

# **Cobrilha-da-cortiça: sintomas e danos associados à sua presença em povoamentos de sobreiro em Trás-os- Montes.**

**Leonardo Tozzetti Alves**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de  
Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de  
Recursos Florestais.*

Orientado por

**Isabel Cristina de Sousa Rodrigues**

**José Alberto Cardoso Pereira**

**Bragança  
2024**

*“Palavra puxa palavra, uma idéia traz outra, e assim se faz um livro, um governo, ou uma revolução, alguns dizem mesmo que assim é que a natureza compôs as suas espécies.”*

Machado de Assis, escritor

## **Agradecimentos**

A conclusão desta dissertação representa um marco importante na minha vida acadêmica, e gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para este momento tão significativo.

Primeiramente, agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, pelo apoio incondicional, paciência e incentivo constante nas minhas decisões da vida. Sem o amor e o suporte deles, este caminho teria sido muito mais difícil.

Aos meus amigos, que me proporcionaram um alicerce inabalável de apoio emocional, sou eternamente grato. Vocês foram fundamentais durante toda a minha trajetória acadêmica. Agradeço por cada conversa motivadora e desabafo compartilhado, por cada momento de descontração e pelas inúmeras risadas que aliviaram a tensão nos momentos mais difíceis.

Aos amigos que estiveram presentes nos momentos de celebração e nas horas de necessidade, sou imensamente grato. Cada um de vocês contribuiu de maneira única para minha jornada, oferecendo conselhos sábios, palavras de encorajamento e, muitas vezes, apenas sua presença confortante. Aos amigos que compartilharam suas próprias experiências e desafios acadêmicos, criando uma rede de apoio e compreensão mútua, meu sincero agradecimento.

Meu sincero agradecimento à minha orientadora, Isabel Cristina de Sousa Rodrigues, pela orientação e dedicação. Sua paciência e as valiosas sugestões foram fundamentais para enriquecer este trabalho. Ao meu coorientador, José Alberto Cardoso Pereira, agradeço profundamente pela colaboração, insights e suporte ao longo deste percurso.

Agradeço também aos professores e colegas do programa de pós-graduação, cujas contribuições, através de discussões acadêmicas, feedback construtivo e sugestões, foram imprescindíveis para a realização deste trabalho. A troca de conhecimentos e experiências com vocês ampliou minha visão e enriqueceu meu aprendizado.

Não posso deixar de expressar minha gratidão aos participantes e colaboradores desta pesquisa, que dedicaram seu tempo e compartilharam suas experiências, fornecendo dados valiosos que possibilitaram a concretização deste estudo. Suas contribuições foram essenciais para os resultados alcançados.

Agradeço ainda às instituições e órgãos de fomento que forneceram suporte financeiro e recursos necessários para a realização desta pesquisa. Seu investimento na

ciência e na educação possibilita que trabalhos como este sejam desenvolvidos e contribuam para o avanço do conhecimento.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, seja através das atividades práticas, discussões, sugestões ou simples gestos de apoio. Este trabalho é, em grande parte, resultado das contribuições de cada um de vocês. Sua influência e apoio foram cruciais para a minha jornada acadêmica.

Muito obrigado a todos!

# Índice

|   |    |
|---|----|
| Resumo .....  | x  |
| Abstract.....   | xi |
| 1. Introdução e Objetivos .....                                   | 13 |
| 2. Revisão bibliográfica.....                                     | 16 |
| 1.1. O sobreiro .....   | 16 |
| 1.1.1. <i>Importância econômica do sobreiro em Portugal</i> ..... | 18 |
| 1.1.1. <i>Pragas do sobreiro</i> .....                            | 19 |
| 1.2. Cobrilha-da-cortiça ( <i>Coroebus undatus</i> ) .....        | 20 |
| 1.2.1. <i>Taxonomia</i> .....                                     | 20 |
| 1.2.2. <i>Morfologia</i> .....                                    | 21 |
| 1.2.3. <i>Ciclo de vida</i> .....                                 | 24 |
| 1.2.4. <i>Distribuição e ocorrência</i> .....                     | 25 |
| 1.2.5. <i>Danos e sintomas</i> .....                              | 26 |
| 2. Materiais e Métodos .....                                      | 29 |
| 2.1. Área de estudo .....   | 29 |
| 2.2. Métodos de amostragem .....                                  | 29 |
| 2.2.1. <i>Georreferenciamento</i> .....                           | 30 |
| 2.2.2. <i>Galerias</i> .....                                      | 31 |
| 2.2.3. <i>Diâmetro</i> .....                                      | 33 |
| 2.2.4. <i>Espécies arbóreas dominantes</i> .....                  | 33 |
| 2.2.5. <i>Tipo do coberto</i> .....                               | 33 |
| 2.3. Análise estatística .....                                    | 34 |
| 3. Resultados.....  | 37 |
| 4. Discussão .....  | 45 |

|   |    |
|---|----|
| 5. Conclusão e perspectivas futuras ..... | 49 |
| 6. Referências bibliográficas .....       | 51 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Distribuição de <i>Quercus suber</i> L. (Fonte: Vessella et al., 2017).....  | 16 |
| <b>Figura 2.</b> Exemplo de um povoamento de <i>Quercus suber</i> L.....  | 17 |
| <b>Figura 3.</b> Pormenor da casca espessa e suberosa, conhecida como cortiça.....  | 18 |
| <b>Figura 4.</b> Imagem ampliada da larva de <i>Coroebus undatus</i> . <b>Fonte:</b> Pedro Naves, 2023.....   | 22 |
| <b>Figura 5.</b> Galerias feitas por <i>Coroebus undatus</i> . <b>Fonte:</b> Juanma Miranda, 2020.....  | 22 |
| <b>Figura 6.</b> (A) Exemplificação da câmara pupal de <i>Coroebus undatus</i> . <b>Fonte:</b> Conceição Santos Silva, 2021. (B) Emergência do adulto de <i>Coroebus undatus</i> . <b>Fonte:</b> Raúl Lanzo Palacios, 2013..... | 23 |
| <b>Figura 7.</b> Inseto adulto de <i>Coroebus undatus</i> . <b>Fonte:</b> Pedro naves, 2023.....  | 24 |
| <b>Figura 8.</b> Exemplificação do ciclo biológico de <i>Coroebus undatus</i> . <b>Fonte:</b> UNAC, 2023.....   | 25 |
| <b>Figura 9.</b> (A) Galerias feitas por <i>Coroebus undatus</i> no tronco de <i>Quercus suber</i> (B) Galeria feitas por <i>Coroebus undatus</i> na cortiça.....   | 26 |
| <b>Figura 10.</b> Dispersão dos sobreiros amostrados.....   | 31 |
| <b>Figura 11.</b> (A) Marcação das galerias da cobrilha-da-cortiça. (B) Galerias da cobrilha-da-cortiça com as marcações.....   | 32 |
| <b>Figura 12.</b> Medição do comprimento das galerias de cobrilha-da-cortiça.....   | 32 |

**Figura 13.** (A) sobreiros identificados com a presença de galerias de cobrilha-da-cortiça; (B) sobreiros identificados sem a presença de galerias de cobrilha-da-cortiça.....38

**Figura 14.** Resposta da cobrilha-da cortiça a (A) altitude, (B) Latitude, (C) Diâmetro do tronco do sobreiro e (D) tipo de vegetação (arbustivo, herbáceo ou sem vegetação)..... 41

**Figura 15-** Distribuição das galerias de cobrilha-da-cortiça (Media  $\pm$  Erro Padrão) em relação aos pontos cardeais..... 42

## Índice de Quadros

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1.</b> Sistemática da árvore taxonómica de <i>Coroebus undatus</i> (Fabricius, 1787).<br><b>Fonte:</b> GBIF, 2023..... | 20 |
| <b>Quadro 2.</b> Resultados do modelo com base em variáveis geográficas e características da<br>vegetação.....                   | 40 |
| <b>Quadro 3.</b> Galerias por sobreiro e comprimento (cm) das cobrilha-da-cortiça.....   | 42 |
| <b>Quadro 4.</b> Distribuição das galerias de cobrilha-da-cortiça de acordo com a altura no<br>tronco descortiçado.....          | 43 |

## Resumo

*Quercus suber*, conhecido como sobreiro, é uma espécie arbórea de alta importância para a economia de Portugal. Este país é o maior produtor mundial de cortiça, material derivado da casca espessa e suberosa do sobreiro, utilizada em produtos como rolhas de vinho, isolamentos acústicos e térmicos. A produção de cortiça sustenta milhares de empregos e gera receitas significativas através das exportações, destacando-se por sua sustentabilidade. No entanto, o sobreiro enfrenta ameaças de pragas, especialmente a cobrilha-da-cortiça (*Coroebus undatus*). Em seu estado larval, este inseto desenvolve-se na camada suberífera da casca, criando galerias que comprometem a qualidade da cortiça e enfraquecem a árvore. A infestação por cobrilha-da-cortiça representa um desafio significativo para os produtores, necessitando de estratégias eficazes de controlo e monitoramento. O presente estudo teve como objetivo realizar um inventário dos sobreiros na região de Trás-os-Montes, em Portugal, para entender melhor os hábitos e a ocorrência da cobrilha-da-cortiça. Foram amostrados 477 sobreiros, distribuídos aleatoriamente na região de Trás-os-Montes. Cada árvore foi georreferenciada, e diversos parâmetros foram registados, incluindo a presença de galerias da cobrilha-da-cortiça, o número de galerias em cada posição cardinal e altura no tronco, o comprimento das galerias, o diâmetro do tronco, a dominância do sobreiro no povoamento, o tipo de cobertura vegetal e o estado sanitário da árvore. Os resultados mostraram que a ocorrência da cobrilha-da-cortiça está correlacionada com latitude, diâmetro do tronco e tipo de vegetação de cobertura. A infestação foi mais frequente em áreas de maior latitude e em árvores com maior diâmetro. Certos tipos de coberto vegetal também favoreceram a proliferação do inseto. Concluiu-se que fatores como latitude e diâmetro das árvores são cruciais na avaliação e manejo de povoamentos de sobreiros. Esses insights podem ajudar a implementar medidas preventivas mais eficazes, melhorando o manejo integrado de pragas e a sustentabilidade da produção de cortiça. O estudo destaca a importância de continuar a pesquisa sobre a cobrilha-da-cortiça para desenvolver novas estratégias de controlo e minimizar seu impacto econômico e ecológico.

**Palavras-chave:** cobrilha-da-cortiça; sobreiro; cortiça; galerias; larva.

## Abstract

*Quercus suber*, known as the cork oak, is a tree species of high economic importance to Portugal. This country is the world's largest producer of cork, a material derived from the thick, suberous bark of the cork oak, used in products such as wine stoppers, acoustic and thermal insulation. Cork production supports thousands of jobs and generates significant revenue through exports, standing out for its sustainability. However, the cork oak faces threats from pests, particularly the cork oak borer (*Coroebus undatus*). In its larval state, this insect develops in the suberous layer of the bark, creating galleries that compromise the quality of the cork and weaken the tree. Infestation by the cork oak borer represents a significant challenge for producers, necessitating effective control and monitoring strategies. The present study aimed to inventory the cork oaks in the Trás-os-Montes region of Portugal to better understand the habits and occurrence of the cork oak borer. A total of 477 cork oaks were sampled, randomly distributed in the Trás-os-Montes region. Each tree was georeferenced, and various parameters were recorded, including the presence of cork oak borer galleries, the number of galleries at each cardinal position and height on the trunk, the length of the galleries, trunk diameter, the dominance of the cork oak in the stand, the type of vegetation cover, and the sanitary condition of the tree. The results showed that the occurrence of the cork oak borer is correlated with latitude, trunk diameter, and type of vegetation cover. Infestation was more frequent in areas of higher latitude and in trees with larger diameters. Certain types of vegetation cover also favored the proliferation of the insect. It was concluded that factors such as latitude and tree diameter are crucial in the assessment and management of cork oak stands. These insights can help implement more effective preventive measures, improving integrated pest management and the sustainability of cork production. The study highlights the importance of continuing research on the cork oak borer to develop new control strategies and minimize its economic and ecological impact.

**Keywords:** Cork oak borer; Cork oak; cork; galleries; larva.

A photograph of a cork oak tree in a field. The tree's trunk and branches are covered in a thick, reddish-brown layer of harvested cork bark. The background shows a field of dry, golden grass and other trees under a clear blue sky. The text "Introdução e Objetivos" is overlaid in white on the right side of the image.

# Introdução e Objetivos

## 1. Introdução e Objetivos

O sobreiro (*Quercus suber* L.) é uma espécie de carvalho nativa das regiões mediterrâneas, amplamente distribuída em áreas como a Península Ibérica, o sul da França, partes da Itália, e o norte da África (Pausas, 1997; Pinto-Correia & Vos, 2004). Em Portugal, esta árvore possui uma importância econômica, cultural e ecológica significativa, especialmente nas regiões do Alentejo e Algarve (Costa et al., 2011; Paulo et al., 2017).

O sobreiro pode atingir entre 15 e 20 metros de altura e viver por vários séculos, adaptando-se bem a solos calcíficos e climas quentes e secos. Esta adaptação torna o sobreiro uma espécie fundamental em ecossistemas mediterrâneos, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a estabilidade dos solos, além de desempenhar um papel crucial na prevenção da desertificação (Aronson et al., 2009).

A cortiça, a casca espessa e suberosa do sobreiro, é colhida periodicamente sem danificar a árvore, sendo utilizada em uma variedade de produtos como rolhas de vinho, isolamentos acústicos e térmicos, e revestimentos de piso (Pereira, 2007). Este processo de extração, conhecido como descortiçamento, é realizado a cada nove anos e permite que a árvore continue a crescer e regenerar sua casca, tornando a produção de cortiça uma atividade sustentável. A produção de cortiça é uma indústria vital para Portugal, gerando emprego e receitas significativas através das exportações (Pereira, 2015).

Portugal é responsável por cerca de 50% da produção mundial de cortiça, exportando para diversos países e contribuindo significativamente para a economia nacional. Este setor exemplifica a integração entre economia e sustentabilidade, já que a produção de cortiça ajuda a conservar os montados, sistemas agroflorestais característicos do sudoeste da Península Ibérica, que combinam a produção de cortiça com a agricultura e a pecuária extensiva (Silva et al., 2005).

Entretanto, o sobreiro assim como outras plantas, enfrenta diversas ameaças, como pragas e doenças. A cobrilha-da-cortiça (*Coroebus undatus* (Fabricius, 1787).), que compromete a qualidade da cortiça ao escavar galerias na casca (Tiberi et al., 2016). A cobrilha-da-cortiça é uma praga importante da cortiça e que muito contribui para a sua desvalorização, sendo o principal agente na redução da qualidade deste material. Atualmente, é considerada uma das pragas mais importantes e preocupantes nos sobreiros da Península Ibérica. As extensas galerias formadas pelas larvas ao longo do tronco e ramos têm um efeito drástico na produção e qualidade da cortiça. Em Trás-os-Montes, o

conhecimento sobre a incidência e bioecologia desta praga é inexistente o que dificulta a aplicação de medidas de proteção contra este coleóptero. Por tal, o principal objetivo deste trabalho é mapear analisar os potenciais fatores que influenciam a sua insciência e avaliar os sintomas e danos associados á cobrilha-da-cortiça em povoamentos de sobreiros em Trás-os-Montes.

O objetivo principal será alcançado através do cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

- i) Analise da distribuição e incidência da cobrilha-da-cortiça em povoamentos de sobreiros em Trás-os-Montes;
- ii) Avaliar o efeito da altitude, longitude, latitude, diâmetro do tronco e o tipo de coberto vegetal na incidência da cobrilha-da-cortiça;
- iii) Avaliação de galerias e comprimento em cada posição cardinal assim como a sua altura no tronco.

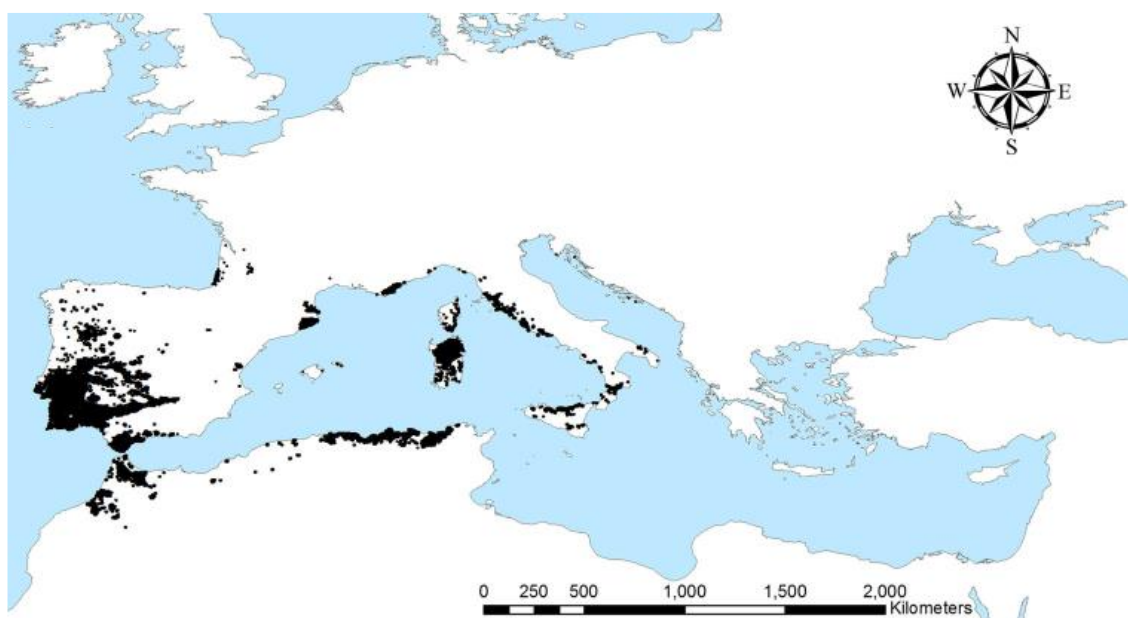
A large, ancient tree with a thick, reddish-brown trunk and dense green foliage, standing in a grassy field under a blue sky. The tree's trunk is gnarled and has a distinct reddish-brown hue, possibly indicating a species like cork oak. The canopy is lush and green, filling much of the upper frame. The background shows a rolling landscape with more trees and a clear blue sky.

# Revisão bibliográfica

## 2. Revisão bibliográfica

### 1.1. O sobreiro

*Quercus suber* comumente conhecido como sobreiro, é uma espécie de carvalho nativa das regiões do Mediterrâneo, predominantemente encontrada em países como Portugal, Espanha, França, Itália e norte da África (Figura 1) (Alves, 2017; Kim et al., 2017). A produção de sobreiro em Portugal desempenha um papel importante na economia, cultura e ecossistemas do país, com vastas áreas de sobreiros, especialmente nas regiões do Alentejo e Algarve (Eriksson et al., 2017; Faísca, 2020).



**Figura 1.** Distribuição de *Quercus suber* L. (Fonte: Vessella et al., 2017).

O sobreiro é uma árvore de porte médio, com uma altura média entre 15 e 20 m, que prospera em solos calcíficos e adapta-se a climas quentes e secos (Gil, 2008). A sua taxa de crescimento é moderada, compensada pela notável longevidade de algumas árvores que podem viver por séculos (Figura 2) (Slavova, & Doneva, 2023). Adicionalmente, o sobreiro apresenta características botânicas interessantes, como a sua folhagem coriácea, oval, com margens dentadas, distribuindo-se de forma alternada ao longo dos ramos e perenifolia (De Assunção Pinto, 2023).



**Figura 2.** Exemplo de um povoamento de *Quercus suber* L.

As flores do sobreiro são pequenas e agrupadas em inflorescências chamadas de amentos, é uma espécie monoica, abrigo flores masculinas e femininas em uma mesma árvore. Os frutos, denominadas de “glandes”, “landes” ou “bolotas”, são pequenos, arredondados e envolvidos por uma cúpula protetora, com a maturação no outono, onde estas são liberadas para germinação (Merouani & Pereira, 2014; Lobo Do Vale et al., 2019).

No entanto, o sobreiro é destacado pela sua casca espessa e suberosa, conhecida como cortiça (Figura 3), que é regenerada após a colheita (Diaz-Maroto, 2020). A cortiça é colhida periodicamente sem prejudicar a árvore e é posteriormente usada na indústria, para a produção de material versátil, como rolhas de vinho, isolamento acústico e térmico, revestimentos de piso e até mesmo acessórios de moda (Ghazi, 2024).

Além de seu valor econômico, o sobreiro desempenha um papel crucial nos ecossistemas locais, fornecendo habitat para diversas espécies e contribuindo para a conservação da biodiversidade. Sua resistência a condições climáticas adversas e sua longa vida o tornam uma presença notável nas paisagens mediterrâneas (De Matos, 2022). O uso sustentável dessa espécie exemplifica a harmonia possível entre a atividade humana e a preservação ambiental, destacando a importância da gestão consciente dos recursos naturais (Mota et al., 2022).



**Figura 3.** Pormenor da casca espessa e suberosa, conhecida como cortiça.

### ***1.1.1. Importância econômica do sobreiro em Portugal***

Portugal, o maior produtor mundial de cortiça, possui um clima de verões quentes e secos que favorece o crescimento saudável do sobreiro (ICNF, 2019; Chepurna, 2022). A produção de cortiça é uma tradição cultural transmitida de geração em geração, refletindo a profunda ligação entre as comunidades locais e a terra.

A indústria da cortiça é uma componente crucial da economia portuguesa, destacando-se pela produção de diversos produtos, como rolhas de vinho, revestimentos de piso, isolamentos e artigos de moda (Apcor, 2020). Esta indústria representa uma significativa fonte de rendimento para o país, gerando milhares de empregos diretos e indiretos, especialmente em regiões rurais, onde a atividade é um pilar essencial para o desenvolvimento local e a fixação das populações. A importância econômica do sobreiro é evidente nas exportações de cortiça, que constituem uma das maiores fontes de receita de Portugal (Apcor, 2020).

A extração da cortiça é realizada de forma sustentável, com práticas rigorosamente monitoradas para garantir que a árvore não seja prejudicada, permitindo a regeneração da casca e preservando a saúde dos bosques de sobreiros (Paulo, 2021). Esta

abordagem sustentável protege o meio ambiente e assegura a longevidade da indústria, permitindo uma colheita cíclica que se repete a cada nove anos. Além disso, o setor da cortiça representa um exemplo de como a economia pode ser aliada à sustentabilidade, oferecendo produtos de alta qualidade com baixo impacto ambiental.

Além do impacto económico, os bosques de sobreiros desempenham um papel fundamental na conservação da biodiversidade, proporcionando habitats ricos para diversas espécies de flora e fauna (Catalão, 2024). A qualidade reconhecida globalmente da cortiça produzida em Portugal posiciona o país como líder na exportação de produtos derivados. A indústria da cortiça, além de contribuir significativamente para a balança comercial, é um modelo de produção sustentável e de respeito pela natureza (Coelho, 2021).

### **1.1.1. Pragas do sobreiro**

O sobreiro é suscetível ao ataque de diversas pragas ao longo de seu ciclo de vida (De Matos, 2022). Entre elas podemos destacar a Formiga-da-cortiça, *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1792) (Hymenoptera: Formicidae), o Plátipo *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Curculionidae) e a cobrilha-da-cortiça *C. undatus* (Coleoptera: Buprestidae) (Carvalho, 2022; Inácio et al., 2022).

A Formiga-da-cortiça, é conhecida por seu comportamento agressivo e pela coloração preta com uma mancha avermelhada no abdômen. Estas formigas constroem ninhos nas cavidades da casca do sobreiro, facilitando a entrada de outras pragas e patógenos, e causando danos mecânicos que comprometem a integridade da cortiça (Bordadágua, 2013).

O Plátipo, é um coleóptero que perfura a madeira do sobreiro para depositar seus ovos. As larvas escavam galerias no tecido lenhoso, enfraquecendo a estrutura da árvore e facilitando infecções por fungos e outros patógenos. Este inseto é comum em florestas de carvalhos na Europa e norte da África (Nones et al., 2022).

A cobrilha-da-cortiça, é outro coleóptero cujo brilho metálico é uma de suas características distintivas. As larvas deste inseto se desenvolvem na camada suberífica da casca do sobreiro, criando galerias que comprometem a qualidade da cortiça e podem levar à morte prematura da árvore. Esta praga é amplamente distribuída na bacia do Mediterrâneo (Sampaio, 2021).

Estas pragas representam desafios significativos para a sustentabilidade dos sobreiros. Entender seus ciclos de vida e impactos é essencial para desenvolver estratégias eficazes de manejo, que visem minimizar os danos e preservar a saúde das florestas de sobreiros.

## **1.2. Cobrilha-da-cortiça (*Coroebus undatus*)**

### **1.2.1. Taxonomia**

*Coroebus undatus* é um coleóptero da família Buprestidae, conhecido por sua coloração metálica e impacto em plantas hospedeiras. A sistemática taxonômica dessa espécie começa no reino Animalia, abrangendo organismos multicelulares e heterotróficos (Hickman et al., 2011). No filo Arthropoda, os coleópteros possuem um corpo segmentado com um exoesqueleto de quitina e apêndices articulados (Gullan & Cranston, 2014). Eles pertencem à classe Insecta, caracterizada por três pares de pernas e um par de antenas (Triplehorn & Johnson, 2005). Na ordem Coleoptera, *C. undatus* apresenta élitros, que são asas endurecidas que protegem as asas posteriores e o abdômen (Lawrence et al., 2010). Dentro da família Buprestidae, famosa pelos coleópteros de corpo alongado e coloração brilhante, *C. undatus* se classifica no gênero *Coroebus* e espécie *C. undatus*, conforme descrito no Quadro 1 (Bellamy, 2008).

**Quadro 1.** Sistemática da árvore taxonômica de *Coroebus undatus* (Fabricius, 1787).

**Fonte:** GBIF, 2023.

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Coleoptera

Família: Buprestidae

Gênero: *Coroebus*

Espécie: *Coroebus undatus*

A cobrilha-da-cortiça é uma praga conhecida por atacar sobreiros e os danos causados por este inseto podem ter impactos significativos na indústria da cortiça (Carvalho, 2022). Além dos prejuízos econômicos diretos pela perda de produção de cortiça, os danos causados pelos insetos também podem comprometer a qualidade da cortiça resultante, afetando sua comercialização (Grilo, 2022).

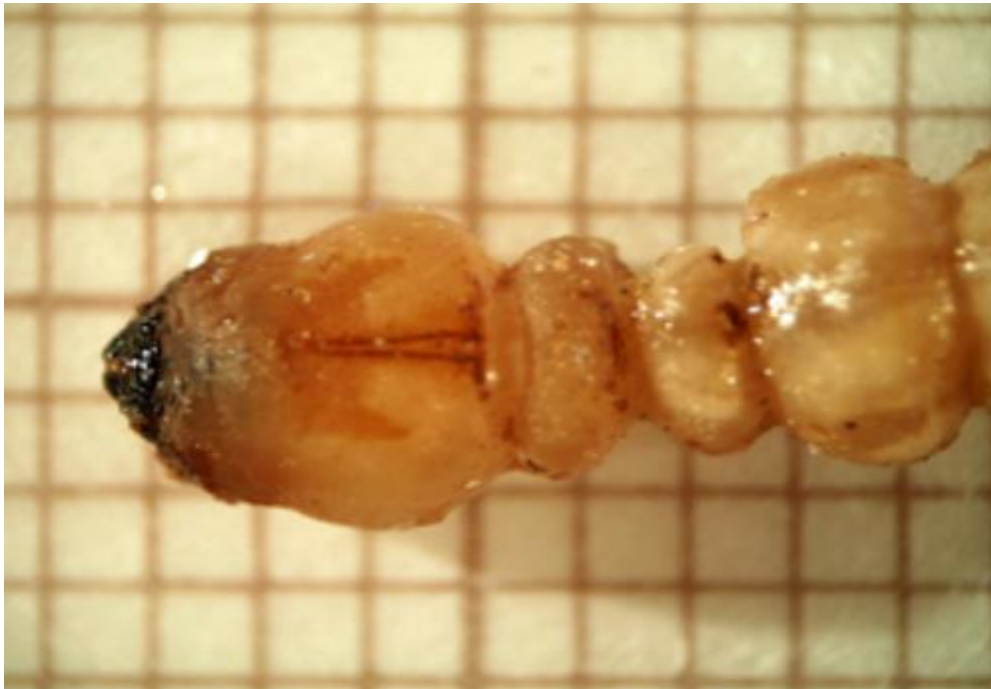
A cobrilha-da-cortiça é uma espécie adaptada ao seu ambiente, com características morfológicas que a ajudam a se alimentar da cortiça do sobreiro e a se reproduzir com sucesso (Branco & Sousa, 2014). A compreensão da morfologia da *C. undatus* é importante para o desenvolvimento de táticas eficazes de controle dessa praga nas áreas de sobreiros (Pereira, 2022).

### **1.2.2. Morfologia**

A cobrilha-da-cortiça passa por quatro fases de desenvolvimento, iniciando como um ovo, depois larva, pupa e finalmente emergindo como um adulto (UNAC, 2022).

Os ovos de *C. undatus*, são cuidadosamente depositados individualmente entre as fendas da casca do sobreiro, como forma de abrigo e proteção de predadores. Estes ovos medem cerca de 1,2 a 1,7 mm de comprimento e possui característica esférica-oblonga e coloração clara (Gallardo et al., 2012; UNAC, 2023).

Após a eclosão os ovos se tornam larvas ápodas, de cor branca- amarelada com um formato alongado e cilíndrico, com cabeças pequenas e mandíbulas adaptadas para mastigar o tecido lenhoso do sobreiro (Xilófago) (Figura 4). As larvas, podem atingir um comprimento de até 55 mm e 5 mm largura em seus últimos instares (UNAC, 2023). Estas larvas desenvolvem-se dentro da madeira, criando galerias as quais aumentam de tamanho conforme o crescimento da larva (Cárdenas et al., 2021) (Figura 5).



**Figura 4.** Imagem ampliada da larva de *Coroebus undatus*. **Fonte:** Pedro Naves, 2023.



**Figura 5.** Galerias feitas por *Coroebus undatus*. **Fonte:** Juanma Miranda, 2020.

Durante o estágio de pupa, ocorrem mudanças significativas no corpo do inseto, preparando-o para emergir como um adulto. A câmara pupal é cuidadosamente construída

pela larva antes de se transformar em pupa, proporcionando um ambiente protegido e isolado, essencial para o sucesso do desenvolvimento (López et al. 2022).

As pupas de *C. undatus* ficam localizadas em uma câmara pupal em formato D, estrategicamente posicionadas mais próximas da superfície da casca do sobreiro (Figura 6 A). Essa localização não apenas permite um acesso mais fácil para o inseto adulto emergir quando estiver totalmente desenvolvido, mas também pode desempenhar um papel importante na regulação da temperatura e umidade durante o processo de metamorfose (Cárdenas et al., 2021; UNAC, 2023) (Figura 6 B).



**Figura 6. (A)** Exemplificação da câmara pupal de *Coroebus undatus*. **Fonte:** Conceição Santos Silva, 2021. **(B)** Emergência do adulto de *Coroebus undatus*. **Fonte:** Raúl Lanzo Palacios, 2013.

Os adultos de *C. undatus* possuem características de coleópteros de tamanho moderado, medindo cerca de 15 mm de comprimento e 4 mm de largura. Apresenta a típica forma de buprestídeo: alargada e elíptica (Iniav, 2007). Possui tonalidades escuras com matizes e reflexos verdes, com pequenas bandas mais claras de forma ondulantes cruzando seus élitros (Figura 7). Sua alimentação nesta fase adulta deriva das folhas dos sobreiros (UNAC, 2023).



**Figura 7.** Inseto adulto de *Coroebus undatus*. **Fonte:** Pedro naves, 2023.

### ***1.2.3. Ciclo de vida***

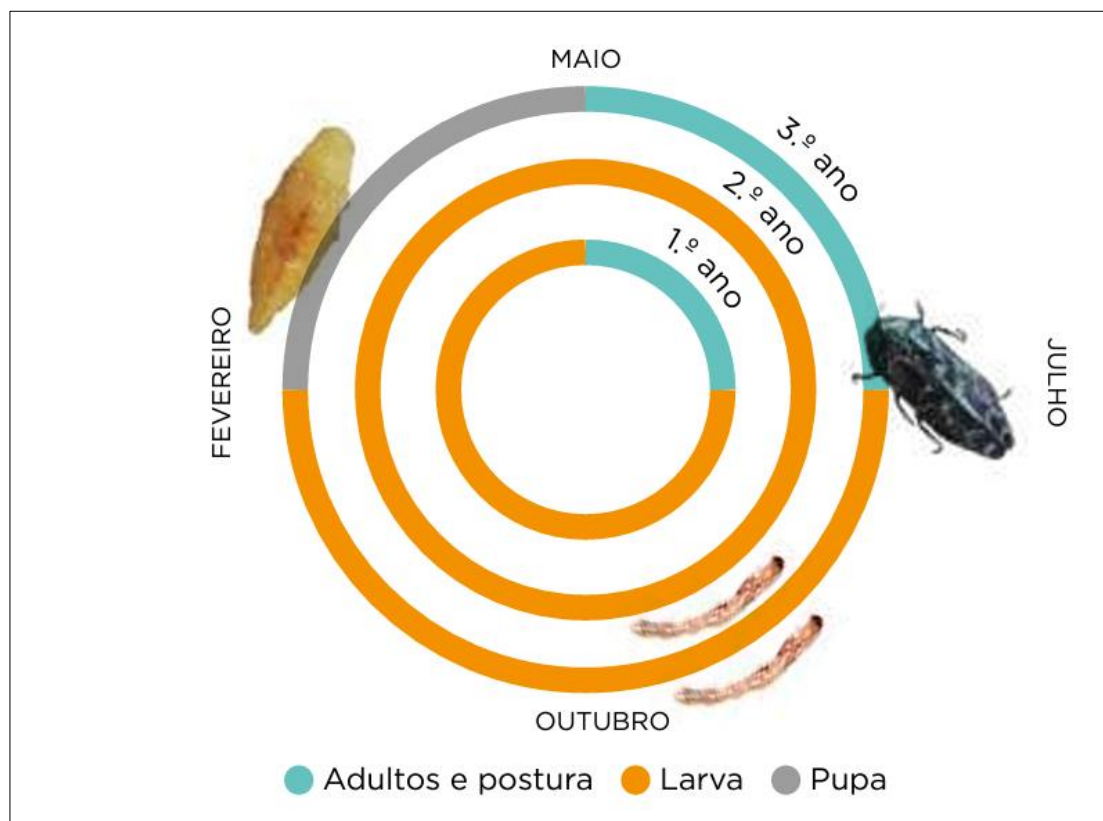
O ciclo de vida de *C. undatus*, inicia-se com a postura de ovos pelas fêmeas adultas que após um período de incubação em média de 10 a 15 dias, os ovos eclodem, originando às larvas. Essas larvas, ainda pequenas, começam imediatamente a se alimentar do tecido lenhoso do sobreiro escavando galerias pela cortiça, criando um labirinto complexo enquanto se desenvolvem (Gallardo et al., 2012; Carvalho, 2022).

As larvas de *C. undatus* passam por cinco instares, necessitando de quase 21 meses para completar o seu desenvolvimento (Figura 8). Esse estágio larval é crítico, pois é durante esse período que as larvas causam danos significativos à árvore hospedeira, comprometendo sua saúde e reduzindo sua capacidade de produzir cortiça de qualidade (Simões et al., 2022).

Após um período de alimentação e crescimento, as larvas atingem a maturidade e se preparam para a próxima fase de seu ciclo de vida: o estágio de pupa. Esse estágio, ocorre todo no interior da cortiça podendo durar cerca de 15 a 30 dias entre os meses de fevereiro a maio, onde ocorrem mudanças metabólicas e morfológicas para a metamorfose das larvas em adultos completamente formados (UNAC, 2022).

Os adultos emergem das pupas, prontos para iniciar a fase reprodutiva de seu ciclo de vida. Esses insetos adultos com asas bem desenvolvidas, são capazes de voar e se dispersar entre as árvores de sobreiro, procurando parceiros para acasalar e locais

adequados para a postura de ovos. Os adultos emergem entre os meses de maio e julho e têm uma longevidade de cerca de 3 semanas (Gallardo et al., 2012; Sallé et al., 2014).



**Figura 8.** Exemplificação do ciclo biológico de *Coroebus undatus*. **Fonte:** UNAC, 2023.

#### 1.2.4. Distribuição e ocorrência

*Coroebus undatus*, é uma espécie amplamente distribuída na Europa central e meridional, assim como no norte da África, com maior concentração ao redor da bacia do mar Mediterrâneo. Sua presença é especialmente notável em habitats onde *Q. suber* é predominante (López et al., 2022).

Em território português, a cobrilha-da-cortiça é observada em todo o país, preferencialmente ao sul do rio Tejo, enquanto na Espanha sua distribuição é mais acentuada nas regiões da Catalunha e Andaluzia. Este padrão de distribuição geográfica está diretamente associado à presença de sobreiros, que constituem o principal hospedeiro desses insetos (Jiménez et al., 2012, Cárdenas et al., 2021).

### 1.2.5. Danos e sintomas

A cobrilha-da-cortiça, representa uma praga de significativa importância nas plantações de sobreiros, representando uma ameaça considerável para a indústria corticeira devido aos danos que pode causar. Embora não seja diretamente responsável pela morte das árvores, sua presença pode comprometer a qualidade e quantidade da cortiça, resultando em perdas econômicas substanciais (Grilo, 2022).

Os danos causados pela cobrilha-da-cortiça são visíveis após o processo de descortiçamento. As larvas do inseto se desenvolvem na camada suberífera da casca, criando galerias extensas ao longo do tronco (Figura 9 A) (Santos, 2021). Essas galerias se manifestam como marcas escuras e sinuosas no entrecasco, muitas vezes acompanhadas pela presença de excrementos e fragmentos da própria casca. A perfuração contínua das galerias pode comprometer a integridade estrutural do sobreiro e, conseqüentemente, diminuir a qualidade da cortiça produzida (Figura 9 B) (Sampaio, 2021).



**Figura 9.** (A) Galerias feitas por *Coroebus undatus* no tronco de *Quercus suber* (B) Galeria feitas por *Coroebus undatus* na cortiça.

Os sintomas do ataque de *C. undatus* são inicialmente difíceis de detetar antes do descortiçamento, devido ao comportamento das larvas, que se desenvolvem no interior da cortiça. Entretanto, após o processo de extração, as galerias de cobrilha-da-cortiça se tornam visíveis na superfície recém-descortiçada, frequentemente acompanhadas por áreas descoloridas e de textura anormal (Ribeiro, 2023).

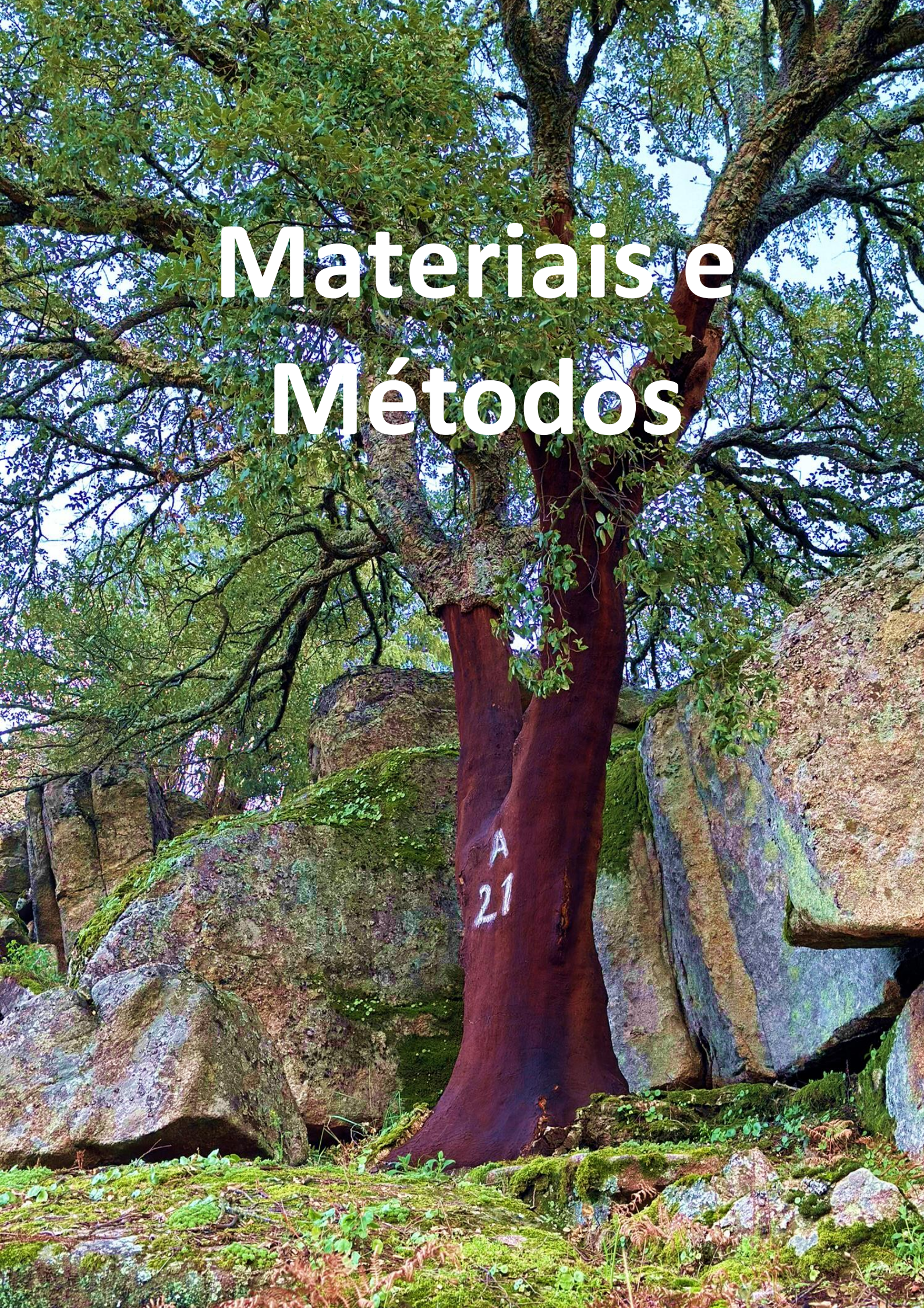
Atualmente, a utilização do controlo químico para mitigar a presença da cobrilha-da-cortiça, encontra-se restrito devido aos impactos adversos ambientais correlacionados com o emprego de pesticidas. Este cenário ocorre devido à natureza do habitat da praga, cujas larvas residem dentro da estrutura da cortiça, resultando em uma barreira à efetividade dos pesticidas (Carrasco et al., 2019).

Em contrapartida, o foco dos estudos científicos tem se voltado para métodos de controlo biológico e cultural como alternativas viáveis. Paralelamente, esforços estão sendo direcionados ao desenvolvimento de ferramentas de monitoramento capazes de identificar a presença da praga em estágios precoces de infestação (Araújo, 2020).

Salienta-se, entretanto, que a abordagem mais eficaz para a gestão da cobrilha-da-cortiça reside no emprego do manejo integrado de pragas, o qual constitui de uma variedade de estratégias de controlo para promover uma supressão sustentável da população da praga. Atualmente os produtores de cortiça adotam estratégias de controlo, como o monitoramento regular dos povoamentos para detetar infestações precocemente, o uso de armadilhas para capturar adultos, ainda se encontra em fases de teste (Pereira, 2022; Sánchez-González et al., 2023).

# Materiais e Métodos

A  
21



## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Área de estudo**

O presente estudo decorreu na região de Trás-os-Montes, em Portugal. Esta região apresenta uma extensão de 14,56 mil hectares de sobreiros conforme dados do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF, 2019). Grande parte desta vasta mancha de sobreiros integra a Rede Natura 2000, uma rede ecológica de âmbito europeu que visa assegurar a biodiversidade através da conservação ou do restabelecimento dos habitats naturais e da flora e fauna selvagens num estado de conservação favorável. A Rede Natura 2000 também se preocupa com a proteção, gestão e controlo das espécies, bem como com a regulamentação da sua exploração sustentável.

A região de Trás-os-Montes é caracterizada por um clima Csb segundo a classificação de Köppen, que se traduz em um clima temperado com verão seco e ameno (Beck et al., 2018). Este tipo de clima é propício ao crescimento dos sobreiros, que necessitam de verões quentes e secos para uma produção eficiente de cortiça.

O solo da região de Trás-os-Montes é predominantemente de áreas de xisto e com baixas regiões com solos graníticos, ao qual influenciam a composição do solo e consequentemente, o crescimento das árvores (Pereira et al., 2017). Além disso, a região apresenta uma geografia montanhosa de alta altitude, o que cria diversos microclimas locais que podem influenciar as práticas agrícolas e florestais (Silva et al., 2019).

A biodiversidade da região é rica e variada, com os sobreiros desempenhando um papel crucial nos ecossistemas locais. Estes ecossistemas não só sustentam a produção de cortiça, mas também fornecem habitat para várias espécies de flora e fauna, algumas das quais são protegidas.

### **2.2. Métodos de amostragem**

Para avaliar a incidência, os sintomas e os danos da cobrilha-da-cortiça em povoamentos de sobreiro na região de Trás-os-Montes, foram amostrados 477 sobreiros distribuídos de forma aleatória ao longo da região (Figura 10). A amostragem foi projetada para cobrir uma variedade de condições ambientais e de gestão florestal, assegurando uma representação abrangente da diversidade presente nos povoamentos de

sobreiro. Cada sobreiro amostrado foi georreferenciado com precisão utilizando tecnologia GPS para facilitar o mapeamento e a análise espacial dos dados coletados.

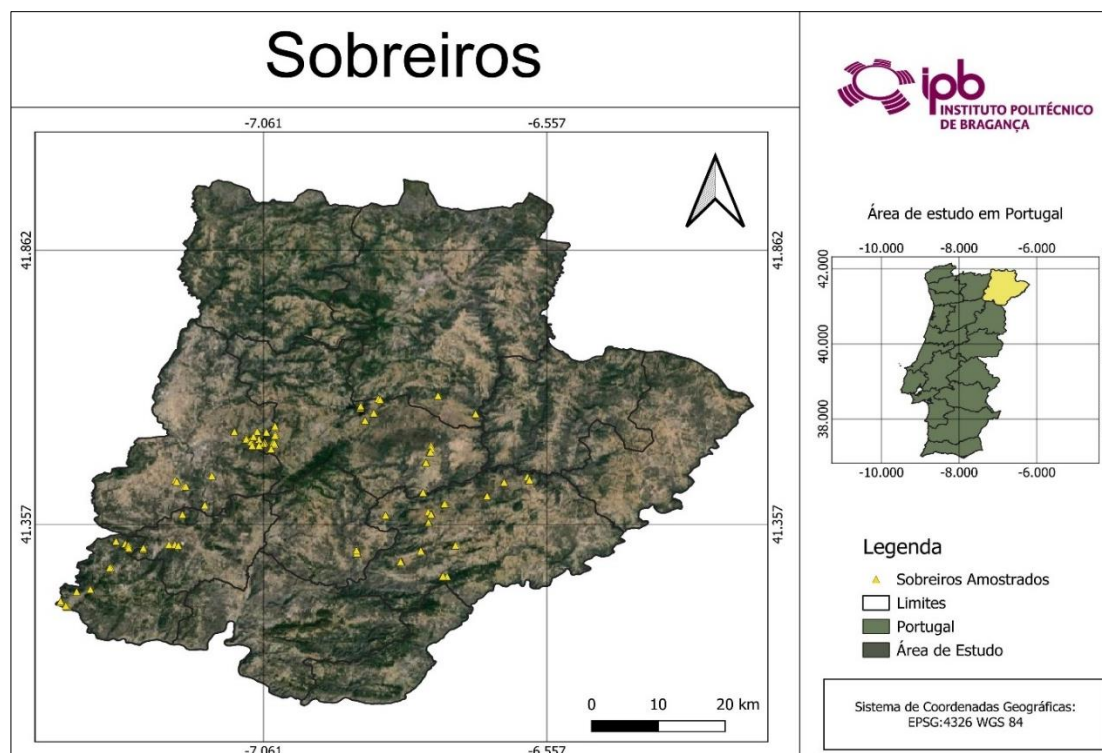
Os seguintes parâmetros foram meticulosamente registados para cada árvore: presença de galerias da cobrilha-da-cortiça, que são indicativos diretos da infestação; número de galerias em cada posição cardinal (norte, sul, leste, oeste) e altura no tronco; comprimento das galerias. Além disso, o diâmetro do tronco foi medido para avaliar a correlação entre o tamanho das árvores e a suscetibilidade à infestação.

A dominância do sobreiro no povoamento foi indicada para entender o papel da competição interespecífica e intraespecífica na infestação. O tipo de coberto vegetal circundante foi registado para investigar a influência da vegetação adjacente na incidência da praga. Finalmente, o estado sanitário da árvore foi avaliado, incluindo sinais de estresse hídrico, doenças secundárias e outros fatores que poderiam influenciar a vulnerabilidade dos sobreiros à cobrilha-da-cortiça.

### ***2.2.1. Georreferenciamento***

Com o auxílio do software de Georreferenciamento Google Maps, foi realizado o georreferenciamento de cada sobreiro amostrado. Este processo envolveu a inserção de um marcador em cada árvore, permitindo a obtenção prática e precisa das coordenadas geográficas e da respectiva altitude de cada sobreiro amostrado (Figura 10).

O uso do Google Maps facilitou a visualização espacial da distribuição dos sobreiros na área de estudo, proporcionando uma base sólida para análises subsequentes. A precisão das coordenadas obtidas foi crucial para correlacionar os dados de infestação da cobrilha-da-cortiça com variáveis ambientais específicas, como o microclima, a topografia e o tipo de solo. Além disso, este método permitiu a criação de mapas detalhados que podem ser utilizados em estudos futuros e no monitoramento contínuo dos sobreiros.



**Figura 10.** Dispersão dos sobreiros amostrados.

### 2.2.2. Galerias

Nos sobreiros descortiçados foram identificados a presença ou não de galerias feitas pelo inseto, no caso da árvore apresentar galerias, estas foram desenhadas com giz para facilitar a sua observação e documentação (Figura 11 A e B), caso a árvore não houvesse a presença de galerias, a mesma era contabilizada e coletado as informações complementares do estudo. O comprimento das galerias foi medido utilizando uma corda; inicialmente, delineou-se a galeria com a corda, seguindo o seu percurso natural. Posteriormente, o comprimento total foi medido com uma fita métrica (Figura 12). Este método garantiu a precisão das medições, essenciais para quantificar o impacto da praga.

Além disso, a orientação das galerias em relação aos pontos cardeais (norte, sul, leste, oeste) foi registada, proporcionando informações valiosas sobre os possíveis comportamentos preferenciais da praga. O tronco foi segmentado em secções de 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm e 150-200 cm, permitindo o registo detalhado da altura das galerias em cada secção do tronco. Esta segmentação ajudou a identificar possíveis padrões de infestação em diferentes alturas do tronco, contribuindo para uma melhor compreensão da distribuição vertical da praga.



**Figura 11.** (A) Marcação das galerias da cobrilha-da-cortiça. (B) Galerias da cobrilha-da-cortiça com as marcações.



**Figura 12.** Medição do comprimento das galerias de cobrilha-da-cortiça.

### **2.2.3. Diâmetro**

A circunferência dos sobreiros foi medida com recurso a uma fita métrica, permitindo a obtenção de dados precisos sobre a dispersão das árvores. Posteriormente, estes valores foram convertidos de circunferência para diâmetro utilizando a fórmula:  $\text{circunferência}/\pi$ . Esta conversão foi fundamental para obter índices comparativos mais precisos e uniformes, facilitando a análise estatística dos dados.

O diâmetro dos troncos é um parâmetro importante na avaliação da saúde e do vigor das árvores, bem como na determinação da sua suscetibilidade à infestação por pragas como a cobrilha-da-cortiça. Árvores com maiores diâmetros podem ter maior quantidade de cortiça e, conseqüentemente, serem mais atrativas para a praga, ou podem mostrar uma maior resistência devido à maior quantidade de recursos disponíveis. Portanto, medir o diâmetro é crucial para entender a dinâmica de infestação e intervenções de manejo florestal eficazes.

### **2.2.4. Espécies arbóreas dominantes**

As espécies arbóreas dominantes no local foram identificadas e registadas meticulosamente. Devido aos sobreiros serem amostrados em diferentes regiões, a paisagem local se modificava significativamente. Portanto, a coleta de dados sobre as espécies dominantes no local é de grande importância para se entender a dinâmica da cobrilha-da-cortiça. A presença de diferentes espécies arbóreas pode influenciar a ecologia do sobreiro e a incidência de pragas, fornecendo informações valiosas sobre a interação entre espécies e a saúde geral do ecossistema.

### **2.2.5. Tipo do coberto**

Foi registado o tipo de coberto vegetal em redor dos sobreiros, categorizando-se como herbáceo, arbustivo ou ausência de coberto. Este registo detalhado permite correlacionar as informações sobre a flora circundante com possíveis incidências da cobrilha-da-cortiça. A presença de diferentes tipos de coberto vegetal pode influenciar o microclima e a biodiversidade local, afetando indiretamente a saúde dos sobreiros e a propagação de pragas. Compreender a relação entre o tipo de coberto vegetal e a

infestação da cobrilha-da-cortiça pode fornecer estratégias importantes para a gestão integrada de pragas e a manutenção da sustentabilidade dos povoamentos de sobreiros.

Este conhecimento pode ser utilizado para desenvolver práticas de manejo que promovam um ambiente menos favorável para a praga, contribuindo para a conservação e produtividade das florestas de sobreiro. Além disso, o tipo de coberto vegetal pode afetar a humidade do solo, a competição por nutrientes e a presença de outros organismos benéficos ou prejudiciais, tornando esta informação crucial para uma abordagem no manejo florestal.

### **2.3. Análise estatística**

Para avaliar como as variáveis ambientais e da vegetação influenciam a incidência de cobrilha-da-cortiça, recorreu-se a modelos de regressão logística. Este método estatístico é adequado para analisar a relação entre uma variável dependente binária (presença ou ausência da cobrilha-da-cortiça) e várias variáveis preditoras contínuas e categóricas. As variáveis preditoras incluíram altitude, longitude, latitude, diâmetro do tronco e tipo de vegetação (herbácea, arbustiva, sem coberto). Essas variáveis foram escolhidas devido à sua relevância ecológica e potencial impacto na distribuição e densidade da praga.

Para melhorar a interpretabilidade dos coeficientes e a estabilidade numérica do modelo, as variáveis foram centralizadas. A centralização foi realizada subtraindo-se a média de cada variável dos seus respetivos valores. O modelo foi ajustado utilizando a função `glm()` do software estatístico R, com uma distribuição binomial. A significância estatística dos coeficientes foi avaliada usando o teste z e valores p. A qualidade do ajuste do modelo foi avaliada utilizando a deviance residual e o critério de informação de Akaike (AIC).

Para avaliar a distribuição das galerias, tanto em relação aos pontos cardeais como ao tronco, os dados foram testados quanto à normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk e normalizados, quando necessário, através da transformação de raiz quadrada. A análise dos dados foi realizada utilizando a análise de variância unidirecional (ANOVA), e as médias foram comparadas através do teste de comparação par a par de Tukey HSD.



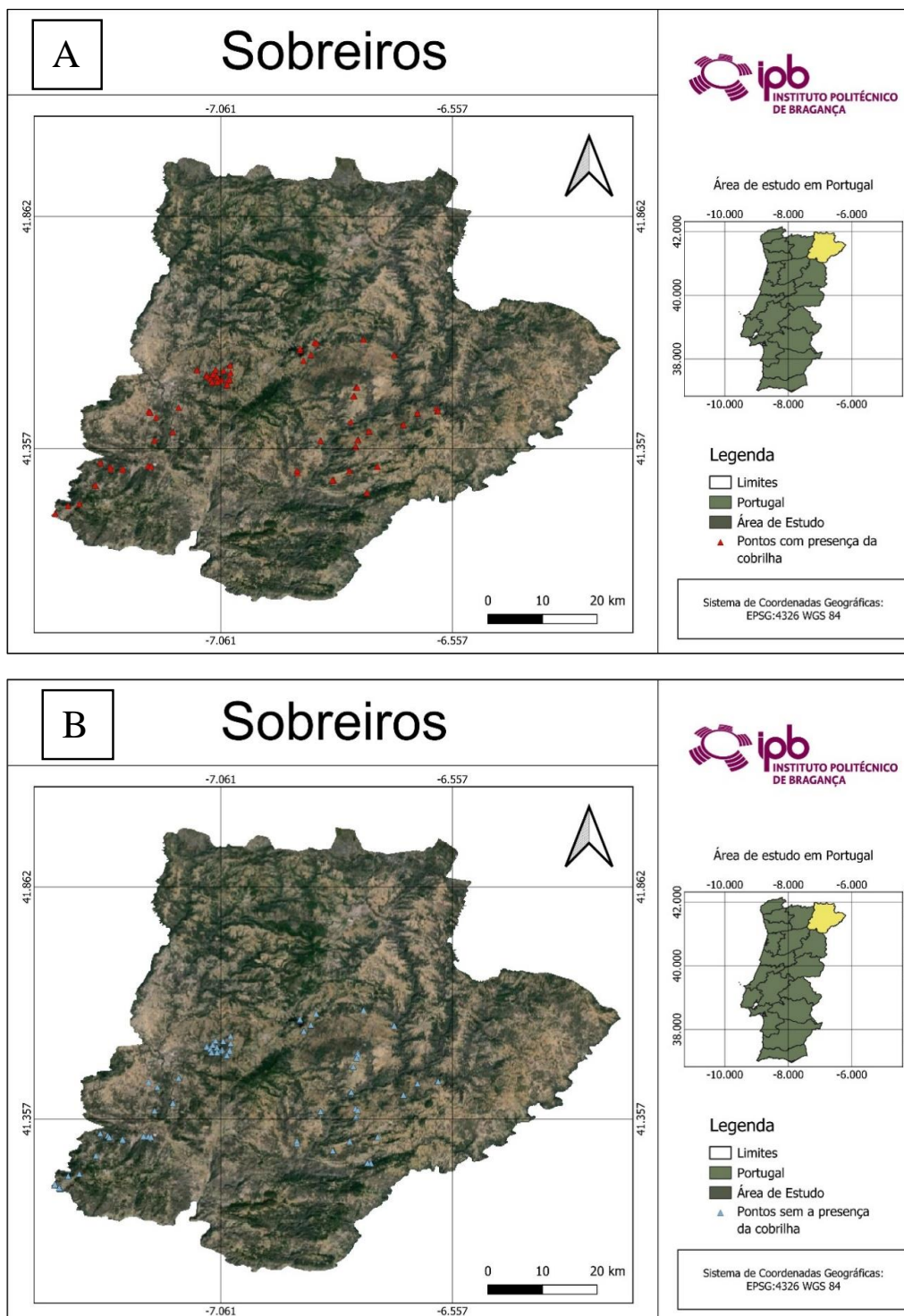
# Resultados



### 3. Resultados

No total, foram amostrados 477 sobreiros na região de Trás-os-Montes, distribuídos aleatoriamente para garantir uma representatividade abrangente da área de estudo. Destes sobreiros, 58% apresentaram sinais visíveis de infestação por cobrilha-da-cortiça, evidenciados pela presença de galerias escavadas pela larva do inseto nos troncos descortiçados. A Figura 13 A e B, ilustra a distribuição espacial dos sobreiros amostrados e a proporção daqueles que foram afetados pela cobrilha-da-cortiça, fornecendo uma visualização da extensão do problema. Grande parte dos sobreiros amostrados (97%) encontravam-se em estado saudável, demonstrando uma baixa incidência de problemas fitossanitários na região em estudo. Apenas uma pequena fração dos sobreiros, representando 3%, apresentou sinais de problemas fitossanitários.

O sobreiro apresentou ser a espécie de planta dominante na paisagem circundante aos sobreiros amostrados 64%. Além dos sobreiros, outras espécies, como oliveiras e pinheiros também apresentaram estar presentes na paisagem, porém em baixa percentagem, 17% e 13%, respetivamente.



**Figura 13.** (A) sobreiros identificados com a presença de galerias de cobrilha-da-cortiça; (B) sobreiros identificados sem a presença de galerias de cobrilha-da-cortiça.

De acordo com o modelo de regressão logística ajustado para prever a presença de cobrilha-da-cortiça com base em variáveis geográficas e características da vegetação, foram identificadas diferenças significativas (Quadro 2). Este modelo estatístico permitiu

a análise detalhada de como fatores ambientais influenciam a infestação da praga. As variáveis preditoras incluídas no modelo foram altitude, longitude, latitude, diâmetro do tronco e tipo de vegetação, categorizada como arbustivo, herbáceo ou sem vegetação. Cada uma dessas variáveis foi selecionada por sua relevância potencial na ecologia da cobrilha-da-cortiça e por seu impacto nas condições que podem favorecer ou dificultar a infestação.

Para melhorar a interpretabilidade dos coeficientes do modelo e assegurar a estabilidade numérica, todas as variáveis foram centralizadas, subtraindo-se a média de cada variável dos seus respectivos valores. Esta centralização não só facilita a interpretação dos efeitos marginais de cada variável preditora, mas também reduz problemas de multicolinearidade, aumentando a confiabilidade das estimativas dos coeficientes. O modelo revelou que algumas variáveis, como a altitude e o tipo de vegetação, têm uma influência particularmente significativa na probabilidade de presença da cobrilha-da-cortiça, sugerindo que áreas elevadas e certas coberturas vegetais podem estar mais predispostas à infestação.

Os coeficientes estimados para o modelo centralizado são apresentados no Quadro 2. O intercepto do modelo ( $-1,798^2$ ) é altamente significativo ( $p < 0,001$ ), indicando que a probabilidade da presença da cobrilha-da-cortiça quando todas as variáveis preditoras estão na média. A altitude centralizada apresentou um coeficiente positivo ( $1,767^3$ ) e marginalmente significativo ( $0,046$ ), sugerindo que um aumento na altitude está associado a um aumento na probabilidade da presença de cobrilha-da-cortiça. A longitude centralizada teve um coeficiente negativo ( $-6,846^{-1}$ ), mas não foi estatisticamente significativa ( $0,238$ ), indicando que a longitude não tem um efeito significativo na presença do inseto no contexto deste modelo.

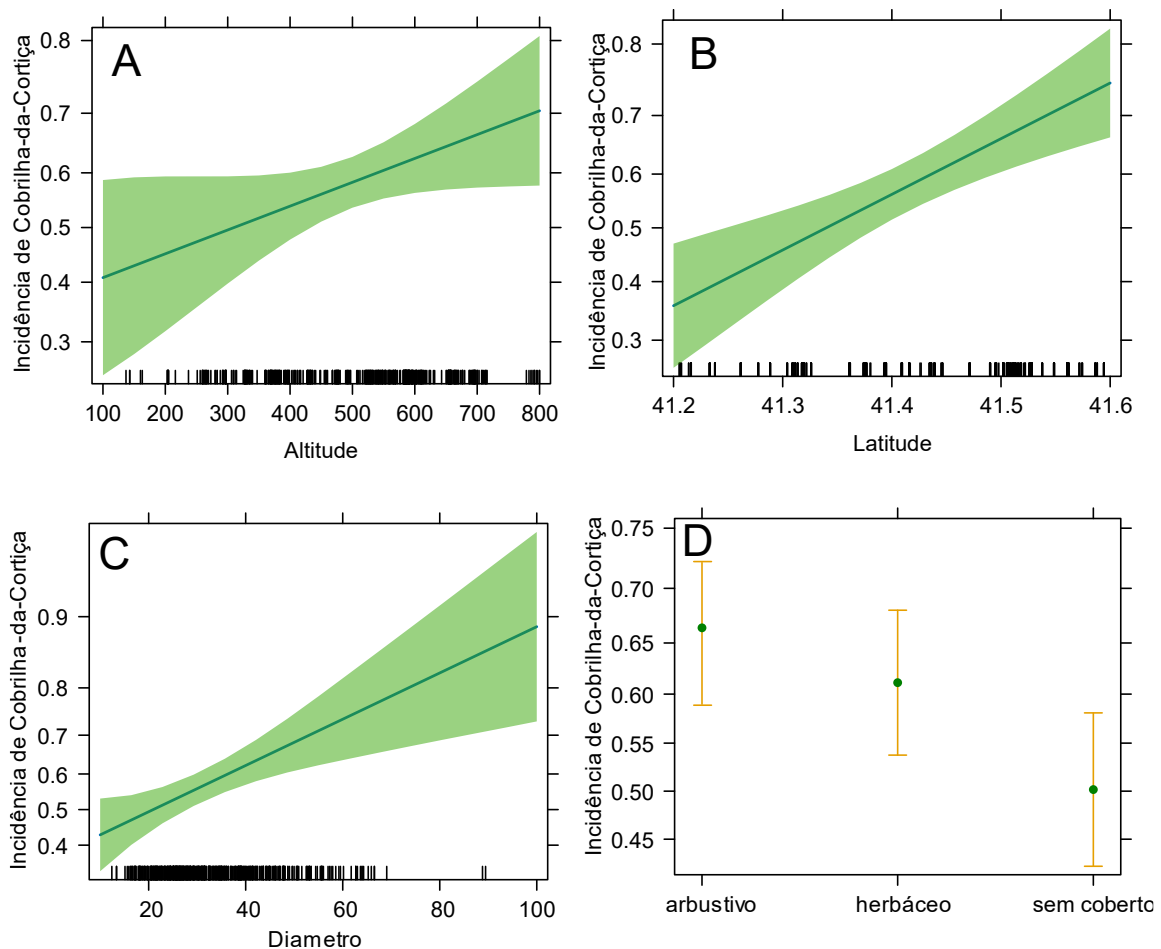
A latitude centralizada mostrou um coeficiente positivo e altamente significativo ( $4,119$ ,  $p < 0,001$ ), indicando que um aumento na latitude está fortemente associado a um aumento da probabilidade de haver presença de cobrilha-da-cortiça (Figura 14). O diâmetro do tronco centralizado também apresentou um coeficiente positivo ( $2,635^{-2}$ ) e significativo ( $p < 0,001$ ), sugerindo que troncos maiores estão associados a uma maior probabilidade de presença da cobrilha-da-cortiça. A presença de vegetação do tipo herbáceo não teve um efeito significativo na probabilidade de ocorrência da cobrilha-da-cortiça (coeficiente =  $-2,291^{-1}$ ,  $p \approx 0,386$ ). Em contraste, a ausência de cobertura vegetal (sem coberto) apresentou um coeficiente negativo ( $-6,757^{-1}$ ) e significativo ( $p 0,013$ ),

indicando que áreas sem cobertura vegetal estão associadas a uma menor probabilidade de presença da cobrilha-da-cortiça.

Os resultados indicam que a latitude e o diâmetro do tronco são preditores significativos da presença de cobrilha-da-cortiça, enquanto a altitude e a ausência de cobertura vegetal têm efeitos marginais. A longitude e a presença de vegetação do tipo herbáceo não apresentaram efeitos significativos no modelo ajustado. Os resultados sugerem que fatores geográficos e características específicas da vegetação influenciam a distribuição da cobrilha-da-cortiça em Trás-os-Montes.

**Quadro 2.** Resultados do modelo com base em variáveis geográficas e características da vegetação.

| Variáveis          | Estimado             | Erro Padrão         | z      | p       |
|--------------------|----------------------|---------------------|--------|---------|
| <b>Intercepto</b>  | -1,798 <sup>2</sup>  | 4,407 <sup>1</sup>  | -4,08  | < 0.001 |
| <b>Altitude</b>    | 1,767 <sup>-3</sup>  | 8,894 <sup>-4</sup> | 1,987  | 0,046   |
| <b>Longitude</b>   | -6,846 <sup>-1</sup> | 5,807 <sup>-1</sup> | -1,179 | 0,238   |
| <b>Latitude</b>    | 4,199                | 1,012               | 4,148  | < 0.001 |
| <b>Diâmetro</b>    | 2,635 <sup>-2</sup>  | 8,114 <sup>-3</sup> | 3,248  | 0,001   |
| <b>Herbáceo</b>    | -2,291 <sup>-1</sup> | 2,646 <sup>-1</sup> | -0,866 | 0,386   |
| <b>Sem coberto</b> | -6,757 <sup>-1</sup> | 2,725 <sup>-1</sup> | -2,48  | 0,013   |



**Figura 14.** Resposta da cobrilha-da-cortiça a (A) altitude, (B) Latitude, (C) Diâmetro do tronco do sobreiro e (D) tipo de vegetação (arbustivo, herbáceo ou sem vegetação).

Em média, os sobreiros amostrados apresentaram  $2,89 \pm 0,18$  galerias no tronco. O número máximo de galerias observado num tronco foi de 24, enquanto o número mais comum de galerias de cobrilha-da-cortiça foi de 4 (Quadro 3). As galerias apresentaram em média, um comprimento de  $51,03 \pm 0,89$  cm, sendo que o comprimento máximo registado foi de 251 cm e o comprimento mínimo foi de 4,5 cm (Quadro 3).

Em média, os sobreiros amostrados apresentaram  $2,89 \pm 0,18$  galerias em seus troncos, indicando uma infestação significativa pela cobrilha-da-cortiça. Embora a infestação varie entre as árvores, observou-se que o número máximo de galerias encontrado em um único tronco foi de 24, evidenciando casos de severa infestação.

Por outro lado, o número mais comum de galerias de cobrilha-da-cortiça foi de 4 (Quadro 3), sugerindo uma distribuição heterogênea da praga nos povoamentos de sobreiros. Além disso, as galerias apresentaram, em média, um comprimento de  $51,03 \pm 0,89$  cm, indicando a extensão das escavações realizadas pelas larvas no interior da casca

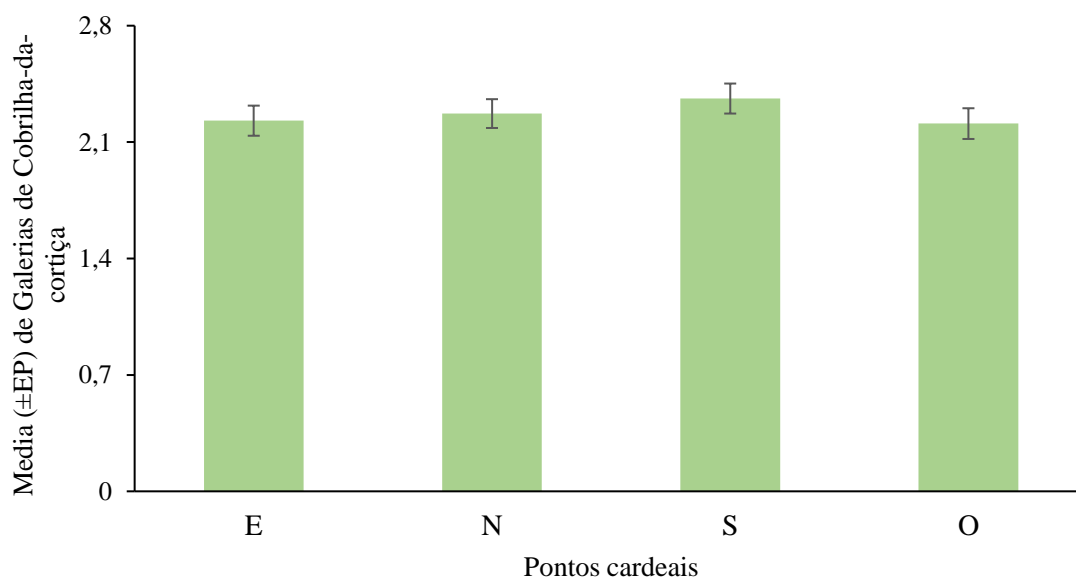
do sobreiro. O comprimento máximo registado foi de 251 cm, evidenciando casos extremos de danos estruturais, enquanto o comprimento mínimo foi de 4,5 cm (Quadro 3), sugerindo estágios iniciais de infestação ou danos mais leves.

**Quadro 3.** Galerias por sobreiro e comprimento (cm) das cobrilha-da-cortiça.

|                     | Galerias por sobreiro | Cumprimento das galerias (cm) |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Média ± Erro Padrão | 2,89 ± 0,18           | 51,03±0,89                    |
| Máximo              | 24                    | 251                           |
| Mínimo              | 0                     | 4.5                           |
| Moda                | 4                     | 34                            |

Relativamente à posição das galerias nos pontos cardeais (norte, sul, este, oeste) (Figura 15), foram registadas um total de 341 galerias no lado este do tronco dos sobreiros, 343 a norte, 385 a sul e 314 a oeste. O número máximo de galerias verificadas a este, norte e oeste foi de 9, enquanto a face sul apresentou um máximo de 12 galerias.

No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes pontos cardeais ( $F=0.26$ ;  $df=3$ ;  $p=0.84$ ).



**Figura 15.** Distribuição das galerias de cobrilha-da-cortiça (Media ± Erro Padrão) em relação aos pontos cardeais.

No que diz respeito à altura das galerias no tronco, verificou-se que em alguns casos as galerias se estendiam por várias secções do tronco. Essas galerias, que atravessavam múltiplas secções, foram registadas para fins de documentação no entanto, para garantir a precisão e a consistência da análise estatística, esses casos únicos não foram incluídos na análise. A análise estatística focou-se nas secções claramente definidas de 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm e 150-200 cm, conforme destacado em verde no Quadro 4.

A análise revelou diferenças significativas na localização em altura das galerias no tronco ( $df=3$ ;  $F=50.37$ ;  $p<0.001$ ). As secções 50-100 cm e 100-150 cm apresentaram uma maior presença de galerias comparativamente às secções 0-50 cm e 150-200 cm.

**Quadro 4.** Distribuição das galerias de cobrilha-da-cortiça de acordo com a altura no tronco descortiçado.

| Seções (cm) | Total | Média ± Erro Padrão | Máximo | Moda |
|-------------|-------|---------------------|--------|------|
| 0-50        | 207   | 2,49±1,78b          | 10     | 1    |
| 50-100      | 549   | 2,80±1,76a          | 10     | 2    |
| 100-150     | 478   | 2,61±2,15a          | 17     | 1    |
| 150-200     | 136   | 1,94±1,11b          | 6      | 1    |

# Discussão



## 4. Discussão

A identificação de árvores infestadas por cobrilha-da-cortiça e a análise de seus principais indicadores são de decisiva importância para o estudo do comportamento deste inseto. Estes fatores, aliados às práticas de gestão adequadas, desempenham um papel significativo no controle de pragas que afetam o sobreiro.

Os resultados do presente estudo indicam que a latitude é um fator de alta relevância para a incidência de *C. undatus*. Observou-se que a incidência do inseto aumenta em regiões de maior latitude, como Trás-os-Montes, o que sugere que áreas mais ao norte, com climas mais frios, apresentam maior probabilidade de infestação. Este resultado contrasta com o estudo de Cárdenas et al., (2021) que indica uma maior ocorrência de cobrilha-da-cortiça nas regiões a sul. Esta diferença pode ser atribuída a variáveis ambientais específicas de cada região, como microclima, humidade e vegetação local. No entanto, a literatura carece de informações sobre a relação entre a longitude e a ocorrência de *C. undatus*, bem como sobre os hábitos gerais do inseto. Portanto, estudos adicionais são necessários para compreender melhor estes aspetos e aprofundar o conhecimento sobre a biologia e ecologia desta praga.

O diâmetro dos sobreiros foi identificado como um fator significativo na incidência de *C. undatus*. Estudos indicam que árvores com maior diâmetro proporcionam uma área de superfície maior, o que favorece a alimentação e o desenvolvimento deste inseto xilófago, resultando em uma probabilidade aumentada de infestações significativas (Escríche & Abós, 1994; Soto et al., 2005).

Além disso, árvores de maior diâmetro geralmente são mais antigas, tendo acumulado mais lenho ao longo do tempo. Essa maior quantidade de tecido lenhoso pode servir como um recurso nutritivo abundante para *C. undatus*, além de oferecer mais refúgios para sua colonização. Árvores mais antigas também podem apresentar uma diminuição nas defesas naturais contra pragas e doenças, devido ao desgaste fisiológico ao longo dos anos, tornando-as mais vulneráveis a ataques de *C. undatus* e outras pragas (Soria et al., 1992). Assim, a relação entre o diâmetro do tronco e a suscetibilidade à infestação pode ser explicada tanto pelo aumento na área disponível para infestação quanto pela redução nas capacidades defensivas das árvores mais velhas.

A presença de coberto vegetal, seja arbustivo ou herbáceo, também influenciou significativamente a incidência de *C. undatus*. Áreas com vegetação densa tendem a apresentar níveis mais elevados de infestação, pois proporcionam um ambiente favorável

ao desenvolvimento dos insetos (Fürstenau et al., 2015; Cárdenas et al., 2021). O presente estudo corroborou esses achados, mostrando que áreas desprovidas de cobertura vegetal têm menor probabilidade de infestação, em consonância com a literatura existente (Fürstenau et al., 2015; Cárdenas et al., 2021).

A vegetação de cobertura pode atuar como um micro-habitat, oferecendo proteção e recursos alimentares adicionais para o inseto adulto, facilitando seu ciclo de vida (Norris & Kogan, 2005). Esses micro-habitats podem moderar as condições microclimáticas, como temperatura e umidade, criando um ambiente mais estável e protegido para a sobrevivência e reprodução de *C. undatus*. Além disso, a vegetação densa pode dificultar o acesso de predadores naturais e reduzir a eficácia de intervenções de controle, contribuindo para o aumento da infestação. Portanto, a gestão da cobertura vegetal é um fator crucial a ser considerado em estratégias de controle de *C. undatus*.

De acordo com os resultados, a cobrilha-da-cortiça não demonstrou preferência significativa pela orientação em relação aos pontos cardeais, pois não foram observadas diferenças estatisticamente relevantes nas distribuições das galerias em qualquer direção específica. Esta observação está em concordância com o estudo conduzido por Sousa et al. (2022), que também avaliou a posição das galerias de *C. undatus* em relação aos pontos cardeais e não encontrou diferenças significativas.

Os resultados sugerem que a distribuição das galerias da cobrilha-da-cortiça no tronco das árvores não é homogênea, apresentando variações significativas de acordo com a altura. Especificamente, observou-se um número reduzido de galerias tanto na base das árvores, entre 0 e 50 cm de altura, quanto na região mais elevada medida, entre 150 e 200 cm de altura. Esses resultados são consistentes com os resultados reportados por Sousa et al. (2022), que também identificaram uma menor concentração de galerias nessas faixas de altura. A menor incidência de galerias na base das árvores pode ser atribuída à menor exposição solar e à maior umidade nessa região, condições que podem ser menos favoráveis para o desenvolvimento de *C. undatus*. Por outro lado, a altura máxima medida pode representar um ambiente menos acessível ou menos adequado para a oviposição e desenvolvimento das larvas.

A interação entre os fatores ambientais e a biologia de *C. undatus* é complexa. A distribuição espacial do inseto pode ser influenciada por microclimas locais e pela estrutura da paisagem, que afetam diretamente os habitats disponíveis para oviposição e desenvolvimento das larvas. Práticas de manejo, como poda e irrigação, podem modificar o microambiente das árvores, influenciando a suscetibilidade das plantas à infestação. A

identificação e compreensão dos fatores que influenciam a infestação por *C. undatus* são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controlo e gestão deste inseto, protegendo assim os povoamentos de sobreiro e garantindo sua sustentabilidade a longo prazo.

A close-up photograph of a large stack of cut logs. The logs are arranged in a dense, overlapping pattern, showing the natural grain and texture of the wood. The lighting is warm, highlighting the golden-brown and reddish tones of the wood. The text is overlaid in the center of the image.

# Conclusão e perspetivas futuras

## 5. Conclusão e perspectivas futuras

A identificação de árvores infestadas por cobrilha-da-cortiça e a análise dos seus principais indicadores são cruciais para compreender o comportamento desta praga e desenvolver estratégias de controlo eficazes. Este estudo revelou que a latitude é um fator determinante na incidência de *C. undatus*, com maior incidência observada em regiões de maior latitude.

O diâmetro dos sobreiros e a presença de coberto vegetal são também fatores significativos na incidência, com árvores de maior diâmetro e áreas de vegetação densa apresentando maior probabilidade de infestação. A orientação das galerias em relação aos pontos cardeais não apresentou diferenças significativas, mas a altura do tronco revelou-se um fator importante na distribuição das galerias.

Perspetivas futuras incluem a implementação de tecnologias avançadas de monitoramento e a utilização de inteligência artificial para prever surtos de infestação com maior precisão. Mais estudos de paisagem contínuos também devem ser realizados, juntamente com pesquisas aprofundadas sobre métodos de controlo biológico e a aplicação de soluções sustentáveis pode reduzir a dependência de pesticidas químicos sintéticos. Além disso, a colaboração entre pesquisadores e gestores florestais pode facilitar, a troca de informações e o desenvolvimento de estratégias para mitigar os impactos da cobrilha-da-cortiça, garantindo a saúde a longo prazo dos sobreirais e a sustentabilidade da indústria da cortiça.



# Referências bibliográficas

## 6. Referências bibliográficas

- Alves, C. S. R. (2017). Indústria Corticeira-Estudo de Caso: Uma Perspectiva Económico-financeira Portugal e Espanha. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Instituto Politécnico do Porto, Portugal.
- Araújo, J. F. (2020). Roads as a driver of changes in the bird community and disruptors of Ecosystem Services provision. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Aronson, J., Pereira, J. S., & Pausas, J. G. (2009). Cork oak woodlands on the edge: Ecology, adaptive management, and restoration. *Island Press*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02289.x>
- Associação Portuguesa da Cortiça – APCOR (2020). Anuário de cortiça 2020. [https://www.apcor.pt/wpcontent/uploads/2021/08/Cork\\_BoletimEstatistico\\_APCOR\\_2020.pdf](https://www.apcor.pt/wpcontent/uploads/2021/08/Cork_BoletimEstatistico_APCOR_2020.pdf)
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, *5*, 180214. <https://www.nature.com/articles/sdata2018214>
- Bellamy, C. L. (2008). *A World Catalogue and Bibliography of the Jewel Beetles (Coleoptera: Buprestoidea)*. Volume 1: Introduction; Schizopodinae, Julodinae, Chrysochroinae, Polycestinae. Sofia: Pensoft Publishers.
- Bordadágua, J. N. L. (2013). Descoberta de novas suberinasés através de uma abordagem metagenómica. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Universidade de Aveiro, Portugal.

- Branco, M., Paulo, J. A., & Sousa, E. (2014). Problemas de pragas em montado: o que sabemos e o que nos falta saber. Ciclo de Sessões: O montado e a cortiça. Da investigação à aplicação. 17 pp.
- Cárdenas, A. M., Toledo, D., Gallardo, P., & Guerrero-Casado, J. (2021). Assessment and distribution of damages caused by the trunk-boring insects *Coraebus undatus* (Fabricius) (Coleoptera: Buprestidae) and *Reticulitermes grassei* Clément (Blattodea: Rhinotermitidae) in Mediterranean restored cork-oak forests. *Forests*, *12*(11), 1501. <https://doi.org/10.3390/f12111501>
- Carrasco, A., Guzmán, J.R., Ruiz, J.M., & Rodriguez, S. (2019). Manual de Diagnóstico Fitosanitário. Junta de Andalucía, LIFE BioDehesa. 131 pp.
- Carvalho, F. G. C. V. (2022). Incidência da cobrilha-da-cortiça em *Quercus suber* L. em povoamentos puros e mistos com pinheiro-manso. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Catalão, M. C. S. (2024). Instalação de povoamento de *Quercus suber* inoculado com fungo pioneiro, em regadio. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal.
- Chepurna, P. (2022). Determinantes do Comércio Mundial da Cortiça. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas - ICNF (2019). 6º Inventário Florestal Nacional está concluído. Trata-se de uma peça fundamental para a implementação da Reforma da Floresta iniciada em 2016. <https://www.icnf.pt/noticias/inventarioflorestalnacional>
- Coelho, I. S., & Pestana, M. (2021). A Fileira da Cortiça em Portugal—Posicionamento e Competitividade. *Silva Lusitana*, *29*(1), 73-100. <https://doi.org/10.1051/silu/20212901073>
- Coroebus undatus* in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei>

- Costa, A., Pereira, H., & Madeira, M. (2011). Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Annals of Forest Science*, **68**(2), 387-399. <http://dx.doi.org/10.1051/forest/2009097>
- Escriche, S. E., & Abós, L. (1994). Estudio de la infestación de *Coroebus undatus* (Fabricius)(Col., Buprestidae en los alcornocales catalanes. *Scientia gerundensis*. **20**, 45-53. <https://raco.cat/index.php/Scientia/article/view/45507>
- De Almeida Ribeiro, N., Surový, P., & Pinheiro, A. C. (2011). Adaptive management on sustainability of cork oak woodlands. In Green technologies: concepts, methodologies, tools and applications. *IGI Global* (pp. 624-636). <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-60960-472-1.ch402>
- De Assunção Pinto, C., Correia, A. C., da Conceição Caldeira, M., Soares David, T., & Costa e Silva, F. (2023). Plant height determines phenological variation in *Quercus suber* L. *Silva Lusitana*, **31**(1). <http://dx.doi.org/10.1051/silu/20233101001>
- De Matos, L. T. (2022). Impacto da vegetação herbácea na regeneração artificial de sobreiro (*Quercus suber* L.) na Companhia das Lezírias. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Diaz-Maroto, I. J., & Diaz-Maroto, M. C. (2020). Cork from *Quercus suber* L.: Forest certification system for sustainable management of cork oak forests. *Wood Res*, **65**, 855-864. <http://dx.doi.org/10.37763/wr.1336-4561/65.5.855864>
- Eriksson G., Varela M.C., Lumaret R., & Gil L. (2017). Genetic conservation and management of *Quercus suber*. Technical Bulletin. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Rome, Italy. 43 pp.
- Faísca, C. M. D. S. A. (2020). El negocio corchero en Alentejo: explotación forestal, industria y política económica, 1848-1914. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Universidade de Extremadura, Espanha.

- Fürstenau, B., Quero, C., Riba, J. M., Rosell, G., & Guerrero, A. (2015). Field trapping of the flathead oak borer *Coroebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) with different traps and volatile lures. *Insect science*, **22**(1), 139-149. <http://dx.doi.org/10.1111/1744-7917.12138>
- Gallardo, A., Jiménez, A., Antonietty, C. A., Villagrán, M., Ocete, M. E., & Soria, F. J. (2012). Forecasting infestation by *Coraebus undatus* (Coleoptera, Buprestidae) in cork oak forests. *International journal of pest management*, **58**(3), 275-280. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2012.698765>
- Ghazi, S., Ziri, R., Brhadda, N., Chemchaoui, A., Alaoui, H. I., Boukita, H., & Jdi, L. (2024). Cork Oak in the Maamora Forest (Morocco)-Updating its Distribution and Optimizing Cork Productivity for Sustainable Development. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EEET)*, **25**(1). <https://doi.org/10.12912/27197050/175651>
- Gil, L., & Varela, M. C. (2008). Technical Guidelines for genetic conservation of Cork oak (*Quercus suber*). Euforgen.
- Grilo, C. P. (2022). Caracterização, análise e propostas de medidas para otimização da etei da amorim florestal, S.A. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The Insects: An Outline of Entomology*. John Wiley & Sons.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., Eisenhour, D. J., & I'Anson, H. (2011). *Integrated Principles of Zoology*. New York: McGraw-Hill.
- Hidalgo, P. J., Marín, J. M., Quijada, J., & Moreira, J. M. (2008). A spatial distribution model of cork oak (*Quercus suber*) in southwestern Spain: A suitable tool for reforestation. *Forest Ecology and Management*, **255**(1), 25-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.07.012>
- Inácio, M. L., Marcelino, J., Lima, A., Sousa, E., & Nóbrega, F. (2022). *Ceratocystiopsis quercina* sp. nov. Associated with *Platypus cylindrus* on Declining *Quercus suber* in Portugal. *Biology*, **11**(5), 750. <http://dx.doi.org/10.3390/biology11050750>

- Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária – INIAV (2007). Identificação e Monitorização de Pragas e Doenças em Povoamentos Florestais. <https://www.inia.pt/divulgacao/publicacoes-bd/identificacao-e-monitorizacao-de-pragas-e-doencas-em-povoamentos-florestais>
- Jiménez, A., Gallardo, A., Antonietty, C. A., Villagrán, M., Ocete, M. E., & Soria, F. J. (2012). Distribution of *Coraebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) in cork oak forests of southern Spain. *International journal of pest management*, **58**(3), 281-288. <https://doi.org/10.1080/09670874.2012.700493>
- Kim, H. N., Jin, H. Y., Kwak, M. J., Khaine, I., You, H. N., Lee, T. Y., & Woo, S. Y. (2017). Why does *Quercus suber* species decline in Mediterranean areas? *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, **10**(3), 337-341. <http://dx.doi.org/10.1016/j.japb.2017.05.004>
- Lawrence, J. F., Ślipiński, A., Seago, A. E., Thayer, M. K., Newton, A. F., & Marvaldi, A. E. (2010). Phylogeny of the Coleoptera based on morphological characters of adults and larvae. *Annales Zoologici*, **60**(3), 287-301. <http://dx.doi.org/10.3161/000345411X576725>
- Lobo Do Vale, R., Besson, C.K., Caldeira, M.C., Chaves, M.M., & Pereira, J.S., 2019. Drought reduces tree growing season length but increases nitrogen resorption efficiency in a Mediterranean ecosystem. *Biogeosciences* **16**, 1265-1279. <https://doi.org/10.5194/bg-16-1265-2019>
- López, S., Álvarez, J. M., Riba, J. M., Torrell, A., Fürstenau, B., Belusic, G., & Quero, C. (2022). Manejo integrado de la culebrilla del corcho *Coraebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) en Cataluña: una década de hallazgos 8º Congreso Forestal Español, Lleida (Catalunya).
- Merouani, H., Bergano, T., Pereira, J. S., & Almeida, M. H. (2014). Efeito da proveniência e do tamanho da bolota. 1º dia aberto do montado e da cortiça. Lisboa.

- Mota, S., Pinto, C., Cravo, S., Rocha e Silva, J., Afonso, C., Sousa Lobo, J. M., & Almeida, I. F. (2022). *Quercus suber*: A promising sustainable raw material for cosmetic application. *Applied Sciences*, *12*(9), 4604. <http://dx.doi.org/10.3390/app12094604>
- Nones, S., Fernandes, C., Duarte, L., Cruz, L., & Sousa, E. (2022). Bacterial community associated with the ambrosia beetle *Platypus cylindrus* on declining *Quercus suber* trees in the Alentejo region of Portugal. *Plant Pathology*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/ppa.13536>
- Norris, R. F., & Kogan, M. (2005). Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual Review of Entomology*, *50*, 479-503. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123218>
- Paulo, J. A., Tomé, J., Tomé, M., & Calvão, T. (2017). Nonlinear growth models for cork oak trees in Southern Portugal. *Annals of Forest Science*, *68*(2): 295-309. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0027-1>
- Pausas, J. G. (1997). Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, *8*(5), 703-706. <https://doi.org/10.2307/3237375>
- Pinto-Correia, T., & Vos, W. (2004). Multifunctionality in Mediterranean landscapes—past and future. *The new dimensions of the European landscape*, 4, 135-164.
- Pereira, B. P. C. (2022). Avaliação da qualidade industrial da cortiça ao nível da árvore individual em três tiradas consecutivas. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Pereira, H. (2007). *Cork: Biology, production and uses*. Elsevier.
- Pereira, H. (2015). The rationale behind cork properties: A review of structure and chemistry. *BioResources*, *10*(3), 6207-6229. <http://dx.doi.org/10.15376/biores.10.3.Pereira>

- Pereira, P., Ubeda, X., & Martin, D. A. (2017). Fire severity effects on soil properties and water infiltration in Trás-os-Montes, Portugal. *Catena*, *156*, 139-150. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.02.005>
- Reis, F., Pereira, A. J., Tavares, R. M., Baptista, P., & Lino-Neto, T. (2021). Cork oak forests soil bacteria: potential for sustainable agroforest production. *Microorganisms*, *9*(9), 1973. <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms9091973>
- Ribeiro, J. M. R. P. (2023). Estudo diacrónico da evolução de eventos pontuais de mortalidade de sobreiro: construção de um modelo espacial explicativo Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Universidade de Évora, Portugal.
- Ribeiro, J. R., de Almeida Ribeiro, N., Vaz, M., Dinis, C., Camilo-Alves, C., Poeiras, A. P., & Blanco, V. (2021). Manual técnico de práticas silvícolas para a gestão sustentável em povoamentos de sobreiro e azinheira.
- Sallé, A., Nageleisen, L. M., & Lieutier, F. (2014). Bark and wood boring insects involved in oak declines in Europe: Current knowledge and future prospects in a context of climate change. *Forest Ecology and Management*, *328*, 79-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.027>
- Sampaio, T. S. P. (2021). Genetic analysis of quantitative traits with adaptive and economic importance for a sustainable management of cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Sánchez-González, M., Beltrán, R. S., Palacios, R. L., & Prades, C. (2023). Analysis of cork quality and cork tree health in stands of western Spain. *Forest Ecology and Management*, *539*, 121012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121012>
- Santos, M. D. L. D. (2021). Perceção dos Riscos na Gestão da Propriedade Agroflorestal na Região do Alentejo. Tese para a obtenção do grau de Doutor, Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal.

- Simões, R., Branco, M., Nogueira, C., Carvalho, C., Santos-Silva, C., Ferreira-Dias, S., & Pereira, H. (2022). Phytochemical Composition of Extractives in the Inner Cork Layer of Cork Oaks with Low and Moderate *Coroebus undatus* Attack. *Forests*, **13**(9), 1517. <http://dx.doi.org/10.3390/f13091517>
- Silva, S. P., Sabino, M. A., Fernandes, E. M., Correlo, V. M., Boesel, L. F., & Reis, R. L. (2005). Cork: Properties, capabilities and applications. *International Materials Reviews*, **50**(6), 345-365. <http://dx.doi.org/10.1179/174328005x41168>
- Slavova, G., & Doneva, Y. (2023). Cork as a renewable and recyclable material and the possibility to use a circular production model for various cork products. Current trends and challenges for forest-based sector: carbon neutrality and bioeconomy. 16th International Scientific Conference WoodEMA 2023. p. 33.
- Soria, F. J., Villagrán, M., & Ocete, M. E. (1992). Estudios poblacionales sobre *Coroebus undatus* (Fabricius) (Coleoptera, Buprestidae) en alcornoques de Andalucía occidental. II: Aspectos ecológicos de la larva. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, **18**(2), 385-394. <http://hdl.handle.net/11441/44374>
- Soto, A., Rivas, J., Martínez, M., & Miravet, A. (2005). *Coroebus undatus* (Fabricius) (Coleoptera: Buprestidae): Principal problema en la sanidad de los alcornoques del Parque Natural de la Sierra de Espadán en la Comunidad Valenciana. IV Congreso Forestal Español.
- Souza, E. (2012). Estado fitossanitário do montado de sobro. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Sousa, E., Naves, P., Silva, C., 2023. Guia de identificação da cobrilha-da-cortiça (*Coroebus undatus*). Manual elaborado no âmbito do projeto PDR2020 – 101-031341: Grupo Operacional UNDERCORK –Gestão integrada da cobrilha-da-cortiça.
- Tiberi, R., Branco, M., Bracalini, M., Croci, F., & Panzavolta, T. (2016). Cork oak pests: a review of insect damage and management. *Annals of forest science*, **73**, 219-232. <https://doi.org/10.1007/s13595-015-0534-1>

Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Belmont, CA: Brooks/Cole.

União da Floresta Mediterrânica – UNAC. 2022. Fatores de incidência da cobrilha-da-cortiça (*Coroebus undatus* Fabr.). [https://unac.pt/images/WEB\\_A4\\_MANUAL\\_T%C3%89CNICO\\_FATORES\\_DE\\_INCIDENCIA\\_DA\\_COBRILHA.pdf](https://unac.pt/images/WEB_A4_MANUAL_T%C3%89CNICO_FATORES_DE_INCIDENCIA_DA_COBRILHA.pdf)

União da Floresta Mediterrânica – UNAC. 2023. Guia de identificação da cobrilha-da-cortiça (*Coroebus undatus*). [https://www.unac.pt/images/Guia\\_Campo\\_UNDERCORK.pdf](https://www.unac.pt/images/Guia_Campo_UNDERCORK.pdf)

Vessella, F., López-Tirado, J., Simeone, M. C., Schirone, B., & Hidalgo, P. J. (2017). A tree species range in the face of climate change: cork oak as a study case for the Mediterranean biome. *Eur J Forest Res* **136**, 555–569. <https://doi.org/10.1007/s10342-017-1055-2>

Vizinho, A. F. S. (2016). A viabilidade económica da gestão sustentável do montado de sobreiro. Caso de estudo-Aldeia das Amoreiras. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre, Universidade do Algarve, Portugal.

