lavados duas vezes e armazenados em álcool etílico a 70% (até ao processo de desidratação).
- 2) Desidratação: processo que permite retirar todos os conteúdos celulares líquidos, nomeadamente água das células, substituindo-o por meio sólido.
- Os gomos foram lavados duas vezes e armazenados sobre um oscilador (Hoefer red rocker) durante aproximadamente uma hora em álcool etílico a 80%;
  - O passo anterior foi repetido, mas desta vez usando álcool etílico a 96%;
  - Os gomos foram novamente lavados duas vezes e armazenados sobre um oscilador durante aproximadamente uma hora e meia em álcool etílico absoluto (100%);
- 3) Inclusão: foi usado o interface “Histoclear” (solúvel no álcool e na parafina) de modo a tornar a amostra solúvel na parafina
- Os gomos foram lavados e armazenados sobre um oscilador durante quatro horas em Histoclear;
  - De seguida os mesmos foram novamente lavados duas vezes e armazenados em Histoclear durante 15 horas;
  - Após a garantia de ausência de conteúdos celulares líquidos, com o auxílio de uma pinça os gomos foram retirados do Histoclear e colocados em parafina (previamente aquecida em estufa a 60°C), de maneira a que as estruturas se tornassem intactas e fixas. Posteriormente foram mantidos na estufa a 60°C durante 48 horas.
  - Os gomos foram retirados e deixados novamente em parafina durante uma semana até terem sido efetuados os cortes histológicos.
- 4) Cortes histológicos:
- Colocou-se parafina pura em moldeiras sobre uma placa de aquecimento;
  - Após a parafina pura estar líquida (derretida) colocou-se um gomo sobre cada uma das moldeiras;
  - De seguida colocaram-se as cassetes com as tampas viradas para cima sobre os gomos, e desligou-se a placa de aquecimento;

- Após esta preparação ter sido deixada a arrefecer, teve que se desbastar parte da parafina das zonas laterais da cassette para permitir o seu encaixe no suporte do micrótomo, e de seguida foram realizados os cortes histológicos;
- À medida que os cortes foram sendo efetuados num micrótomo, colocaram-se as tiras em espiral num recipiente com água destilada para expandir as amostras após os cortes. De seguida foram colocadas a secar numa placa de aquecimento;
- Espalhou-se um gel sobre uma lâmina, na qual foi feita a preparação microscópica;

### **Metodologia de tratamento dos dados**

Em relação aos dados de 2017 foi calculada a percentagem de gomos com galhas em relação ao total de gomos e em relação aos gomos rebentados, para cada local. Não foi possível efetuar uma ANOVA para verificar as eventuais diferenças no grau de ataque entre locais pelo facto dos dados não seguirem o pressuposto da normalidade nem da homogeneidade das variâncias. Assim, foi efetuado o teste de Kruskal-Wallis.

Relativamente aos dados de 2018 foi calculada a percentagem de gomos colhidos com ovos de *D. kuriphilus*. Foi efetuada uma ANOVA no referente aos locais. No respeitante às variedades não foi possível efetuar a ANOVA, uma vez que não seguiam o pressuposto da normalidade nem da homogeneidade das variâncias, tendo sido efetuado o teste de Kruskal-Wallis.

Em relação às dimensões dos ovos, foi também realizado o teste de Kruskal-Wallis. quer respeitante aos locais quer respeitante às variedades. A ANOVA foi efetuada apenas no respeitante às variedades Longal, Judia e Martaínha. Os proprietários forneceram informação referente às variedades dos povoamentos, mas, no tocante aos híbridos e bravios houve dúvidas quanto à sua correta identificação, razão pela qual não foi efetuada uma análise destas 2 variedades.

## 4. Resultados

### 4.1. Dados de gomos de 2017- Percentagem de ataque

Apresenta-se na tabela 3 o número de árvores amostradas em cada local e por variedade. Foram amostradas um total de 5 árvores, em 8 locais e 6 variedades. Em Loureiro e Campeã o número de árvores amostras é superior aos restantes locais, pelo facto de nesses locais haver mais do que uma variedade.

Há variedades que aparecem em apenas num único local: Benfeita, variedades que aparecem em 2 locais: híbrido, bravio, longal e Martáinha e apenas uma variedade aparece em 3 locais: Judia.

Relativamente ao local Campeã, da primeira para a segunda amostragem morreram duas árvores.

Tabela 3- Número de árvores amostradas em cada local e por variedade.

	Loureiro	Carvas	St. Estevão	Frutuoso	Baião	Campeã	Ponte Lima	Sernancelhe
Híbrido	-	-	-	-	5	-	5	-
Bravio	-	-	5	-	-	3	-	-
Benfeita	-	-	-	-	-	5	-	-
Longal	5	-	-	-	-	5	-	-
Judia	5	5	-	5	-	-	-	-
Martáinha	5	-	-	-	-	-	-	5

#### 4.1.1 Em função dos gomos totais

Em relação aos locais, os dados não seguem o pressuposto da homogeneidade das variâncias nem da normalidade, pelo que foi efetuado o teste de Kruskal-Wallis. Este teste revelou haver diferenças no grau de ataque (gomos com galhas) entre pelo menos um par de variedades. Em seguida, para se observar quais os pares diferentes, fez-se uma transformação da variável em análise em Rank Cases para de poder fazer a ANOVA, cujo resultado está indicado na Figura 12.

Observa-se que Loureiro difere estatisticamente de todos os outros locais. Um grupo, formado por Baião, Ponte Lima, Sernancelhe e Santo Estevão, tem um elevado grau de ataque. Um outro

grupo, composto por Campeã, Carvas e Frutuoso, tem o menor grau de ataque. Loureiro tem valor de ataque intermédio entre os valores dos dois grupos referido.

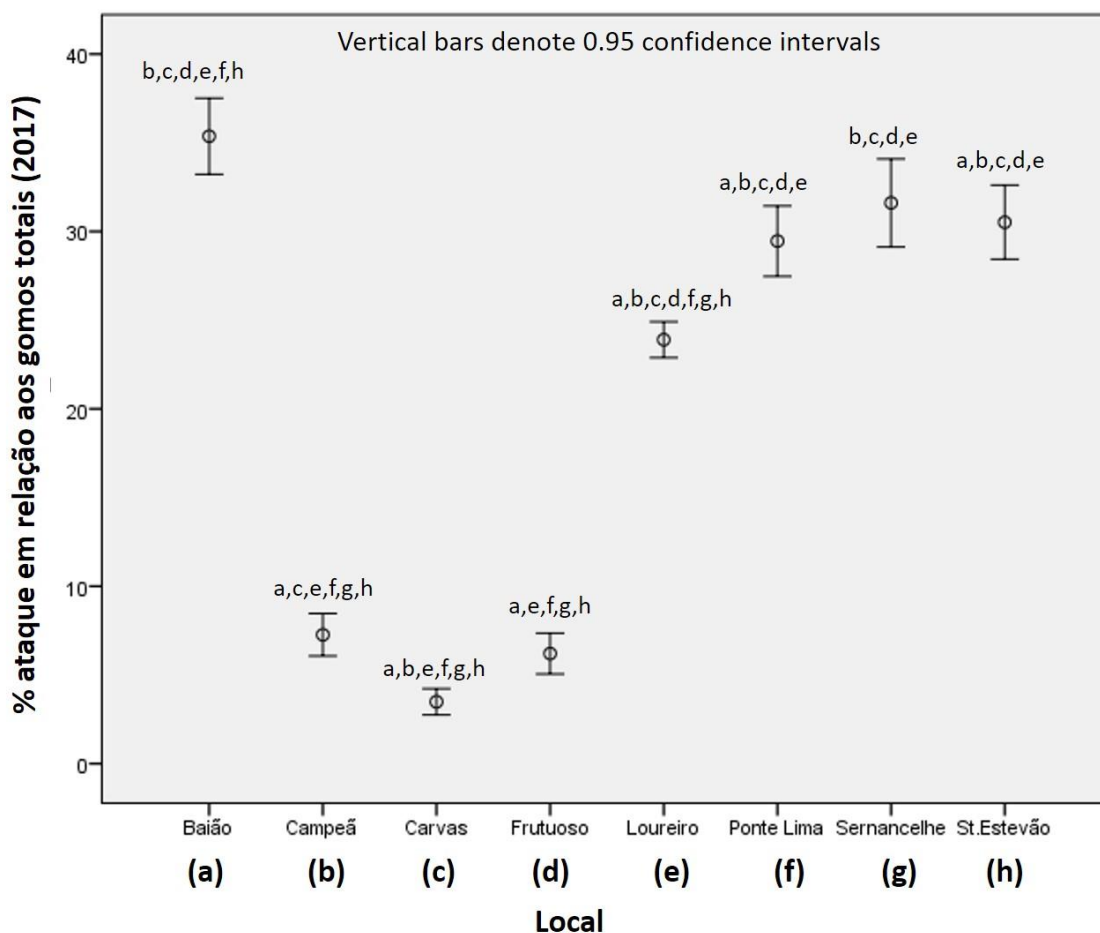


Figura 12 - Percentagem de ataque em relação aos gomos totais.

#### 4.1.2 Em função dos gomos rebentados

Neste caso, relativamente à percentagem de ataque em relação aos gomos rebentados, os dados não seguiam o pressuposto da homogeneidade das variâncias nem da normalidade, pelo que foi efetuado o teste de Kruskal-Wallis. Este teste revelou haver diferenças no grau de ataque (gomos com galhas) entre pelo menos um par de variedades. Em seguida, para se observar quais os pares diferentes, fez-se uma transformação da variável em análise em Rank Cases para de poder fazer a ANOVA, cujo resultado está indicado na Figura 13.

Observa-se que Baião difere estatisticamente dos restantes locais, apresentando um elevado grau de ataque. Existe um grupo formado por Campeã, Carvas e Frutuoso onde o grau de ataque é baixo e outro grupo constituído por Loureiro, Ponte de Lima, Sernancelhe e Santo Estevão onde o grau de ataque apresenta valores intermédios.

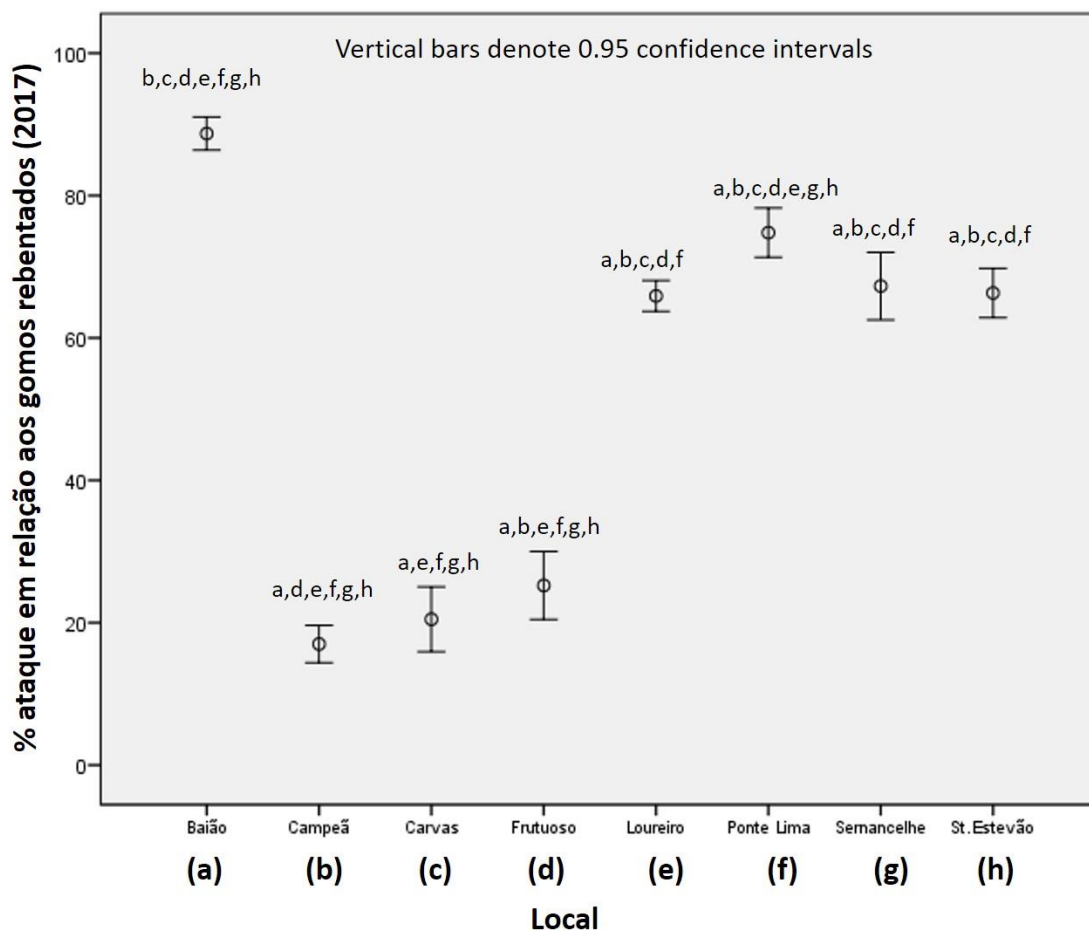


Figura 13- Percentagem de ataque em relação aos gomos rebentados.

## 4.2. Dados de gomos de 2018- Percentagem de ataque

Apresenta-se na tabela 4 o número de gomos dissecados em laboratório. Num total, foram dissecados 1460 gomos, de forma a perceber quantos deles se encontravam infestados (presença de ovos).

Tabela 4- Número de gomos dissecados.

<b>Local</b>	<b>N</b>
Baião	100
Campeã	280
Carvas	100
Frutuoso	100
Loureiro	600
Ponte Lima	100
Qta. Paulo Lopes	80
St. Estevão	100
Total	1460

#### **4.2.1 Em função dos Locais**

Em relação aos locais os dados seguiam os pressupostos da homogeneidade das variâncias e da normalidade, pelo que foi efetuado uma ANOVA referente à percentagem de gomos com ovos em função do local, cujo resultado está indicado na Figura 14.

Observa-se que Carvas e Frutuoso diferem estatisticamente dos restantes locais, apresentando um menor grau de ataque. Loureiro apresenta uma percentagem de ataque de praticamente 100%.

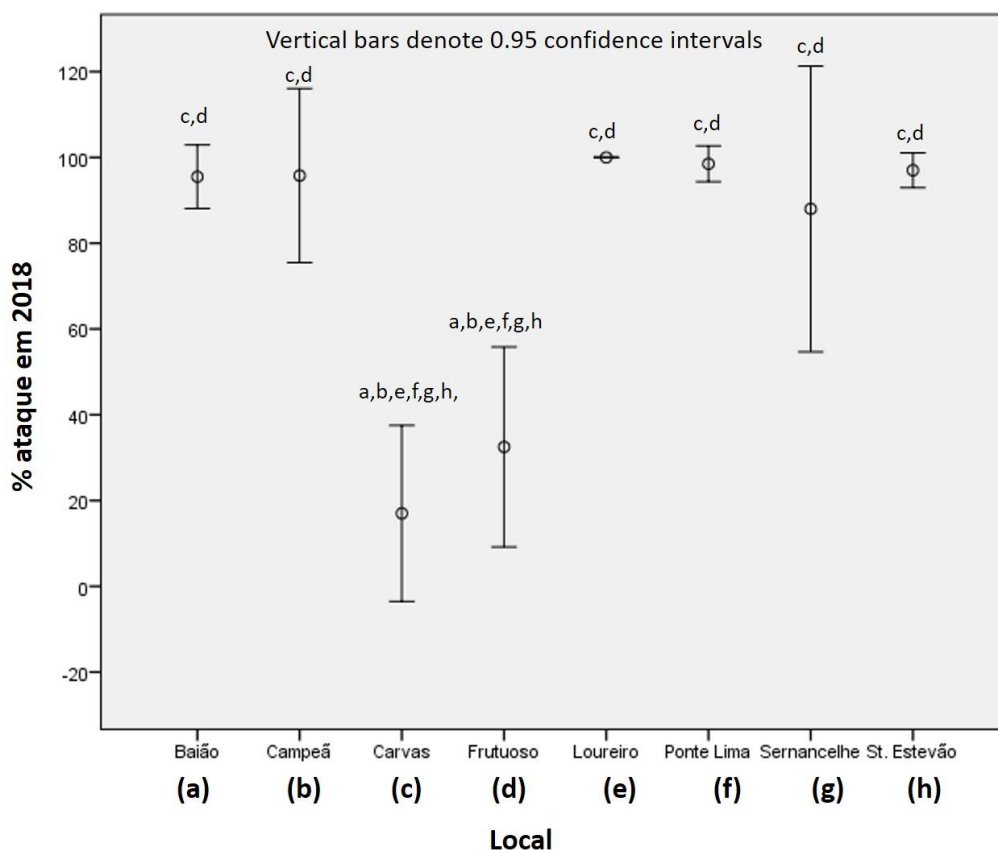


Figura 14-Percentagem de ataque nos diferentes locais.

#### 4.2.2 Em função das Variedades

Na Figura 15 apresenta-se o resultado da ANOVA referente à percentagem de gomos com ovos em função das variedades.

Em relação às variedades, os dados não seguiam o pressuposto da homogeneidade das variâncias nem da normalidade, pelo que foi efetuado o teste de Kruskal-Wallis. Este teste revelou haver diferenças no grau de ataque (gomos com ovos) entre pelo menos um par de variedades. Em seguida, para se observar quais os pares diferentes, fez-se uma transformação da variável em análise (nº gomos com ovos) em Rank Cases para de poder fazer a ANOVA, cujo resultado está indicado na Figura 16.

Observa-se que a variedade Judia difere estatisticamente das restantes, com uma menor percentagem de ataque. Bravio é a variedade que apresenta uma maior percentagem de ataque.

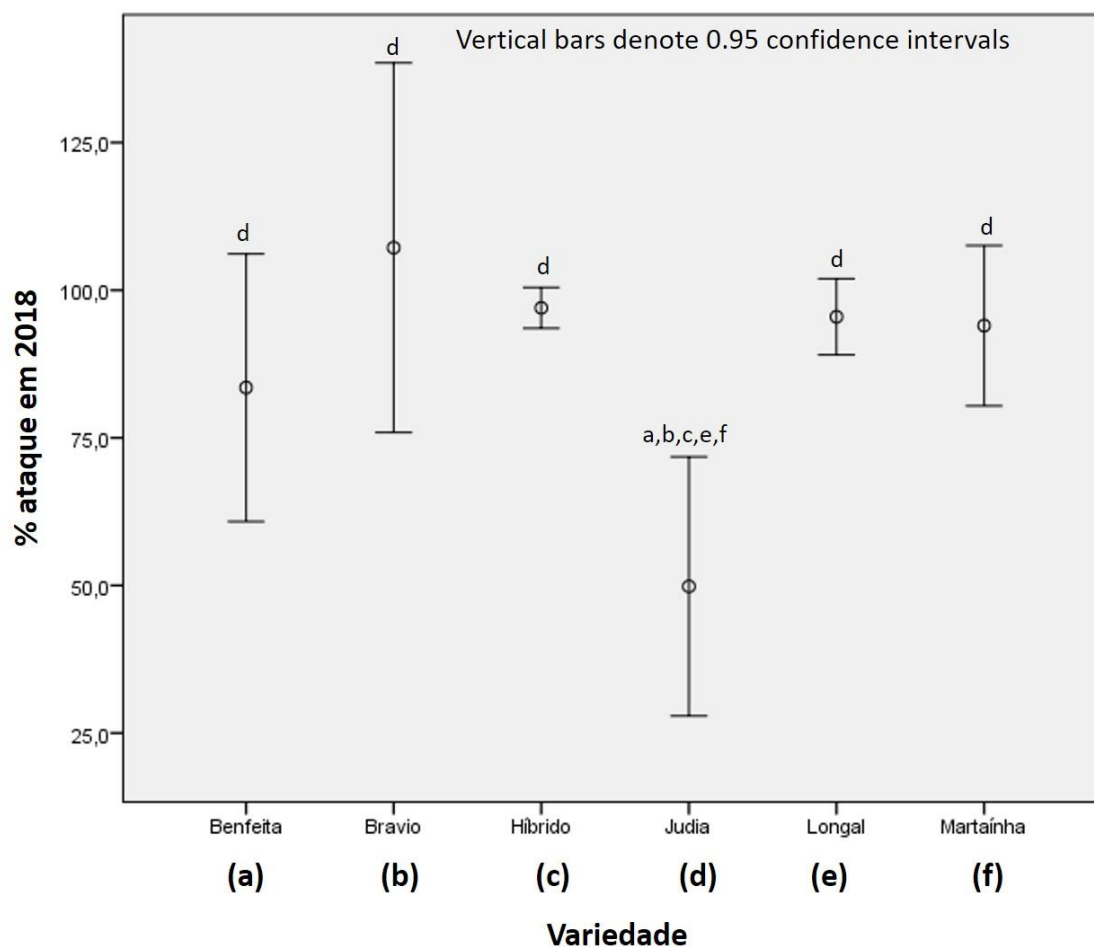


Figura 15-Percentagem de ataque nas diferentes variedades.

### 4.3. Dimensão dos gomos

#### 4.3.1 Em função dos locais

As Figuras 16 e 17 apresentam o resultado da ANOVA referente à dimensão dos gomos em função dos locais.

Em relação aos locais os dados não seguiam o pressuposto da homogeneidade das variâncias nem da normalidade, pelo que foi efetuado o teste de Kruskal-Wallis. Este teste revelou haver diferenças na dimensão dos gomos entre pelo menos um par de variedades. Em seguida, para se

observar quais os pares diferentes, fez-se uma transformação da variável em análise em Rank Cases para de poder fazer a ANOVA, cujo resultado está indicado nas Figura 16 e 17.

Verificou-se existirem diferenças significativas em relação ao comprimento e largura nos diferentes locais. Os gomos com maior comprimento pertencem a Carvas, Frutuoso e St. Estevão e os com menor comprimento a Loureiro (Figura 21). Em relação à largura, os gomos com maior largura pertencem a Carvas, Frutuoso e St. Estevão. Neste caso, os que tem menor largura pertencem a Campeã (Figura 17).

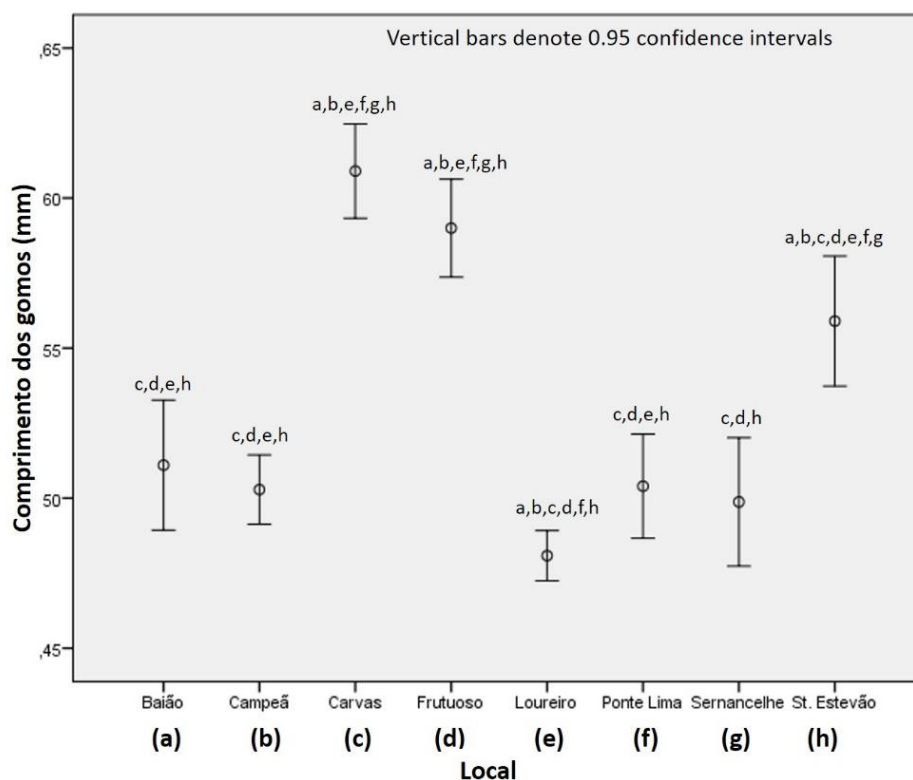


Figura 16-Relação entre o comprimento dos gomos e os locais de estudo. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ).

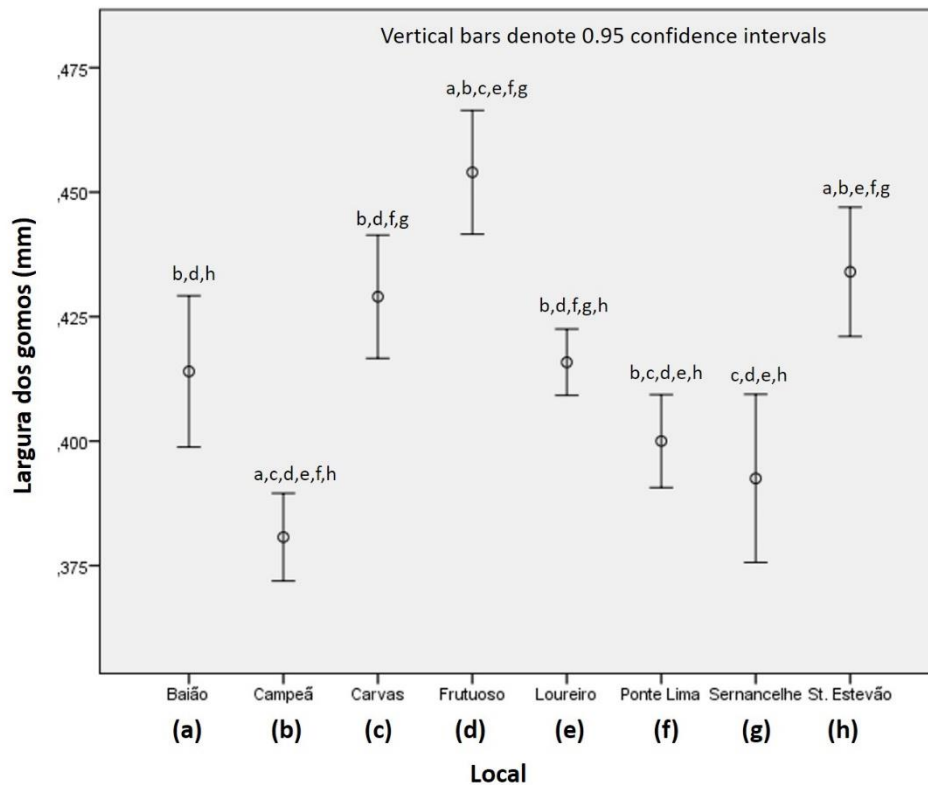


Figura 17-Relação entre a largura dos gomos e os locais de estudo. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ).

#### 4.3.2 Em função das variedades

As Figura 18 e 19 apresentam o resultado da ANOVA referente à dimensão dos gomos em função das variedades.

Em relação às variedades os dados não seguiam o pressuposto da homogeneidade das variâncias nem da normalidade, pelo que foi efetuado o teste de Kruskal-Wallis. Este teste revelou haver diferenças entre pelo menos um par de variedades. Em seguida, para se observar quais os pares diferentes, fez-se uma transformação da variável em análise em Rank Cases para de poder fazer a ANOVA, cujo resultado está indicado nas Figura 18 e 19.

Verificou-se existirem diferenças significativas em relação ao comprimento e largura nas diferentes variedades. Os gomos maiores pertencem às variedades Judia e Bravio, enquanto os de menores dimensões pertencem à Benfeita, quer em relação ao comprimento, quer em relação à largura.

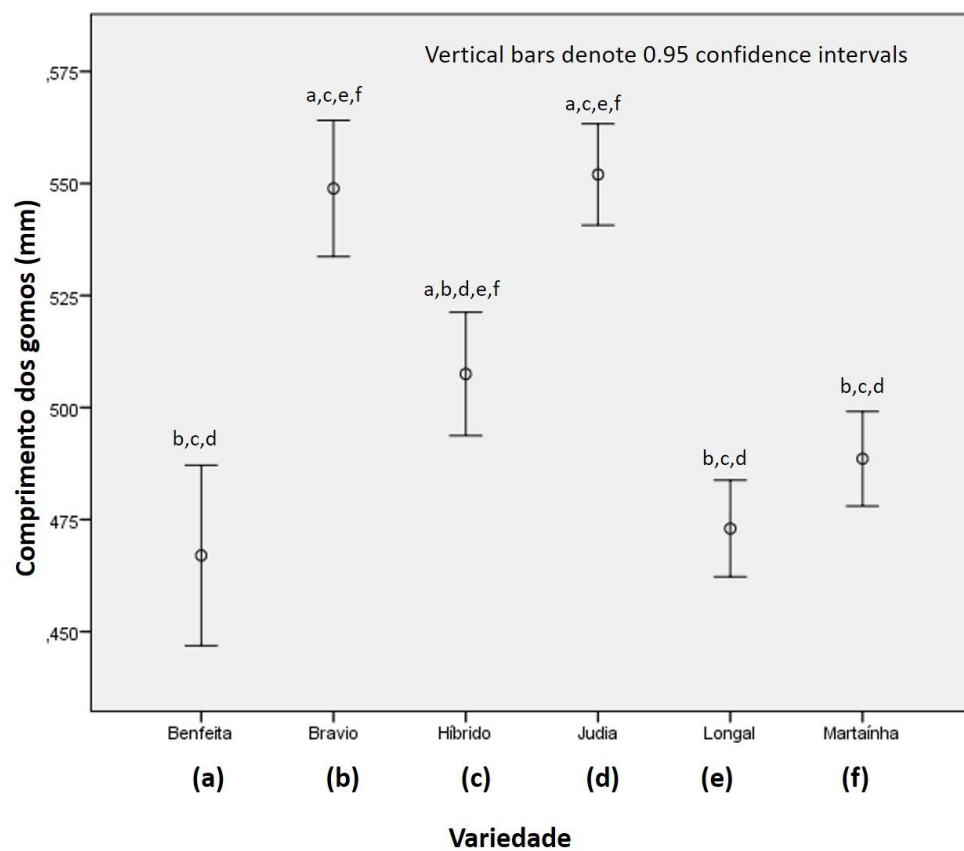


Figura 18-Relação entre o comprimento e as diferentes variedades. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ).

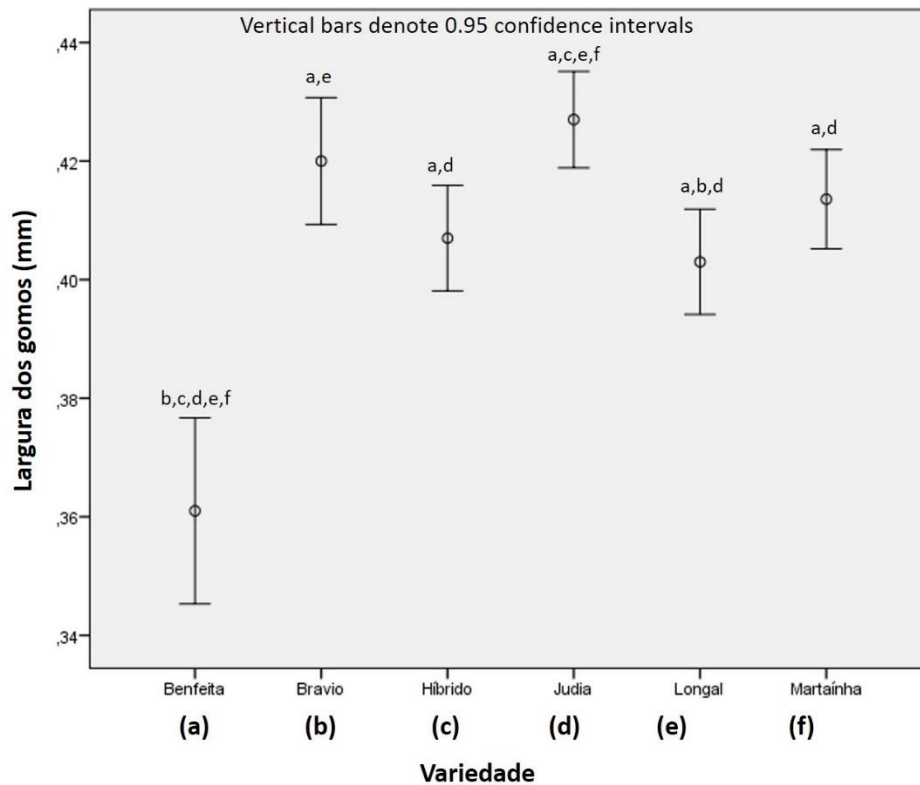


Figura 19- Relação entre a largura dos gomos e as diferentes variedades. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ).

#### 4.3.3 Em função das variedades comuns aos diferentes locais

Longal, Martainha e Judia são as únicas variedades do presente estudo que aparecem em mais que um local. Para os testes estatísticos foi atribuída uma letra a cada local, tal como se pode observar nas Figuras 21, 22 e 23. As diferenças significativas do ponto de vista estatístico aparecem no topo das barras com as letras associadas ao local.

- **Longal**

Em relação à variedade Longal, os dados seguiam os pressupostos da homogeneidade das variâncias e da normalidade, pelo que foi efetuado uma ANOVA, cujo resultado está indicado na Figura 21.

Esta cultivar está presente na Campeã e em Loureiro. De acordo com a Figura 21, verifica-se que as duas localidades diferem estatisticamente uma da outra. Neste caso, as dimensões dos

gomos variam consoante o local. Na Campeã os gomos apresentam maior comprimento, enquanto que em Loureiro apresentam maior largura.

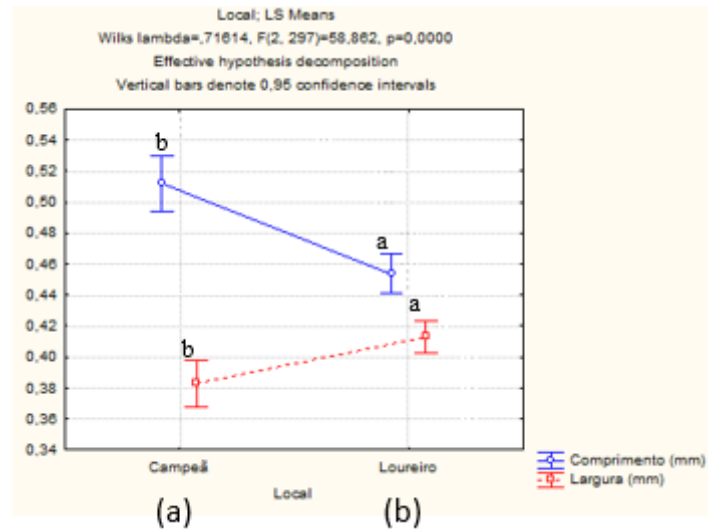


Figura 20- Gráfico de incertezas da relação entre as dimensões dos gomos e dos locais para a variedade Longal. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0,05$ ).

- **Martaínha**

Relativamente à Martaínha, os dados seguiam os pressupostos da homogeneidade das variâncias e da normalidade, pelo que foi efetuado uma ANOVA, cujo resultado está indicado na Figura 22.

Está presente em Loureiro e Sernancelhe. Para esta variedade, e como se pode observar na Figura 29, em relação ao comprimento não há diferenças significativas, no entanto, relativamente à largura, esta variedade difere estatisticamente nos dois locais.

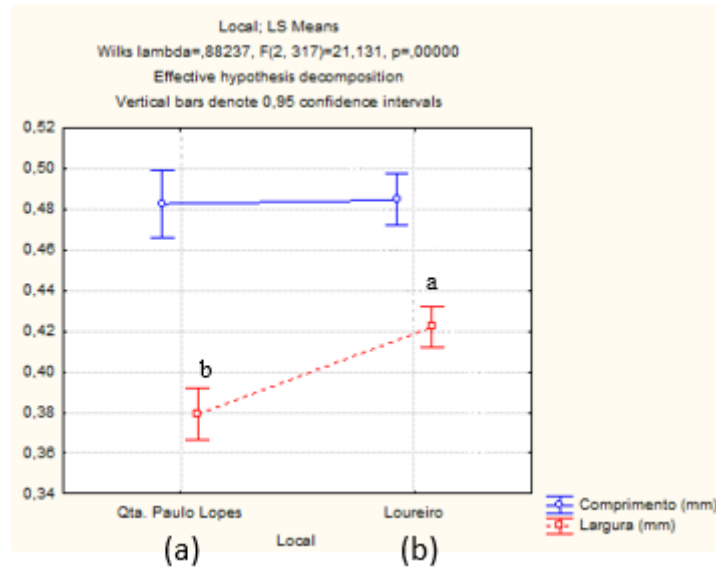


Figura 21- Gráfico de incertezas da relação entre as dimensões dos gomos e dos locais para a variedade Martafinha. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ).

- **Judia**

No que toca à variedade Judia, os dados seguiam os pressupostos da homogeneidade das variâncias e da normalidade, pelo que foi efetuado uma ANOVA, cujo resultado está indicado na Figura 23.

Esta variedade está presente em Loureiro, Carvas e Frutuoso. Como mostra a Figura 30 verifica-se que em relação ao comprimento dos gomos, Loureiro difere estatisticamente dos restantes locais e em Carvas e Frutuoso os gomos são muito semelhantes. Relativamente à largura, verifica-se que em Frutuoso difere estatisticamente dos restantes e que Loureiro e Carvas apresentam valores mais próximos.

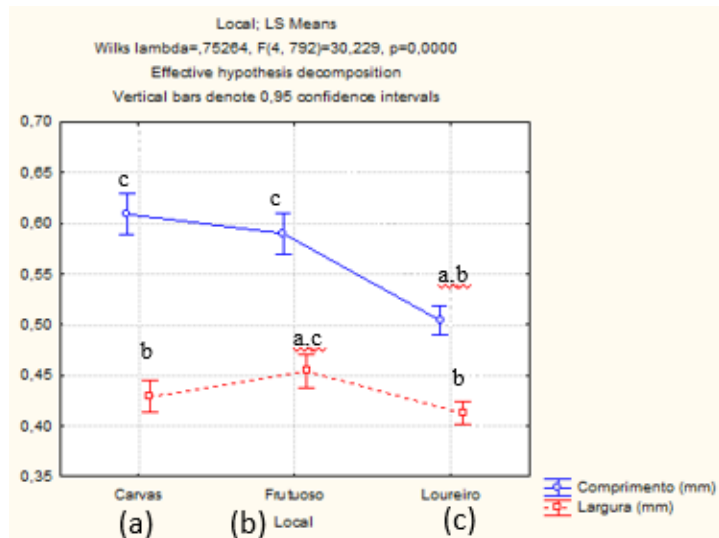


Figura 22- Gráfico de incertezas da relação entre as dimensões dos gomos e dos locais para a variedade Judia. As letras no topo da barra indicam diferenças significativas do ponto de vista estatístico ( $P < 0.05$ ).



## 5. Discussão de Resultados

Os resultados obtidos parecem indicar que o grau de infestação estará relacionado com o local e não com a variedade de castanha. Em relação ao ano de 2017 verificou-se que Baião é o local onde o grau de ataque pela vespa é maior, sendo Carvas e Campeã os dois locais onde o grau de ataque é menor. Relativamente a 2018, verificou-se que em Carvas e em Frutuoso o grau de ataque é muito menor. Sendo que em Loureiro a taxa de infestação é de 100%, independentemente da variedade. Estes resultados poderão ser explicados pelo ano de chegada da vespa a cada local em questão. Em Carvas e Frutuoso o aparecimento da vespa deu-se apenas em 2017, daí que o grau de infestação nestas zonas seja menor.

No respeitante às variedades de castanha, Judia foi a variedade que apresentou um menor grau de ataque e Bravio uma maior percentagem de ataque. Este facto poderá igualmente ser explicado pelo ano de chegada da vespa, uma vez em Carvas e Frutuoso apenas aparece a variedade Judia.

Em relação à dimensão dos gomos, verificou-se existirem diferenças significativas em relação ao comprimento e largura nas diferentes variedades de castanha. Essas diferenças foram verificadas nas variedades Benfeita e Judia. O grau de ataque não parece estar relacionado com as dimensões dos gomos, uma vez que a variedade Judia é a que apresenta maiores dimensões, no entanto, menor grau de ataque.



## 6. Considerações Finais

O castanheiro tem vindo a assumir um papel importante na economia do país, uma vez que fornece inúmeros bens e serviços como a madeira e fruto. No entanto, nos últimos anos em Portugal, a sua produtividade tem vindo a baixar. As alterações climáticas, principalmente no respeitante à temperatura e conteúdo hídrico do solo, parecem condicionar o seu desenvolvimento. Para além destes parâmetros ambientais, também as doenças e as pragas associadas ao castanheiro têm condicionado a sua produtividade, como é o caso da vespa das galhas dos castanheiros, sendo este inseto atualmente considerado umas das pragas mais prejudiciais para a espécie, em todo o mundo.

A presente dissertação teve como objetivo principal responder a duas grandes questões: se existe relação entre o grau de ataque e as diferentes variedades, por um lado, e se o grau de ataque está relacionado com os diferentes locais, por outro lado. Dentro das limitações do trabalho poder-se-á afirmar que os objetivos foram alcançados.

Uma vez que o desenvolvimento larvar da vespa e os sintomas da sua presença só começam a aparecer no final da primavera, e dado o limite de tempo para a elaboração da dissertação, não foi possível estudar todas as diferentes fases do ciclo de vida de *D. kuriphilus*. Seria, portanto, vantajoso, num trabalho futuro, dar continuidade a este tema, por forma a estudar-se e perceber-se melhor as diferentes etapas do seu ciclo biológico.

No campo foram também recolhidos dados acerca das dimensões das árvores e amostras de solo, no entanto, devido à falta de tempo, foi impossível tratar estes dados. Também em laboratório foi realizado o procedimento para os cortes histológicos dos gomos, no entanto uma vez que os gomos quando analisados já não se encontravam em bom estado, não foi possível obterem-se resultados.

Seria ainda interessante estudar as mesmas variedades de castanha nos diferentes locais de estudo, de maneira a fazer-se as comparações entre locais, para a mesma cultivar. Neste trabalho não se conseguiu fazer esse tipo de comparação, uma vez que só algumas variedades apareciam em mais do que um povoamento. Com mais tempo tal será, possivelmente, exequível.

Para terminar sugere-se ainda que se façam estudos mais pormenorizados sobre a diminuição da produtividade resultante do ataque pela vespa, vertente ainda pouco explorada no nosso país.



# Referências Bibliográficas

Aebi, A., Schönrogge, K., Melika, G., Alma, A., Bosio, G., Quacchia, A., Picciau, L., Abe, Y., Moriya, S., Yara, K., Seljak, G. e Stone, G.N. (2006). Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. In: Ozaki, K., Yukawa, J., Ohgushi, T. & Price, P.W. (Eds) *Galling arthropods and their associates; ecology and evolution*. Springer, Tokyo, pp. 103–122.

Anjos, M. R. A. F. (2003). Caracterização de populações de castanheiro (*Castanea* spp.) resistentes e suscetíveis à doença da tinta: uma abordagem polifásica. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Biológica. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

AREFLH (2012). Livre blanc de la châtaigne européenne. Assemblée des Régions Européennes Fruitières, Légumières et Horticoles. Bordeaux, 17 de setembro.

Barreira, J. C. M. (2010). Caracterização biológica, química e nutricional de *Castanea sativa* Miller e *Prunus dulcis* (Miller) D. A. Webb. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. Porto.

Bento, A., Cabanas, J., Rodrigues, M. e Pereira, J. (2005). Avaliação dos estragos provocados por pragas da castanha em Trás-os-Montes. IV Congresso Nacional de Entomologia Aplicada, X Jornadas Científicas de la S.E.E.A., I Jornadas Portuguesas de Entomologia Aplicada, 17 – 21 de outubro de 2005. Bragança, Portugal.

Bergougnoux, F., Verlhac, A., Breisch, H. e Chapa, J. (1978). Le Chataignier. Production et culture. Institut National de Vulgarisation Pour Les Fruits Légumes et Champignons. Comité National Interprofessionnel de La Chataigne et Du Marron. Nîmes.

Bounous, G. e Guarda, A. (2002). Origine e cenni storici. In: Bounous, G. (ed.). *Il Castagno. Coltura, ambiente ed utilizzazioni in Itália e nel mondo*. Edagricole, Bologna, pp.3-18.

Brio, M. B., Lancho, J. F. G. e Herrero, J. M. C. (1998). *El castaño*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.

Brito, D. (2013). Produção de novos porta-enxertos híbridos para castanheiro. Caracterização ecofisiológica da geração F1. Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Brito, D. C. D. (2013). Produção de novos porta-enxertos híbridos para castanheiro. Variação do teor de compostos fenólicos versus resistência à doença da tinta. Dissertação de Mestrado em Bioquímica. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Brussino, G., Bossio, G., Baudino, M., Giordano, R., Ramello, F. e Melika, G. (2002). Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. L'Informatore Agrario 37: 59-61.

Cardoso, J. F. e Pereira, M. P. (2007). Castanheiros. O castanheiro de fruto em Portugal. Programa Agro 499. Vila Real.

Coelho, M.T.P.P.G.R. (1999). Influência da concentração de CO<sub>2</sub> na aclimatização de plantas de castanheiro regeneradas IN VITRO. Dissertação de Mestrado em Melhoramento de Plantas. Universidade de Évora. Évora.

Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella e M. Torriani, D. (2004). The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. Veg Hist Archaeobot 13: 161-179.

Conedera, M., Manetti, M.G., Giudici, F. e Amorini E. (2004). Distribution and economic potential of the Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe. Ecologia Mediterrânea 30: 179-193.

Cooper, W. R. e Rieske, L. K. (2007) Community associates of an exotic gallmaker, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), in eastern North America. Ann Entomol Soc Am 100: 236–244.

Cooper, W. R. e Rieske, L. K. (2009) Woody stem galls interact with foliage to affect community associations. Environ Entomol 38: 417–424.

Costa, R., Ribeiro, C., Valdivieso, T. e Afonso, S. (2008). Variedades de castanha das regiões Centro e Norte de Portugal. Projeto Agro 448. Lisboa.

Coutinho, J. (1994). Pragas das castanhas em soutos com diferentes sistemas de manutenção do solo. Dissertação de Mestrado em Proteção Integrada. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Csoka, G., Wittmann, F. e Melika, G. (2009). The oriental sweet chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951) in Hungary. *Novenyvedelem* 45: 359-60.

DGAV (2014). Plano de ação nacional para controlo do inseto *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. Vespa das galhas do castanheiro. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Julho. Lisboa.

DGF (2001). Castanheiros resistentes à doença da tinta produzidos no CENASEF. Direção- Geral das Florestas. Lisboa.

Dinis, L. R. (2011). Castanheiros. Seleção clonal na variedade Judia. Dissertação de Doutoramento em Ciências Agronómicas e Florestais. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

EPPO (2005) *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bulletin, 35, 422–424.

FAOSTAT (2016); All data-series;( Obtido em Março de 2018 de [www.fao.org/faostat/en/#home](http://www.fao.org/faostat/en/#home)).

Fenaroli, L. (1945). Il castagno. Trattati di Agricoltura - Vol. I. Ramo Editoriale Degli Agricoltoti, Roma, 221 pp.

Ferreira, C. (2013). Polivalência do castanheiro. Boletim Informativo. Confraria da Castanha, Soutos da Lapa. Número 28, outubro-dezembro.

Forster, B., Castellazzi, T., Colombi, L., Furst, E., Marazzi, C., Meier, F., Tettamanti, G. e Moretti, G. (2009). First record of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu) (Hymenoptera, Cynipidae) in Southern Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 82: 271-9.

Gibbs M., Schönrogge K., Alma A., Melika G., Quacchia A., Stone. N. e Aebi. A. (2011). *Torymus sinensis*: a viable management option for the biological control of *Dryocosmus kuriphilus* in Europe? *BioControl*, 56: 527-538.

Gomes-Laranjo, J., Cardoso J. F., Portela, E. e Abreu, C. G. (2007). Castanheiros. Contributo para a difusão do conhecimento das cultivares portuguesas de castanheiro. Programa Agro 499. Vila Real.

Gouveia, M. E. M. (2004). Métodos moleculares na identificação, caracterização e deteção de *Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman e *Phytophthora cinnamomi* Rands associadas com a doença da tinta do castanheiro. Dissertação de Doutoramento em Ciências Agronómicas/Proteção de Plantas. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

GPP (2007). Castanha. Gabinete de Planeamento e Políticas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.

Kato, K. e Hijii, N. (1997) Effects of gall formation by *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) on the growth of chestnut trees. J Appl Entomol 121: 9–15.

Knapic, V., Seljak, G. e Kolsek, M. (2009). Eradication campaign against oriental chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* in Slovenia. Proceedings of the EPPO Workshop on eradication, containment and contingency planning, pp. 20-2. (European Plant Protection Organization, Nova Gorica, Slovenia).

Lang, P., Dane, F. e Kubisiak, T. (2006). Tree Genetics & Genomes, 2: 132–139.

Loureiro, A. M. (1994). Apontamentos de Silvicultura Especial. Série Didáctica – Ciências Aplicadas; 39. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Louzano, L. F. D. S. (2000). Caracterização de cultivares autóctones de castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) da região da Beira Interior Norte, a partir de parâmetros de natureza quantitativa e qualitativa. Relatório Final de Estágio, Licenciatura em Engenharia Florestal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Maltoni, A., Mariotti, B. e Tani, A. (in press) Case study of a new method for the classification and analysis of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu damage to young chestnut sprouts. iForest. Biogeosciences For. doi:10.3832/ifor0598-008.

Martins, A. (2004). Micorrização controlada de *Castanea sativa* Mill.: aspetos fisiológicos da micorrização in vitro e ex vitro. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Lisboa.

Matos, A., Pato, L. e Gerry, C. (2001). Constrangimentos à valorização de produtos agrícolas tradicionais: o caso da castanha de Vinhais. Tema: Território, Agricultura e Desenvolvimento. J. Portela (Coord.). 1º Congresso de Estudos Rurais. [Editado em CD-ROM]. UTAD/DES. Vila Real, pp. 1-16.

Matosevic, D., Pernek, M. e Hrasovec, B. (2010). First record of oriental chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*) in Croatia Sumarski List 134: 497-502.

Monteiro, M. (2010) Trás-os-Montes um lugar de castanheiros. In: Florestas de Portugal, DGF, Lisboa, pp. 35-42.

Morandini, R. (1979). Mini-Monograph on *Castanea sativa*. Technical Consultation on Fast-Growing Plantation Broadleaved Trees for Mediterranean and Tempera.

Moriya, S., Inoue, K., Otake, A., Shiga, M. e Mabuchi, M. (1989) Decline of the chestnut gall wasp population, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) after the establishment of *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae). Appl Entomol Zool 24: 231–23.

Moriya, S., Shiga, M. e Adachi, I. (2002) Classical biological control of the chestnut gall wasp in Japan. In: Proceedings of the 1st International Symposium on biological control of arthropods, pp 407-415. URL: [http://www.invasiveforestinsectandweedbiocontrol.info/international\\_symposium/day5\\_pdf/moriya.pdf](http://www.invasiveforestinsectandweedbiocontrol.info/international_symposium/day5_pdf/moriya.pdf) (10 January 2014).

Novais, N., Lourença C., Ferreira A. e Resende L. (2010). Castanha - uma semente que também germina para a evolução. Desenvolvimento Rural. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Oho, N. e Shimura, I. (1970) Process of study on *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) and several problems about recent infestation. Shokubutsu Boeki (Plant Prot) 24: 421–427 (in Japanese).

Patrício, M. S., Nunes L. F. e Monteiro M. L. (2009). Avaliação de plantações de *Castanea sativa* instaladas ao abrigo dos programas comunitários no distrito de Bragança. 6º CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL. Ponta Delgada, 6-9 outubro.

Pereira, J., Sequeira, C., Castro, L., Cardoso, J. e Fernandes, A. (1992). Estudo sobre a composição química e valor nutritivo da castanha, visando a sua transformação agro-industrial. PEDIP – Relatório Final de Actividades. UTAD. Vila Real.

Piao, C. e Moriya, S. (1999). Oviposition of *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) under natural conditions. Entomol. Sci, 2: 329-334.

Pujade-Villar, J., Torrell, A. e Rojo, M. (2013). Primeres troballes a la península Ibèrica de *Dryocosmus kuriphilus* (Hym., Cynipidae), una espècie de cinípid d'origen asiàtic altament perillosa per al castanyer (Fagaceae). Orsis 24: 295-301.

Quacchia, A. (2015). *Torymus sinensis*. Green Wood Service Srl. Folheto com instruções de conservação e largada de *Torymus sinensis*. Itália.

Rádocz, L., Szilágyi, A., Nagy, M., Kovács, G. e Melika, G. (2015). Asian sweet chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) first record for Romania. North-Western *Journal of zoology* 12: 210-204.

Santos, I.S.N. (2011). Avaliação do potencial antioxidante dos compostos fenólicos de extratos de plantas da flora portuguesa. Trabalho de Licenciatura. Universidade Fernando Pessoa. Faculdade de Ciências da Saúde. Porto.

Serrano, J. (2000). Produção de qualidade e problemas fitossanitários no castanheiro. Seminário Inter-Regional e Transfronteiriço Sobre o Castanheiro. Bragança.

Serrano, J. F., Fernández, P. J., Rodríguez, J. A., Gutiérrez, F. J. e Martínez, P. M. (2001). El castaño manual y guía didáctica. León.

Teixeira, R. (2011). Cinípídeo dos castanheiros. Boletim técnico. Instituto Nacional de Recursos Biológicos. Unidade de Investigação de Protecção de Plantas. Oeiras.

Viggiani, G. e Nugnes, F. (2010) Description of the larval stages of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), with notes on their phenology. Journal of Entomology Acarology Research, Series II, 42: 39–45.

## Anexos

### Anexo A- Dados de gomos de 2017- Percentagem de ataque.

Em função dos gomos totais

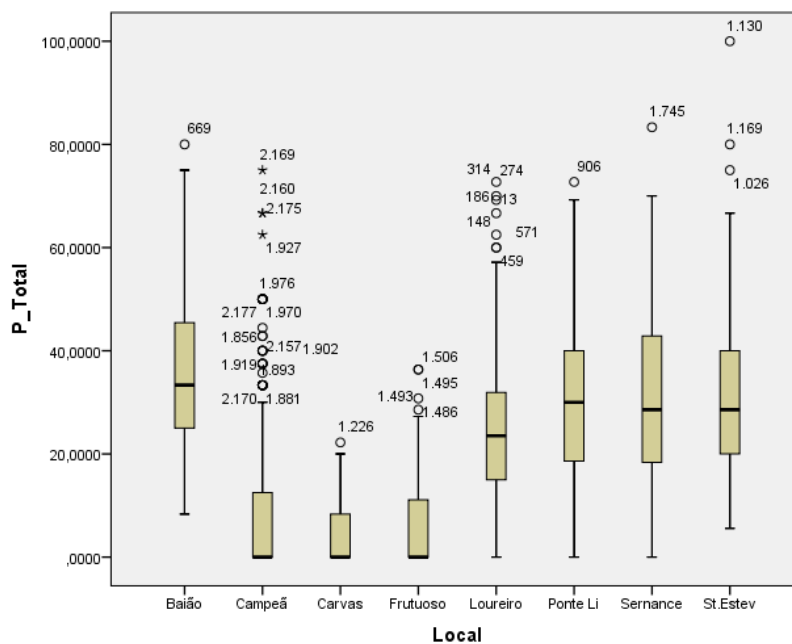


Figura 23- Boxplot referente à percentagem dos gomos totais em função do local.

Em função dos gomos rebentados

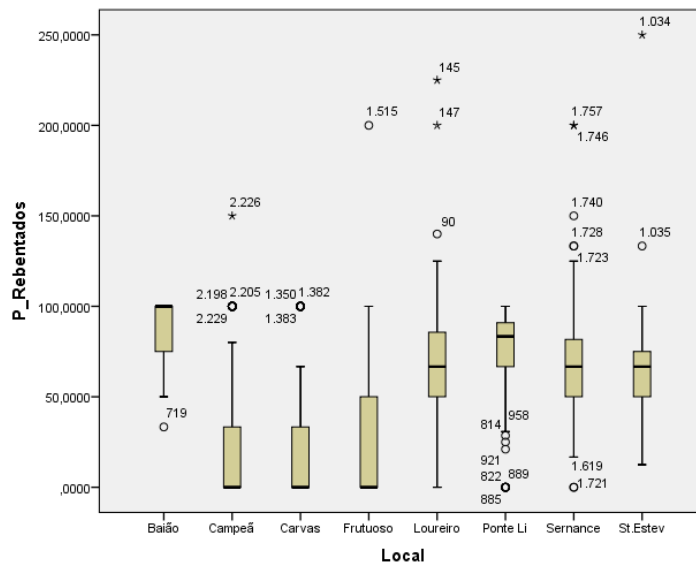


Figura 24- Boxplot referente à percentagem de gomos rebentados em função dos locais.

## Anexo B- Dados de gomos de 2018- Percentagem de ataque

Em função dos Locais

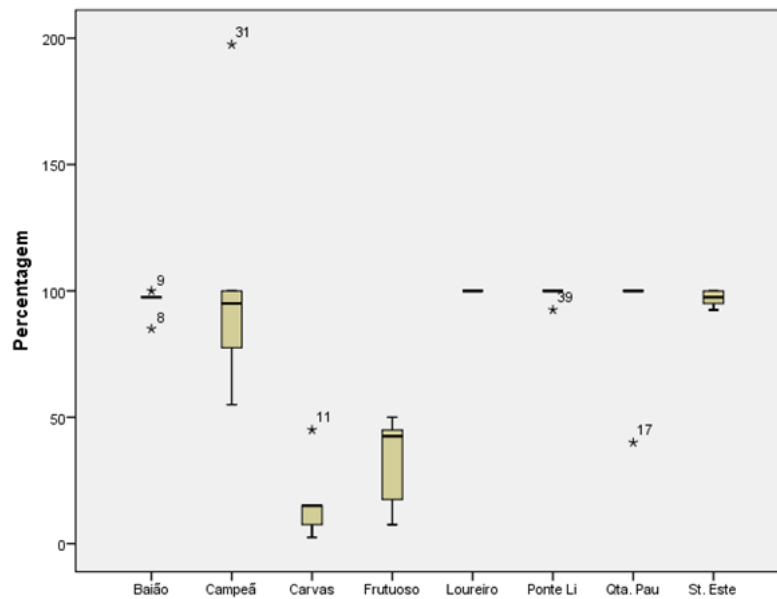


Figura 25- Boxplot referente à percentagem de ataque em função dos locais.

Em função das Variedades

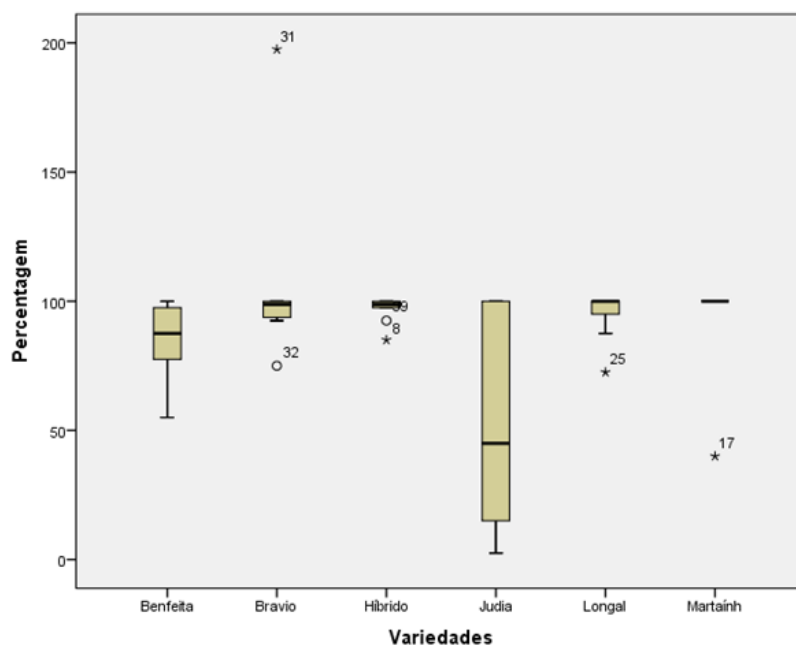


Figura 26- Boxplot referente à percentagem de ataque em função das variedades.

## Anexo C- Dimensão dos gomos

Em função dos locais

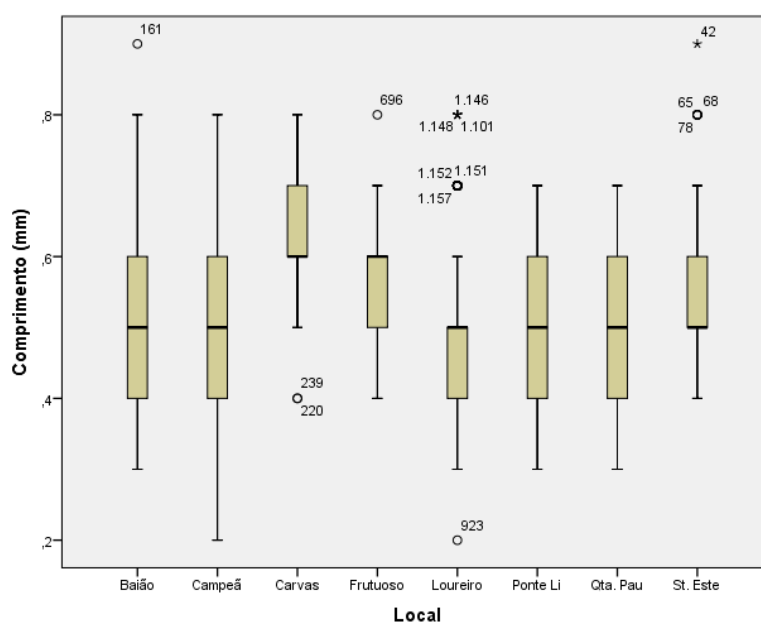


Figura 27- Boxplot em relação ao comprimento em função dos locais.

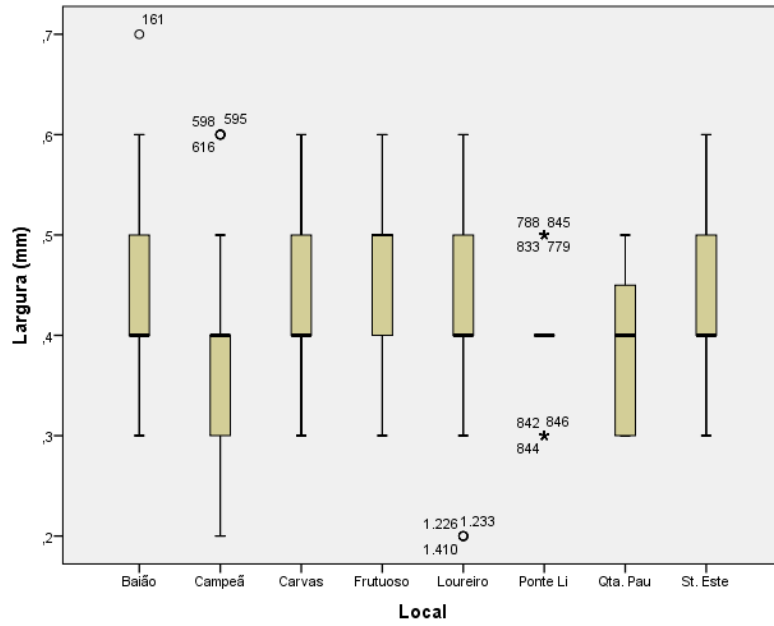


Figura 28- Boxplot em relação à largura em função dos locais.

Em função das variedades

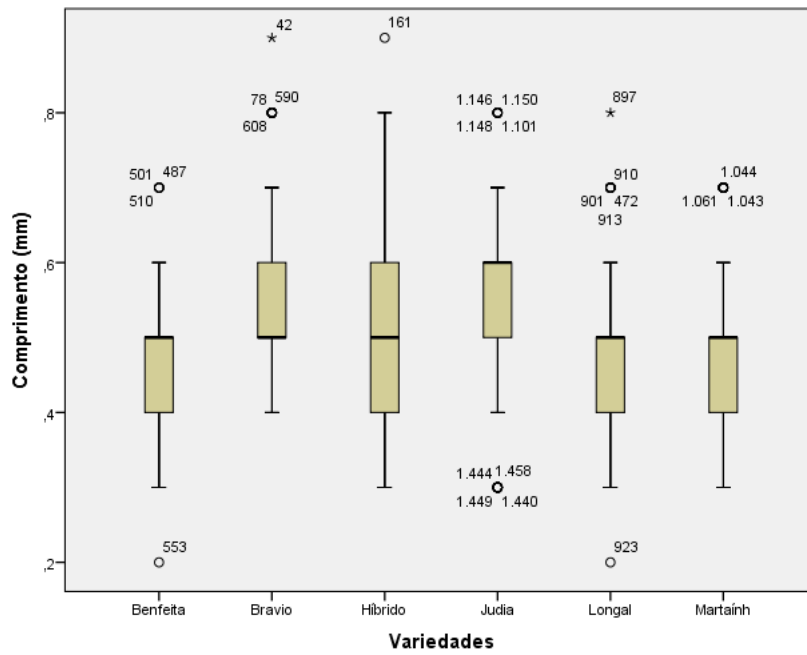


Figura 29- Boxplot referente ao comprimento em função das variedades.

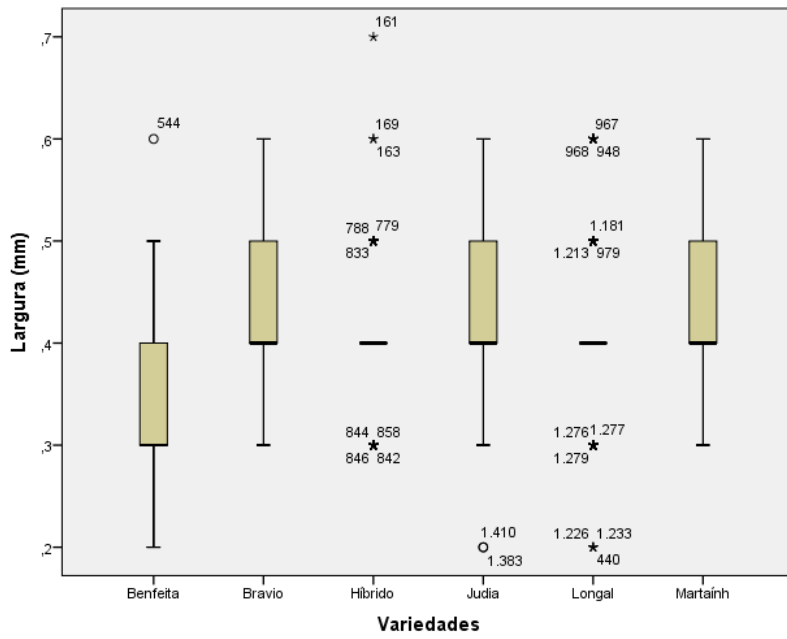


Figura 30- Boxplot referente à largura em função das variedades.