

# Proposta de Adaptação do Índice de Qualidade Saproxílica para Portugal continental

Luís Oliveira Ribeiro

Mestrado em Ecologia e Ambiente

Departamento de Biologia

2021

## **Orientador**

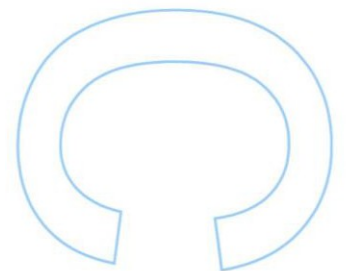
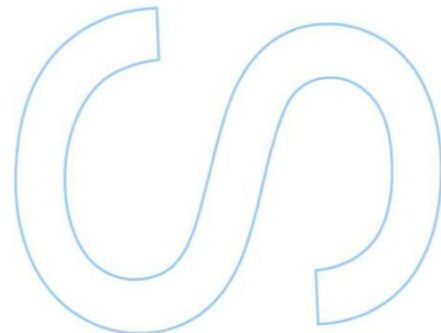
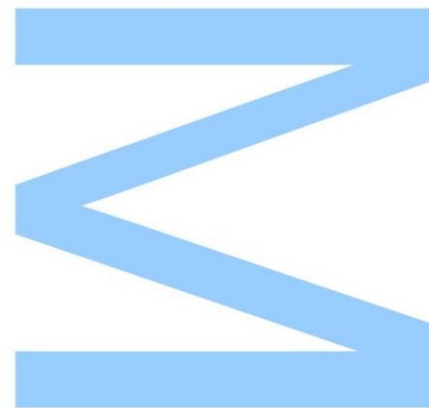
Prof. Doutor Alexandre Carlos Nogueira Valente

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

## **Supervisor**

Doutor José Manuel Grosso Ferreira da Silva

Museu de História Natural e da Ciência da Universidade do Porto

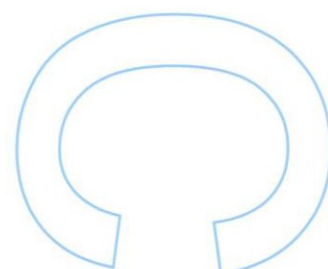
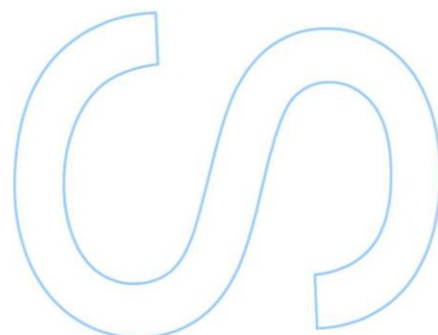
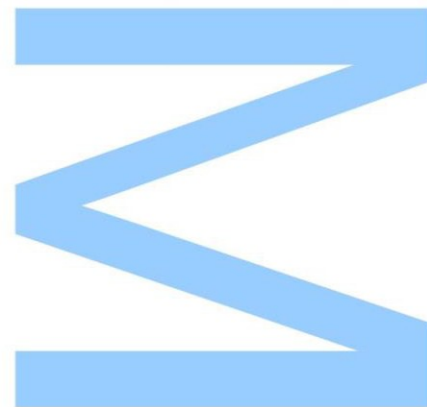




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_



# Resumo

Cerca de um quarto de todas as espécies de invertebrados florestais são coleópteros saproxílicos que desempenham papéis importantíssimos na decomposição de madeira morta e no sequestro de carbono, sendo o seu estudo de interesse para a conservação florestal. Proposto em 1999, o Índice de Qualidade Saproxílica (IQS) propõe uma ferramenta capaz de avaliar a condição dos habitats destes invertebrados.

Este trabalho teve como objetivos (1) a elaboração de uma base de dados de espécies da ordem Coleoptera com carácter saproxílico, e sua distribuição geográfica em Portugal, (2) a adaptação dos critérios definidos para a aplicação do IQS às peculiaridades portuguesas e (3) a aplicação destes novos critérios para o cálculo do IQS a diferentes locais do país.

Uma extensa recolha bibliográfica culminou com a identificação de 911 espécies de coleópteros saproxílicos, mas apenas as espécies de 35 famílias alvo foram selecionadas para testar os critérios de pontuação definidos. Os critérios definidos diferem dos originais na escolha da unidade de divisão do território, na consideração da coesão da distribuição geográfica e na modificação do fator de incerteza/escassez da informação.

Após a aplicação dos critérios definidos para a pontuação das espécies de coleópteros saproxílicos, foi avaliada a qualidade saproxílica a diferentes níveis geográficos (território nacional, distritos, concelhos, áreas de interesse para a conservação da natureza) e considerando três conjuntos diversos de espécies (todas as espécies pontuadas, apenas as que não suscitam dúvidas quanto à sua distribuição geográfica e apenas as espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios).

Os resultados para os diferentes níveis geográficos considerados são globalmente concordantes. Para as espécies cuja distribuição geográfica é bem conhecida, os valores do IQS são sempre superiores, mostrando, pois, um impacto negativo das lacunas de conhecimento. Os valores do IQS são ainda, de uma forma geral, maiores quando apenas se consideram as espécies saproxílicas obrigatórias, mostrando a necessidade de um conhecimento aprofundado para a avaliação da qualidade saproxílica.

Por outro lado, dada a lacuna de informação existente, a não consideração de todas as espécies saproxílicas, facultativas e obrigatórias, ou não considerar mesmo todas as espécies avaliadas, tem como consequência limitar a avaliação da qualidade saproxílica a um conjunto mais reduzido de áreas geográficas.

Os critérios propostos para o cálculo do IQS em Portugal, estando condicionados pelo

conhecimento atual dos coleópteros saproxílicos e, sobretudo, pelas presentes lacunas de informação, mostram, no entanto, alguns resultados promissores na identificação da qualidade saproxílica. Apenas com o consolidar dos conhecimentos sobre os coleópteros saproxílicos poderão esses critérios ser revistos e melhor adaptados à realidade nacional, sendo este trabalho um passo fundamental para essa consolidação.

Palavras-chave: Índice de Qualidade Saproxílica, Critérios de pontuação, Base de dados de coleópteros saproxílicos, Portugal, Conservação

# Abstract

About a quarter of all forest invertebrate species are saproxylic coleopterans that fulfill important roles in the decomposition of dead wood and carbon sequestering, being that its study is of interest to forest conservation. Published in 1999, the Saproxylic Quality Index (SQI) proposes a tool capable of evaluating habitat condition of these invertebrates.

This work had the following objectives (1) the creation of a Coleoptera saproxylic species list and distribution data for Portugal, (2) the adaptation of the index different criteria to the Portuguese peculiarities and (3) the application of the new Portuguese criteria to the calculation of the SQI to different places in the country.

There was extensive research conducted that resulted in 911 species of saproxylic beetles identified, but only the species of 35 target families were selected to test the newly defined scoring criteria. The scoring criteria differ from the originals in the choice of geographical unit, in the consideration of the geographical cohesion of distribution and in the modification of the uncertainty factor.

After the application of the newly established criteria for the scoring of the saproxylic coleopteran species, we calculated the SQI at different geographic levels (national territory, districts, municipalities, and areas of interest to nature conservation) and considering three different sets of species (all scored species, only those that have no uncertainty about their geographical distribution and only species of obligate saproxylic coleopterans).

The results for the different geographical levels considered are globally concordant. For the species with a well-known geographic distribution, the SQI values are always superior, showing, therefore, the negative impact of these knowledge gaps. The SQI values are also, broadly speaking, larger when considering only obligate saproxylic species, showing the necessity of deeper knowledge to properly evaluate saproxylic quality.

On the other hand, given the void of knowledge, not considering all the saproxylic species, facultative and obligate, or not considering all species scored, limits the application of the SQI to a narrower set of geographical areas.

The criteria proposed for the SQI calculation in Portugal, being conditioned by the current available knowledge for saproxylic coleopterans and, above all, the knowledge gaps, show, however, some promising results in the identification of saproxylic quality. Only with the consolidation of more knowledge about saproxylic coleopterans can these criteria be revised and better adapted to the national reality, with this work representing a fundamental step towards said

consolidation.

Keywords: Saproxylic Quality Index, Scoring Criteria, Data base of saproxylic coleopteran, Portugal, Conservation

## Índice

Índice .....	5
Índice de Figuras .....	7
Índice de Tabelas .....	8
1. Introdução.....	10
1.1. Sproxilidade e importância ecológica .....	10
1.2. Contexto histórico .....	11
1.3. Situação em Portugal.....	14
1.4. Objetivos.....	16
2. Metodologia .....	18
2.1. Elaboração da lista de Coleópteros saproxílicos.....	18
2.2. Definição de critérios para aplicação do Índice de Qualidade Sproxílica em Portugal.....	18
2.3. Cálculo do índice de qualidade saproxílica .....	19
3. Resultados e Discussão.....	21
3.1. Espécies saproxílicas .....	21
3.2. Proposta de adaptação dos critérios de pontuação para aplicação do índice de qualidade saproxílica em Portugal.....	23
3.3. Aplicação dos critérios definidos às espécies de coleópteros saproxílicos da base de dados compilada .....	28
3.4. Cálculo do índice de qualidade saproxílica .....	32
3.4.1. IQS para o território nacional .....	32
3.4.2. IQS para os 18 distritos de Portugal continental .....	33
3.4.3. IQS para alguns concelhos de Portugal continental.....	38
3.4.4. IQS para algumas zonas de interesse para a conservação da natureza.....	40

4. Conclusões .....	45
Bibliografia .....	48
Anexo 1 .....	51
Anexo 2 .....	55
Anexo 3 .....	66
Anexo 4 .....	66
Anexo 5 .....	66



## Índice de Figuras

Figura 1 – Esquema ilustrando a hierarquia dos diferentes critérios de classificação do IQS....	12
Figura 2 – Proporção dos tipos de floresta em Portugal continental, no território da União europeia e no mundo retirado de Florestas.pt (2020) adaptado de dados de Forest Europe (2015).....	15
Figura 3 – Evolução da ocupação de território pelas principais espécies de árvores em Portugal entre 1902 e 2010 retirado de Florestas.pt (2020) adaptado de dados de ICNF (2013).....	15
Figura 4 – Número de espécies de coleópteros saproxílicos conhecidas em quatro países europeus (as fontes são, da esquerda para a direita: Grosso-Silva, comunicação pessoal; Fowles <i>et al.</i> , 1999; Resultados deste trabalho; Schmidl & Bußler, 2004; Audisio <i>et al.</i> , 2014).....	21
Figura 5 – Classes de dimensão da área ocupada pelos 18 distritos do território nacional (em km <sup>2</sup> ). .....	26
Figura 6 - Diagrama exemplificativo da forma de aplicação dos critérios de pontuação das espécies de coleópteros saproxílicos existentes em Portugal, para posterior cálculo do IQS. ...	28
Figura 7 – Distribuição das espécies de coleópteros saproxílicos do território nacional de acordo com a quantidade de informação sobre a sua distribuição geográfica e, conseqüentemente, sobre a sua inclusão ou exclusão para a atribuição de pontuação para posterior cálculo do IQS. ....	29
Figura 8 – Classes de frequência da pontuação atribuída às espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal (A) e de Inglaterra (Fowles <i>et al.</i> , 1999) (B). Na coluna relativa à classe de pontuação 4 está indicado a laranja o número de espécies com algum nível de incerteza.....	31
Figura 9 - Comparação dos valores de IQS nos 18 distritos de Portugal continental para todas as espécies avaliadas, para as espécies cuja distribuição geográfica é conhecida e para as espécies saproxílicas obrigatórias. ....	36
Figura 10 – Variação dos valores do IQS nos 18 distritos de Portugal continental para todas as espécies avaliadas (azul) e para as espécies cuja distribuição geográfica é conhecida (laranja), em função do número de espécies avaliadas (A), da densidade populacional humana dos distritos (B) e da área ocupada pelos distritos.....	37
Figura 11 - Comparação dos valores de IQS nos concelhos de Portugal continental para todas as espécies avaliadas, para as espécies cuja distribuição geográfica é conhecida e para as espécies saproxílicas obrigatórias.....	40

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Critérios mais recentes para a atribuição de pontuação às espécies de coleópteros saproxílicos, de acordo com a sua raridade, para posterior cálculo da versão mais recente do Índice de Qualidade Saproxílica (Alexander, 2015).....	13
Tabela 2 - Lista das famílias alvo de Coleoptera selecionadas para testar a aplicação dos critérios redefinidos para determinar o IQS em Portugal. ....	22
Tabela 3 - Proposta de critérios de pontuação a atribuir às espécies de coleópteros saproxílicos em Portugal. ....	23
Tabela 4 – Número de espécies que foram incluídas nas diferentes classes de pontuação, de acordo com os critérios propostos, considerando as espécies da base de dados final e as das bases de dados de base e do iNaturalist (2021). ....	30
Tabela 5 - Espécies com estatuto IUCN (2021) de ameaça, ou proteção legal, e a que foi atribuída a pontuação máxima (32) de acordo com os critérios propostos.....	30
Tabela 6 -Valor do IQS calculado para o território de Portugal continental recorrendo à pontuação obtida para todas as espécies de coleópteros saproxílicos, utilizando apenas os dados relativos às espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios e excluindo todas as espécies avaliadas com incerteza da sua distribuição geográfica.....	33
Tabela 7 - Caracterização dos 18 distritos de Portugal continental em relação ao Índice de Qualidade Saproxílica (IQS), com indicação do número de espécies de coleópteros saproxílicos que foi possível pontuar, densidade populacional humana e área ocupada pelos distritos .....	34
Tabela 8 - Valor do IQS para cada distrito com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos com distribuição conhecida. ....	35
Tabela 9 - Valor do IQS para cada distrito com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios. ....	35
Tabela 10 – Valor do IQS para cada concelho com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos.....	38
Tabela 11 - Valor do IQS para cada concelho com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos com distribuição conhecida. ....	39
Tabela 12 - Áreas protegidas ou de interesse para a conservação natural utilizadas no âmbito deste trabalho. ....	41
Tabela 13 – Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 40 espécies.....	42

Tabela 14 - Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 20 e menos de 40 espécies. ....	42
Tabela 15 - Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 40 espécies com distribuição conhecida. ....	43
Tabela 16 - Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 20 espécies saproxílicas obrigatórias (a vermelho assinalado números de espécies inferiores a 40).....	44

# 1. Introdução

## 1.1. Sproxilidade e importância ecológica

As florestas cobrem cerca de 30% da superfície terrestre do planeta (Stokland *et al.*, 2012) e fornecem serviços ecológicos importantes, nomeadamente a fixação de carbono, a geração de oxigénio e a produção de uma miríade de recursos dos quais a humanidade tira proveito (Sodhi & Ehrlich, 2010). Apesar de cobrirem uma porção minoritária da superfície, as florestas albergam 80% das espécies terrestres do planeta (Stokland *et al.*, 2012).

As florestas têm conhecido várias ameaças recentes para as suas funções e existência. As mudanças climáticas e a desflorestação são as principais causas para a destruição de 13 milhões de hectares por ano, a que se pode juntar uma terceira causa, a falta de uma gestão cuidada dos recursos florestais (Siitonen, 2001).

O mundo tem feito progressos em integrar estas preocupações com decisões políticas que procuram mitigá-las, sendo que já 12% das florestas integravam áreas protegidas em 2012 (Stokland *et al.*, 2012).

A floresta não é, contudo, e enquanto ecossistema, composta apenas pelo conjunto de árvores vivas. Para além de outras plantas, fungos e animais, uma possível grande parte da composição de um habitat florestal é a madeira morta que fornece refúgio e alimento para muitas espécies. Cerca de 25% das espécies florestais, em países europeus, dependem de madeira morta (Siitonen, 2001; Stokland & Meyke, 2008; Vogel *et al.*, 2021). Estas espécies, denominadas de saproxílicas, são altamente afetadas por mudanças na quantidade e diversidade de madeira morta ao seu dispor (Seibold *et al.*, 2016) e, por isso, têm sofrido devido à típica gestão florestal em prática, que tem ao longo do tempo substituído as árvores caducifólias nativas por espécies coníferas de crescimento rápido e removido a madeira morta de forma a maximizar a utilização do espaço (Seibold *et al.*, 2015).

Os invertebrados e, de entre eles, nomeadamente os insetos, são o grupo mais diverso associado à madeira morta (Bobiec & Gutowski, 2005). Espécies de invertebrados saproxílicas são definidas como seres que dependem, durante alguma parte do seu ciclo de vida, de madeira

morta de árvores moribundas ou mortas, ou de fungos que habitam a madeira morta ou da presença de outros saproxílicos (Speight, 1989). Devido ao teor generalista da definição anterior, estudos sobre estes invertebrados frequentemente distinguem ainda as espécies saproxílicas com base no seu nível de dependência da madeira morta ou de árvores moribundas: espécies saproxílicas obrigatórias, se dependerem incondicionalmente de madeira morta, ou espécies saproxílicas facultativas, se preferirem a madeira morta mas existirem em outros habitats/microhabitats (Fowles *et al.*, 1999).

Os Coleópteros são uma componente importante para a avaliação destes habitats dado que, dentro da classe dos Insetos (Arthropoda: Hexapoda), são a ordem com maior número de espécies saproxílicas (Brusca *et al.*, 2016; Bobiec & Gutowski, 2005). Estas espécies são ainda relevantes pois realizam funções importantes na decomposição e mineralização de matéria orgânica e na rede trófica do ecossistema florestal (Bobiec & Gutowski, 2005). Finalmente, outro aspeto especialmente relevante é que cerca de 30% de todos os coleópteros saproxílicos europeus já avaliados têm estatuto de ameaça na lista vermelha internacional da IUCN (2021) (Seibold *et al.*, 2015).

A necessidade de avaliação e monitorização dos espaços florestais existentes, com o objetivo de desenvolver uma gestão responsável dos mesmos, tem como ferramenta útil o conhecimento das várias espécies de coleópteros saproxílicos, conhecimento este que começou a ser desenvolvido há já bastante tempo (Fowles *et al.*, 1999).

## 1.2. Contexto histórico

O índice de qualidade saproxílica (IQS) (Fowles *et al.*, 1999) foi criado, em parte, como alternativa ao índice de continuidade ecológica (ICE) (Alexander, 1988; Alexander, 2004). O ICE foca-se na avaliação de locais com base na continuidade ecológica de espécies de coleópteros saproxílicos (Alexander, 1988), enquanto que o IQS, em contraste, baseia a sua avaliação dos locais no estatuto de ameaça e na raridade das espécies, determinada e mantida independentemente por associações britânicas (Alexander, 2015).

Ambos os índices ainda são utilizados em território britânico; de acordo com (Alexander, 2015) o ICE é superior na avaliação de qualidade saproxílica, dado o seu ênfase na riqueza específica

da fauna de arvoredos velhos, enquanto que o IQS é superior na sua avaliação de condições saproxílicas locais, em função de estandardização do esforço de registos.

A pesquisa bibliográfica mostra que a utilização do IQS tem sido limitada ao território britânico, dada a insuficiente quantidade de informação necessária para uma aplicação/adaptação da ferramenta noutros países (Alexander, 2015).

O IQS considera um conjunto de critérios de atribuição de pontuações a diferentes níveis de raridade das espécies de coleópteros saproxílicos. A atribuição da pontuação aparenta seguir uma hierarquia estrita (Figura 1), sendo o estatuto de ameaça atribuído a nível britânico (ou por vezes a nível internacional), o fator mais importante na determinação da raridade da espécie. Às restantes espécies restante é atribuída uma pontuação de acordo com as suas características, nomeadamente a sua distribuição geográfica. A qualquer espécie para a qual se verifique não existirem dados suficientes sobre a distribuição geográfica, é atribuída uma pontuação baixa, representativa da incerteza da classificação. Neste último fator, o de incerteza, não é possível determinar se esta pontuação baixa se sobrepõe à pontuação alta do estatuto de ameaça, em parte por não existirem espécies em que as duas condições se apliquem e não ser explicitada, em nenhuma das versões publicadas dos critérios de pontuação, a hierarquia dos fatores de classificação (Fowles, 1997; Fowles *et al.*, 1999; Alexander, 2015).

O objetivo do índice, como descrito, é identificar novos locais com potencial de conservação e não necessariamente a avaliação da continuidade de locais de distribuição conhecidos.

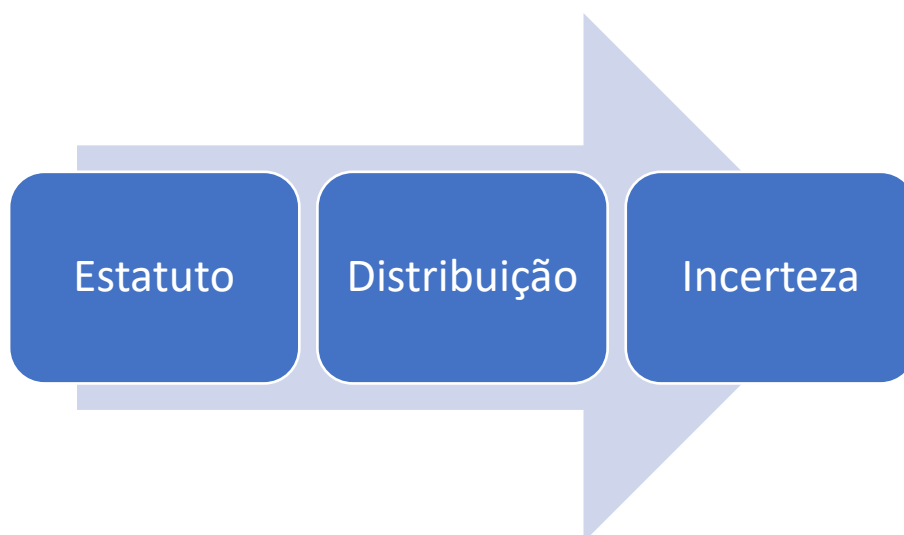


Figura 1 – Esquema ilustrando a hierarquia dos diferentes critérios de classificação do IQS.

Às espécies com estatuto de ameaça “Vulnerável” ou “Em perigo”, conforme os estatutos considerados em Inglaterra, é atribuída a pontuação mais elevada (Tabela 1). Na ausência de estatuto de ameaça e havendo dados abundantes sobre a sua distribuição geográfica, a pontuação atribuída às espécies é feita com base na sua presença/ausência numa matriz de quadrículas decaquilométricas. Nos casos em que se verifique não existirem dados suficientes sobre a distribuição das espécies, é-lhes atribuído uma pontuação baixa (4 pontos), de forma a tentar minimizar o excesso de peso que pudesse vir a ter na avaliação de locais.

Tabela 1 - Critérios mais recentes para a atribuição de pontuação às espécies de coleópteros saproxílicos, de acordo com a sua raridade, para posterior cálculo da versão mais recente do Índice de Qualidade Saproxílica (Alexander, 2015).

Pontuação	Critérios
32	Estatuto de ameaça acima de Pouco Preocupante
24	Conhecido de até 15 quadrículas decaquilométricas
16	Conhecido de 16-30 quadrículas decaquilométricas
8	Conhecido de 31-100 quadrículas decaquilométricas
4	Muito Local/Incerto
2	Local
1	Comum

Determinada a pontuação atribuída a cada espécie, qualquer lista de espécies para um determinado local pode ser utilizada para o avaliar de acordo com o IQS, o que é feito da seguinte forma:

$$\text{Índice de Qualidade Saproxílica (IQS)} = \text{SPE/ENR} \times 100$$

Para o cálculo do IQS é preciso calcular a soma das pontuações das espécies observadas (SPE) num determinado local, dividi-la pelo número de espécies nativas registadas (ENR) e multiplicar o resultado por 100. De notar que na primeira versão do índice (Fowles, 1997) as espécies com

uma pontuação de 1 não contribuíam para o cálculo dos somatórios das pontuações atribuídas às espécies observadas (SPE), mas apenas para o cálculo do número de espécies nativas registadas (ENR). Esta peculiaridade do cálculo do IQS já não existe em qualquer das versões subsequentes (Fowles *et al.*, 1999; Alexander, 2015).

Os autores do IQS, após vários anos de utilização do mesmo (Alexander, 2015) recomendam a sua aplicação apenas a locais onde estejam identificadas no mínimo, 40 espécies; abaixo desse número de espécies os resultados do IQS são pouco precisos, podendo mostrar variações demasiado grandes.

### 1.3. Situação em Portugal

Em Portugal, existem 3 milhões de hectares de floresta, ou seja, 36-39% do território de acordo com o 6.º Inventário Florestal Nacional do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF, 2013) e a Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental 2018 (Direção-Geral do Território, 2019), respetivamente. Portugal tem tido uma grande preocupação com a gestão florestal, uma vez que as monoculturas favorecem a ocorrência de incêndios e cerca de 56% da cobertura florestal portuguesa é constituída por pinheiros e eucaliptos (ICNF, 2013; Direção-Geral do Território, 2019) (Figura 2 e 3).

É de salientar que as espécies do género *Quercus* aparentam ter um maior papel na conservação de espécies saproxílicas e no sequestro de carbono, quando comparadas com espécies do género *Pinus*. No entanto espécies exóticas como o eucalipto, ou outras com cariz invasor, têm uma correlação negativa com a abundância de espécies saproxílicas (Moreira *et al.*, 2016). Assim, face à evolução crescente da área ocupadas pelas plantações de eucalipto, *Eucalyptus globulus*, que constitui já 26% do coberto arbóreo nacional, é preocupante o impacto que venha a ter nas espécies saproxílicas nativas (ICNF, 2013).



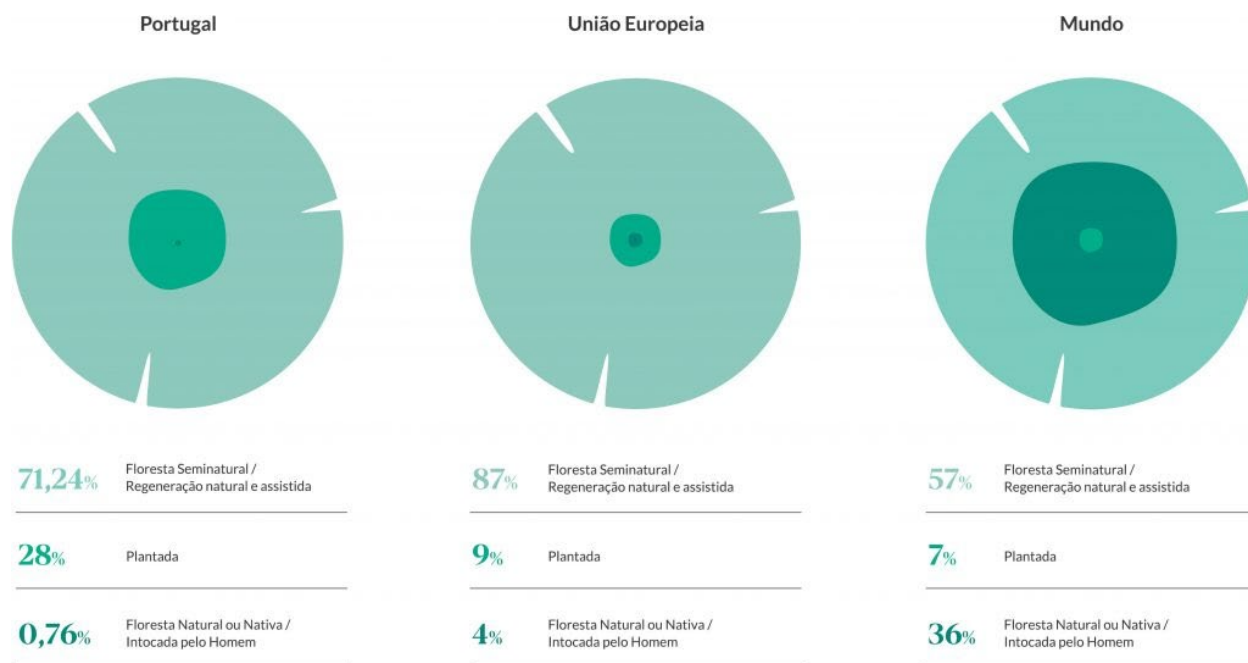


Figura 2 – Proporção dos tipos de floresta em Portugal continental, no território da União europeia e no mundo retirado de Florestas.pt (2020) adaptado de dados de Forest Europe (2015)

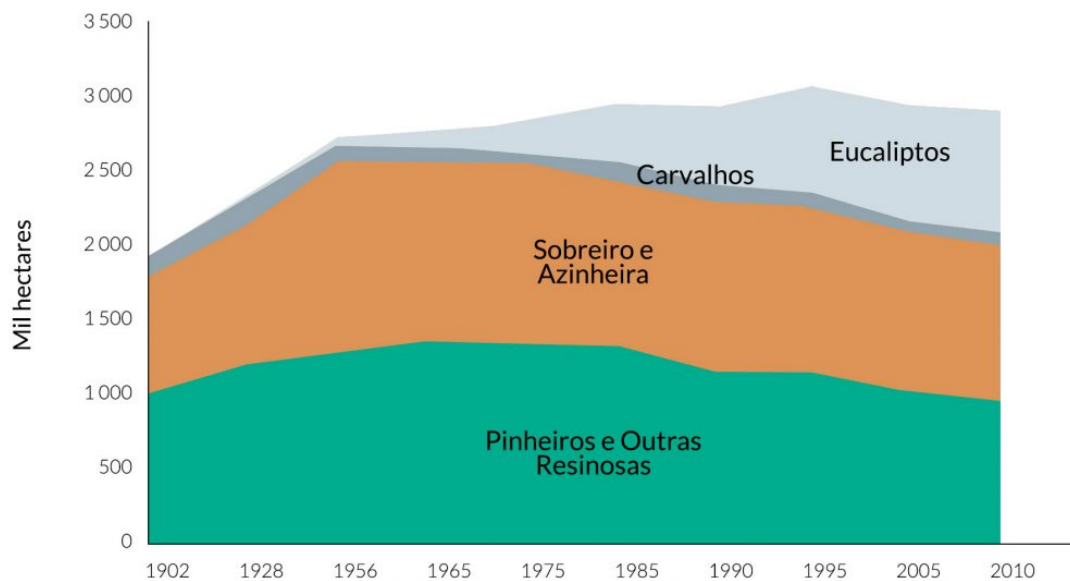


Figura 3 – Evolução da ocupação de território pelas principais espécies de árvores em Portugal entre 1902 e 2010 retirado de Florestas.pt (2020) adaptado de dados de ICNF (2013).

A bibliografia dedicada aos coleópteros saproxílicos em Portugal é escassa, não tendo sido encontrada nenhuma publicação com uma lista das espécies saproxílicas portuguesas.

A bibliografia referente à distribuição geográfica em Portugal destas espécies é ainda muito dispersa e carece, frequentemente, de qualidade. Tratam-se maioritariamente de compilações de observações em eventos únicos, muitas vezes com pouco detalhe sobre a localização das observações, o que não permite a sua utilização a escalas mais pormenorizadas.

Assim, as ferramentas existentes para a avaliação da qualidade dos habitats de madeira morta, como o IQS, têm aplicação muitíssimo limitada em Portugal. O IQS apenas seria aplicável em alguns casos, como quando se baseia em dados sobre distribuição de algumas espécies mais estudadas, que seriam representativas de qualidade de habitat saproxílico, como é o caso de *Lucanus cervus*, e outros Lucanídeos, objetos de estudo do projeto VACALOURA.pt (Vaca-Loura.pt; Soutinho *et al.*, 2017).

Numa tentativa de adaptação de outra ferramenta britânica (Burns *et al.*, 2014) de avaliação de sítios com potencial saproxílico, Moreira *et al.* (2016) propuseram o Índice Aplicado de Atividade Saproxílica (IAAS), que se baseia em evidências de atividade de espécies saproxílicas (orifícios de alimentação ou emergência) para avaliar a comunidade desses sítios.

À parte do trabalho de Moreira *et al.* (2016) não temos conhecimento de qualquer tentativa de avaliação da qualidade saproxílica em território nacional, motivo mais que suficiente para o desenvolvimento deste projeto.

## 1.4 Objetivos

Neste trabalho procura-se (1) contribuir para o conhecimento das espécies de Coleópteros saproxílicos em território português, (2) propondo-se um conjunto de critérios adaptado à realidade do conhecimento da fauna de Coleópteros saproxílicos, (3) destinados a permitir utilizar-se o IQS em Portugal, aplicando-o à determinação da qualidade saproxílica de diferentes unidades geográficas relevantes em Portugal.

Com estes objetivos em mente, foram definidos os seguintes objetivos:

- Elaborar uma lista de espécies saproxílicas, obrigatórias e facultativas, conhecidas em Portugal;

- Adaptar os critérios de pontuação das espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal continental, de forma a poder utilizar o Índice de Qualidade Saproxílica em Portugal, ou seja, adaptar os critérios de pontuação de acordo com o nível de conhecimento atual dos coleópteros saproxílicos de Portugal;
- Aplicar os critérios de pontuação às espécies saproxílicas de Portugal continental, de forma a poder calcular o IQS para diversas áreas de especial interesse para a conservação da natureza do país e, interpretando os seus resultados, analisar a sua importância.

## 2. Metodologia

### 2.1 Elaboração da lista de Coleópteros saproxílicos

Sem uma base de dados de coleópteros saproxílicos e sua distribuição geográfica em território nacional nenhum cálculo do IQS seria possível. A criação dessa base de dados afigura-se pois como um passo fundamental para resolver essa lacuna de conhecimento.

O ponto de partida para a elaboração dessa base de dados foi uma outra base de dados da fauna de Coleópteros de Portugal continental (J. M. Grosso-Silva, comunicação pessoal), que não apenas de espécies saproxílicas. A partir dessa base de dados, e através de uma recolha bibliográfica alargada (Anexo 1), procurou-se identificar quais as espécies que são saproxílicas, obrigatórias ou facultativas, bem como se procurou obter, sempre que possível, a referência a outras características relevantes das espécies em causa, nomeadamente a sua distribuição geográfica em território nacional (Anexo 2) e informação atualizada do seu estatuto de ameaça IUCN (2021).

A recolha de toda a informação disponível sobre a distribuição em Portugal para cada uma das espécies identificadas dividiu-se entre dois tipos de fontes, compilações de coleções e bibliografia entomológica (Anexo 4), e a transferência de dados da plataforma iNaturalist (2021) (Anexo 5).

### 2.2. Definição de critérios para aplicação do Índice de Qualidade Saproxílica em Portugal

Tendo como base os três critérios definidos para o IQS (Figura 4), propõe-se para Portugal a redefinição dos critérios de forma a garantir a aplicabilidade do IQS face ao estado atual de conhecimento das espécies saproxílicas em Portugal.

Foram considerados os mesmos três critérios principais:

- o estatuto de ameaça europeu das espécies segundo Cálix *et al.* (2018), qualquer que seja desde que acima de “Pouco preocupante” e a proteção legal atribuída a cada espécie (Decreto-Lei n.º 156-A/2013, 2013);
- A área de distribuição da espécie em Portugal;
- O grau de incerteza/insegurança da informação relativa à distribuição geográfica das espécies em território nacional.

### 2.3. Cálculo do índice de qualidade saproxílica

O primeiro passo para se poder avaliar o IQS de qualquer área do território nacional é conhecer quais as espécies de coleópteros saproxílicos nela existentes.

Assim, a partir da base de dados, mais ampla, que constituiu o ponto de partida, será elaborada uma base de dados mais restrita, apenas com as espécies de coleópteros saproxílicos referenciados para território continental nacional, que será complementada com os resultados obtidos a partir da bibliografia consultada.

Nessa base de dados de coleópteros saproxílicos conhecidos em território continental português constarão as seguintes informações:

- Nome científico da espécie
- Distribuição geográfica conhecida:
  - Distrito;
  - Concelho;
  - Local (com a precisão possível);
- Data de observação;
- URL do registo, sempre que se aplique.

Esta base de dados será ainda complementada com a informação disponível noutras bases de dados, como a plataforma iNaturalist (2021). No caso da base de dados iNaturalist serão selecionados apenas os registos existentes das famílias alvo com equivalência a grau de pesquisa (identificados pela comunidade de utilizadores), de forma a eliminar registos cuja identificação seja duvidosa ou contestada.

Tendo como fonte a base de dados a ser criada, poderá proceder-se à atribuição da pontuação a cada espécie, de acordo com os critérios definidos.

Finalmente, pode calcular-se o IQS para diferentes níveis de áreas geográficas, de acordo com a distribuição conhecida das espécies de coleópteros saproxílicos.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Espécies saproxílicas

A base de dados que constituiu o ponto de partida (J.M. Grosso-Silva, comunicação pessoal, 2020) inclui cerca de 4 200 espécies de coleópteros conhecidos para Portugal, estando atualizada até à data de início deste trabalho.

O número de espécies que, no início deste trabalho, encontrámos identificadas na base de dados como sendo saproxílicas era, em comparação com outros países europeus, bastante menor (Figura 4). Note-se que o número que consta na lista britânica parece pequeno, mas essa lista inclui apenas os coleópteros saproxílicos obrigatórios, sendo, portanto, mais restritiva do que as restantes listas referidas na figura 4.

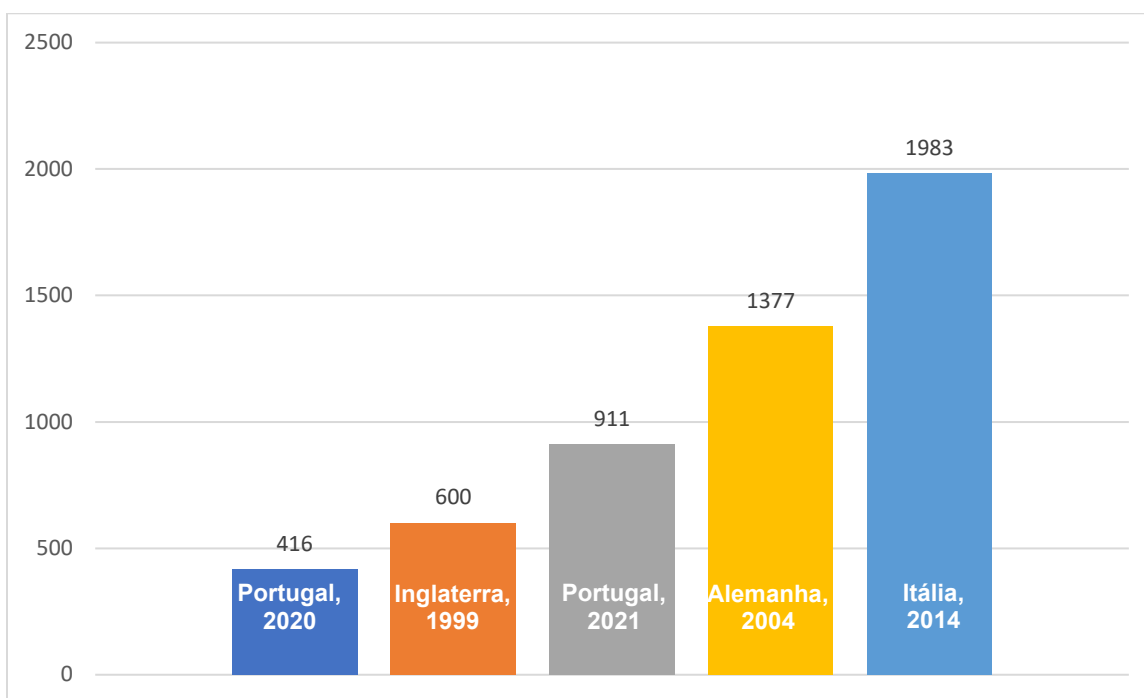


Figura 4 – Número de espécies de coleópteros saproxílicos conhecidas em quatro países europeus (as fontes são, da esquerda para a direita: Grosso-Silva, comunicação pessoal; Fowles *et al.*, 1999; Resultados deste trabalho; Schmidl & Bußler, 2004; Audisio *et al.*, 2014).

A análise da lista inicial, e a sua complementação mediante as informações constantes nas listas de coleópteros saproxílicos de outros países, permitiu aumentar o número de espécies identificadas como saproxílicas em Portugal para mais do dobro.

Os elementos obtidos na recolha bibliográfica efetuada levaram a redirecionar o esforço subsequente para um conjunto limitado de famílias de Coleópteros, por motivos variados. Entre os motivos de natureza científica, a reduzida, ou nula, informação sobre a distribuição geográfica resulta na exclusão de algumas famílias, enquanto que a consideração de todas as espécies saproxílicas, independentemente de exibirem uma ecologia saproxílica facultativa ou obrigatória, resulta na inclusão de espécies que pelos critérios originais (Alexander, 2015) seriam excluídas. Entre os motivos de natureza prática que limitaram as famílias consideradas estão o limite temporal para a conclusão deste projeto e, certamente, a quantidade de elementos bibliográficos encontrados. A lista das 35 famílias alvo selecionadas é apresentada na Tabela 2.

É importante fazer notar que será atribuída pontuação a todas as espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal, independentemente de serem espécies saproxílicas obrigatórias ou facultativas; esta opção resulta de não ser possível a exclusão de todas as espécies saproxílicas facultativas devido, sobretudo, à falta de bibliografia disponível que permita determinar o nível de dependência da madeira morta para as espécies nativas em Portugal.

Tabela 2 - Lista das famílias alvo de Coleoptera selecionadas para testar a aplicação dos critérios redefinidos para determinar o IQS em Portugal.

Acanthocnemidae	Cerylonidae	Eucnemidae	Monotomidae	Salpingidae
Aderidae	Cleridae	Histeridae	Mycetophagidae	Scarabaeidae
Biphyllidae	Cucujidae	Laemophloeidae	Mycteridae	Silvanidae
Bostrichidae	Elateridae	Lucanidae	Oedemeridae	Tenebrionidae
Bothrideridae	Endomychidae	Lycidae	Prostomidae	Throscidae
Buprestidae	Erotylidae	Melandryidae	Ptinidae	Trogossitidae
Cerambycidae	Eucinetidae	Melyridae	Pyrochroidae	Zopheridae

A recolha bibliográfica realizada entre as publicações de carácter entomológico (Anexo 4) resultou numa base de dados com 4299 registos para as diferentes espécies; a recolha de informações na plataforma iNaturalist (2021) (Anexo 5) permitiu obter 10 288 registos de distribuição geográfica das espécies de coleópteros saproxílicos em Portugal.



Assim, foi possível determinar o carácter de saproxilidade obrigatória em 178 das espécies, número este que consideramos insuficiente para a aplicação do IQS apenas com base nas espécies saproxílicas obrigatórias. Como se poderá constatar adiante, o número reduzido de espécies saproxílicas obrigatórias limitará de forma evidente as áreas em que é possível aplicar o IQS. Desta forma, o resultado da aplicação do IQS às espécies saproxílicas em Portugal não terá, nesse aspeto, paridade com o resultado da aplicação IQS com os critérios definidos por Alexander (2015) britânico, que se baseia no uso exclusivo de espécies saproxílicas obrigatórias.

### 3.2 Proposta de adaptação dos critérios de pontuação para aplicação do índice de qualidade saproxílica em Portugal.

Os critérios de pontuação das espécies de coleópteros saproxílicos (Tabela 3) diferem em três pontos importantes dos critérios britânicos:

- na escolha de unidade de divisão do território nacional;
- na introdução de uma forma de medição da coesão da distribuição geográfica de cada espécie;
- na contabilização do grau de escassez, ou incerteza, da informação sobre a distribuição geográfica.

Tabela 3 - Proposta de critérios de pontuação a atribuir às espécies de coleópteros saproxílicos em Portugal.

As setas vermelhas indicam a possibilidade de alteração da pontuação atribuída quando há coesão na distribuição geográfica das espécies.

Pontuação	Critérios propostos
32	Com estatuto de ameaça IUCN (2021) ou proteção legal
24	1 Distrito
16	3-2 Distritos ↑
8	5-4 Distritos ↑
4	7-6 Distritos ou incerteza
2	9-8 Distritos
1	18-10 Distritos

Estes critérios podem levar quer a impedir a atribuição de pontuação a algumas espécies, ou seja, a sua exclusão, quer a alteração da pontuação atribuída no sentido de a aumentar.

A avaliação da qualidade da informação, sua escassez, ou insegurança, é o primeiro fator a considerar na atribuição da pontuação a qualquer espécie. Seria de esperar ter de excluir alguma(s) espécie(s) em relação às quais existe pouca, ou nenhuma, informação em relação à sua distribuição geográfica. Esta solução não é desejável considerando a enorme quantidade de espécies com possibilidade de virem a ser excluídas (cerca de 181 espécies de um total de 432, ou seja, praticamente 42% das espécies alvo conhecidas em território continental). O mesmo dilema se coloca no caso britânico, onde se opta por resolver o problema incluindo as espécies com pouca informação, mas atribuindo-lhes uma pontuação baixa, no entanto o número de espécies consideradas incertas no caso britânico é muito reduzido, com apenas três espécies nessa situação.

A questão de incerteza é, então, muito mais relevante no caso português do que no caso britânico. Demasiadas espécies têm um número baixo de registos nacionais e os registos existentes podem não ter continuidade temporal com o presente, existindo espécies citadas só do século XIX, de acordo com a bibliografia consultada. Pelo contrário, a situação inglesa parece cingir-se apenas ao primeiro ponto, um baixo número de registos.

Estando identificados em Portugal estes dois níveis de incerteza através da recolha bibliográfica, foram definidos os seguintes dois critérios adicionais:

1. A atribuição de pontuação aplica-se a espécies com mais de dois registos de distribuição geográfica, mas se os registos de distribuição geográfica forem obtidos a partir de publicações com mais de 50 anos, a essas espécies são automaticamente atribuídos 4 pontos.
2. A atribuição de pontuação pode aplicar-se a espécies com um ou dois registos de distribuição geográfica, mas apenas se esses registos forem recentes, ou seja, obtidos em referências bibliográficas publicadas nos últimos 50 anos.

O corolário da aplicação destes dois critérios adicionais é que não será atribuída pontuação a qualquer espécie com apenas um ou dois registos de distribuição geográfica com mais de 50 anos.

O número de registos mínimos de distribuição geográfica foi escolhido tendo em conta a realidade dos registos gerais das espécies de Coleoptera em Portugal.

A utilização do limite de cinquenta anos para as referências bibliográficas com informações sobre a distribuição geográfica das espécies tem em consideração que esse tempo é o necessário para que uma dada espécie possa ser considerada extinta.

No contexto português, não existindo estatutos nacionais para nenhuma das espécies em estudo, propõe-se a utilização do estatuto de ameaça IUCN (2021). As espécies com um estatuto de ameaça IUCN (2021) acima de “Pouco preocupante” são atribuídas a pontuação mais alta (32 pontos) à semelhança do caso britânico. Nesta pontuação incluem-se também as espécies protegidas por lei em Portugal, por ser o critério mais semelhante a um estatuto nacional disponível para os Coleópteros.

Para a avaliação da área de distribuição optou-se por substituir uma escala de quadrículas decaquilométricas por uma escala menos rígida e mais ampla, o distrito. A distribuição das espécies é avaliada por um sistema de presença/ausência por unidade de distribuição. Para este trabalho a unidade de área de distribuição utilizada é o distrito pois é a divisão mais comum a todos os registos de distribuição consultados; faltando quase sempre coordenadas e muitas vezes a indicação do concelho aos registos de observação dos catálogos entomológicos; muitos dos registos de capturas/observações definem locais de captura com pouca precisão, limitando-se muitas vezes a citar apenas, por exemplo, “Serra da Estrela”. Devido ao número elevado de ocasiões onde o local de captura é impreciso a escalas menores, a maior precisão proporcionada por uma unidade de área mais pequena como o concelho torna-se inaplicável, como adiante se mostrará, para a avaliação do IQS na grande maioria deles.

No entanto, a utilização dos distritos como unidade de área, não resolvendo a questão por completo da imprecisão dos dados, permite minimizar os problemas decorrentes da limitada, e por vezes imprecisa, informação sobre a presença das espécies de coleópteros saproxílicos em Portugal. Os distritos como unidade de área, apesar de serem unidades de distribuição mais

heterógenas quer na sua amplitude, quer no formato quando comparados às quadrículas decaquilométricas adotadas no caso britânico, revelam-se uma melhor opção do que as províncias, por exemplo, na questão de heterogeneidade de dimensão. Para além disso, e apesar de terem dimensões diferentes, cerca de 61% dos distritos apresentam valores intermédios de área (entre 3 500 a 7 000 km<sup>2</sup>) (Figura 5) (Direção-Geral do Território, 2019).

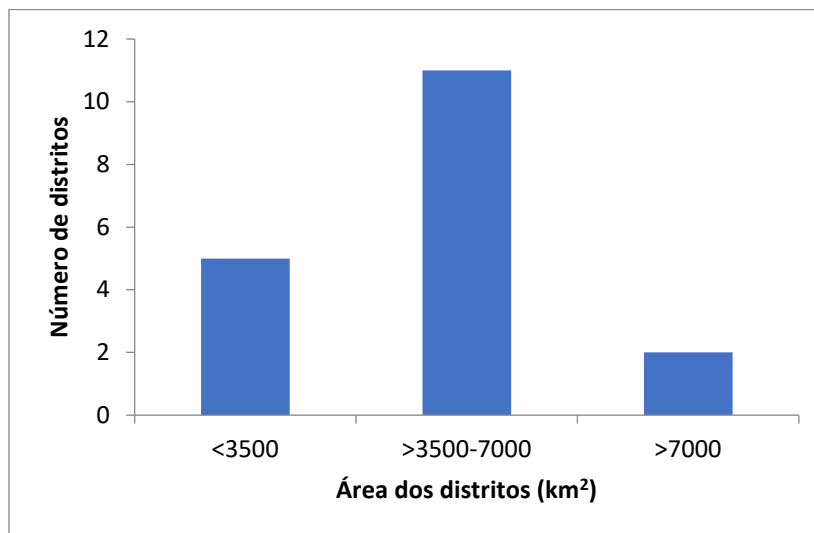


Figura 5 – Classes de dimensão da área ocupada pelos 18 distritos do território nacional (em km<sup>2</sup>).

No exemplo dado anteriormente, o de uma espécie citada para a Serra da Estrela, a localização indicada poderia corresponder a dois distritos. A espécie poderia ser assinalada, para efeitos de pontuação, como presente nos dois distritos, ou poderia selecionar-se um dos distritos em função da proporção de área englobada pelo distrito, caso esse em que a espécie seria considerada incluída apenas no distrito mais representativo. A inclusão do registo nos dois distritos resultaria numa diminuição da pontuação atribuída à espécie de acordo com os critérios definidos; pelo contrário, atribuir o registo a um único distrito, mais representativo, teria o efeito de elevar a pontuação da espécie, aumentando a pontuação atribuída. Na tentativa de ultrapassar o problema, propõe-se juntar à pontuação das espécies um elemento de avaliação secundário, a coesão de distribuição.

A coesão de distribuição é analisada apenas para as espécies com pontuação mais elevada, excluindo apenas as espécies a que é atribuída a pontuação máxima, em função do seu estatuto de ameaça. Assim, uma espécie com uma distribuição geográfica reduzida a 2-3 ou a 4-5

distritos, mas em que a sua distribuição geográfica se prolonga por distritos contíguos é avaliada como coerente, valorizando a pontuação da espécie, ou seja, ser-lhe-ia atribuída uma pontuação maior, correspondente a uma espécie com uma distribuição geográfica menos alargada, ou seja, estando presente apenas em 1 ou 2-3 distritos, respetivamente.

O critério de coesão é definido em relação ao número total de distritos em que a espécie está presente. Como exemplo, tomemos uma espécie presente em 5 distritos; a distribuição desta espécie seria considerada coesa apenas se abranger um número de distritos contíguos superior a metade do número total de distritos, ou seja, a espécie teria de estar presente em pelo menos 3 distritos contíguos, mas podendo existir ainda em 2 distritos isolados. Neste exemplo a espécie em causa teria sido atribuída inicialmente 8 pontos, mas o critério de coesão faria com que lhe fosse atribuído 16 pontos.

Com este critério procura-se valorizar espécies presentes num número reduzido de distritos, mas com uma área de distribuição geográfica mais alargada, ou seja, com habitat menos fracionado. Este critério oferece ainda uma solução elegante para espécies cujos registos de distribuição geográfica são imprecisos.

Uma representação gráfica simplificada (Figura 6) permite uma melhor compreensão dos critérios adotados nesta proposta de pontuação das espécies, com vista à aplicação do IQS, tendo em conta as particularidades do conhecimento dos coleópteros saproxílicos de Portugal.



Figura 6 - Diagrama exemplificativo da forma de aplicação dos critérios de pontuação das espécies de coleópteros saproxílicos existentes em Portugal, para posterior cálculo do IQS.

Finalmente, é importante notar que a fórmula de cálculo para o IQS em Portugal é igual à proposta por Alexander (2015). No entanto, isto não significa que os valores calculados, com base em dois critérios de pontuação diferentes, possam ser considerados comparáveis. Nas duas realidades geográficas, a portuguesa e a britânica, os valores de IQS terão por base diferenças grandes, quer no processo de pontuação das espécies, quer sobretudo no nível de conhecimento existente sobre as espécies em que o cálculo se baseia.

### 3.3 Aplicação dos critérios definidos às espécies de coleópteros saproxílicos da base de dados compilada

A base de dados de coleópteros saproxílicos de Portugal compilada inclui 432 espécies. Destas, 351 (82%) cumprem os requisitos mínimos que permitem a atribuição de uma pontuação, de acordo com os critérios definidos (Figura 7). De entre estas, 106 espécies (24%) foram avaliadas

como tendo algum nível de incerteza (quer pelo número de registos, quer pela falta de registos recentes).

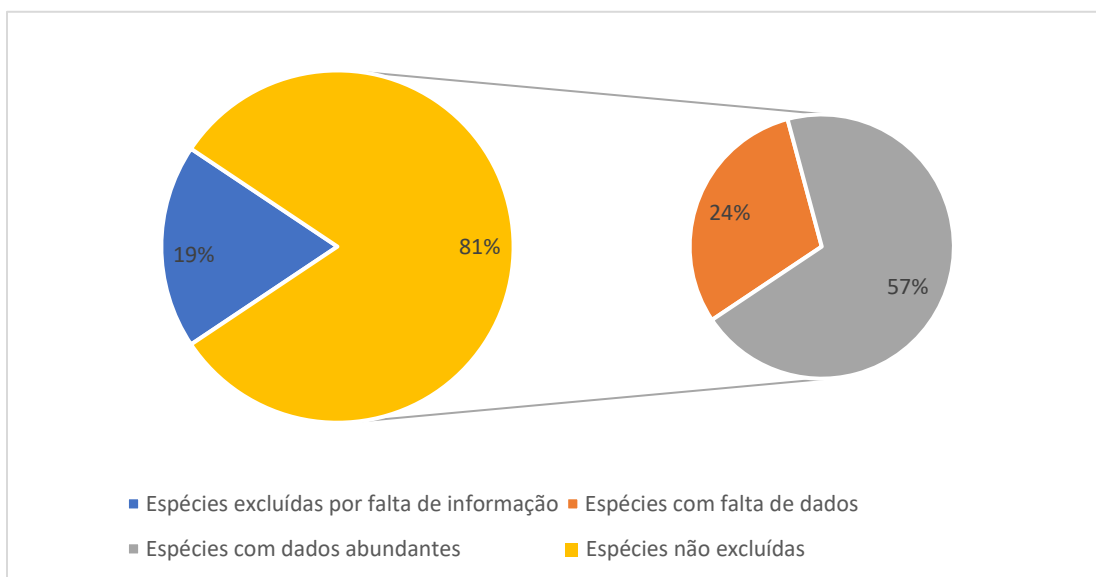


Figura 7 – Distribuição das espécies de coleópteros saproxílicos do território nacional de acordo com a quantidade de informação sobre a sua distribuição geográfica e, conseqüentemente, sobre a sua inclusão ou exclusão para a atribuição de pontuação para posterior cálculo do IQS.

Aplicando os critérios de pontuação às espécies de coleópteros saproxílicos da base de dados compilada (tabela 4), constata-se que:

- 19% das espécies não permitem a atribuição de pontuação, de acordo com os critérios definidos, ou seja, são excluídas;
- Apenas um número muito restrito de espécies (2%) recebe a pontuação máxima (Tabela 5);
- Uma parte considerável das espécies recebe pontuação 4, perfazendo 36% se considerarmos todas as espécies a que é possível atribuir uma pontuação;
- 3% das espécies recebem 2 pontos;
- A contribuição dos dados registados na base de dados do iNaturalist (2021) para a base de dados compilada é pequena, mas não irrelevante, já que permitiu obter informações que esclarecem a incerteza em relação a algumas espécies, permitindo pontuar 2% das espécies que doutra forma teriam sido excluídas.

Tabela 4 – Número de espécies que foram incluídas nas diferentes classes de pontuação, de acordo com os critérios propostos, considerando as espécies da base de dados final e as das bases de dados de base e do iNaturalist (2021).

Pontuação	Número de espécies		
	Base de dados compilada	Apenas dados bibliográficos	Apenas base de dados iNaturalist (2021)
32	8 (2%)	8 (2%)	3 (2%)
24	51 (12%)	48 (12%)	12 (8%)
16	42 (10%)	48 (12%)	21 (12%)
8	20 (5%)	24 (6%)	8 (5%)
4	157 (36%)	142 (34%)	72 (42%)
2	11 (2%)	12 (3%)	13 (8%)
1	62 (14%)	41 (10%)	39 (23%)
X	82 (19%)	91 (22%)	-

Tabela 5 - Espécies com estatuto IUCN (2021) de ameaça, ou proteção legal, e a que foi atribuída a pontuação máxima (32) de acordo com os critérios propostos.

Família	Espécie
Cleridae	<i>Allonyx quadrimaculatus</i> (Schaller, 1783)
Cerambycidae	<i>Cerambyx cerdo</i> Linnaeus, 1758
	<i>Cerambyx welensii</i> (Küster, 1846)
	<i>Drymochares cylindraceus</i> (Fairmaire, 1849)
	<i>Nothorhina muricata</i> (Dalman, 1817)
	<i>Pedostrangalia (P.) revestita</i> (Linnaeus, 1767)
	<i>Stictoleptura (S.) trisignata</i> (Fairmaire, 1852)
Lucanidae	<i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758)

Após a atribuição da pontuação às espécies considerando o número de distritos da sua distribuição geográfica, procedeu-se à determinação de coesão da distribuição de cada espécie, subindo ou mantendo a pontuação conforme o resultado dessa determinação.

A atribuição da pontuação às espécies de coleópteros saproxílicos revela um quadro muito diferente (Figura 8) para Portugal e para o Reino Inglaterra (Fowles *et al.*, 1999). Tal diferença é de esperar, quer por se utilizarem diferentes critérios de pontuação, dado o diferente nível de conhecimento dos coleópteros saproxílicos nos dois países.



Ainda que a comparação entre os dois países não seja possível, o número de espécies a que é atribuída a pontuação 4 faz sobressair, em Portugal, a preponderância das espécies com distribuição incerta (Figura 8A, assinaladas com a barra laranja), que perfazem quase 30% das espécies avaliadas; o número de casos de espécies com distribuição incerta é mesmo superior ao das espécies em qualquer outra das categorias e pontuação.

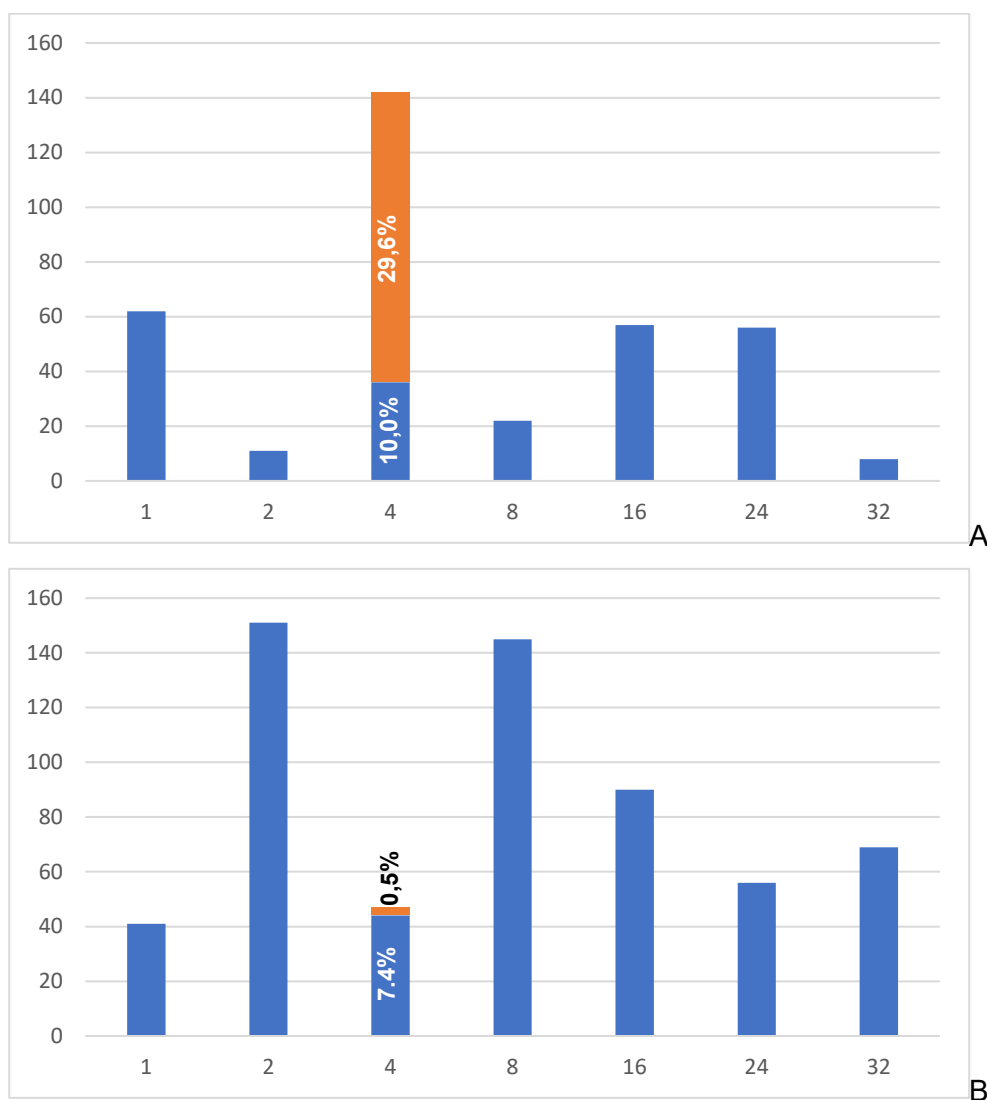


Figura 8 – Classes de frequência da pontuação atribuída às espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal (A) e de Inglaterra (Fowles *et al.*, 1999) (B). Na coluna relativa à classe de pontuação 4 está indicado a laranja o número de espécies com algum nível de incerteza.

As restantes diferenças são impossíveis de interpretar pela utilização de critérios muito diferentes, resultantes de unidades de distribuição bastante distintas (distritos versus quadrícula

decaquilométrica). Infelizmente os dados para Portugal não permitem uma abordagem para a quadrícula decaquilométrica, única forma de poder comparar efetivamente o IQS entre os dois países.

### 3.4 Cálculo do índice de qualidade saproxílica

Após todos os critérios de pontuação das espécies constantes da base de dados compiladas terem sido aplicados pode proceder-se ao cálculo do IQS.

O cálculo do IQS será baseado, sempre que possível, considerando três conjuntos de espécies saproxílicas, a saber:

- Incluindo todas espécies saproxílicas, obrigatórias e facultativas;
- Excluindo todas as espécies avaliadas com algum grau de incerteza sobre a sua distribuição geográfica;
- Incluindo apenas as espécies saproxílicas obrigatórias.

São de seguida apresentados os resultados do cálculo do IQS para as seguintes áreas geográficas:

- Todo o território nacional;
- Os 18 distritos de Portugal continental;
- Os concelhos cujo conhecimento dos coleópteros saproxílicos permitem o cálculo;
- O conjunto de áreas protegidas, ou de particular interesse para a conservação da natureza em Portugal, cujo conhecimento dos coleópteros saproxílicos permite o cálculo.

#### 3.4.1 IQS para o território nacional

A comparação dos valores de IQS para o território nacional, considerando os diferentes universos de espécies saproxílicas (tabela 6), permite retirar duas ilações. A primeira é que, apesar de baseado num número maior de espécies, a inclusão de espécies com algum grau de incerteza a respeito da sua distribuição geográfica (que totalizam 28,5% do número total de espécies) afeta de forma negativa o IQS, quando comparado com o valor de IQS calculado com base nas

espécies saproxílicas para as quais não há grau de incerteza quanto à sua distribuição geográfica. A segunda, é que o cálculo do IQS baseado no conjunto de todas as espécies saproxílicas, independentemente do seu caráter saproxílico, sobrevaloriza a qualidade saproxílica do território nacional, quando comparado com o valor de IQS cujo cálculo foi baseado apenas nas espécies de caráter saproxílico obrigatório.

Tabela 6 -Valor do IQS calculado para o território de Portugal continental recorrendo à pontuação obtida para todas as espécies de coleópteros saproxílicos, utilizando apenas os dados relativos às espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios e excluindo todas as espécies avaliadas com incerteza da sua distribuição geográfica

Condição	Número de espécies considerado	Índice de Qualidade Saproxílica
Todas as espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal, facultativos e obrigatórios, incluindo as espécies com grau de incerteza quanto à sua distribuição geográfica	351	861,36
Todas as espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal com distribuição conhecida	251	1157,14
Apenas as espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios de Portugal	128	848,44

A diferença entre o valor de IQS para o território nacional com todas as espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal, facultativos e obrigatórios, incluindo as espécies com grau de incerteza quanto à sua distribuição geográfica e o valor de IQS para o território nacional apenas com as espécies reconhecidas como saproxílicas obrigatórias é mínima, mas provavelmente este último valor de IQS tem uma base mais sólida para avaliação da qualidade saproxílica.

### 3.4.2 IQS para os 18 distritos de Portugal continental

O cálculo do IQS para os 18 distritos de Portugal, considerando os três conjuntos diferentes de espécies (tabelas 7, 8 e 9) revela uma grande variação de valores.

O valor médio do IQS para os 18 distritos é de 555, 617 e 667, incluindo todas espécies pontuadas, excluindo todas as espécies avaliadas com incerteza de distribuição geográfica e incluindo apenas as espécies saproxílicas obrigatórias, respetivamente.

Tabela 7 - Caracterização dos 18 distritos de Portugal continental em relação ao Índice de Qualidade Saproxilica (IQS), com indicação do número de espécies de coleópteros saproxílicos que foi possível pontuar, densidade populacional humana e área ocupada pelos distritos

Distritos	IQS	Número de Espécies	Densidade Populacional (População/km <sup>2</sup> )	Área (km <sup>2</sup> )
Vila Real	732,37	139	42,9	4328
Coimbra	654,81	135	103,5	3947
Aveiro	635,58	104	249,6	2808
Braga	632,77	119	316,7	2673
Porto	629,82	114	746	2395
Bragança	627,50	80	18,6	6608
Guarda	621,54	130	25,9	5518
Faro	578,45	116	94,3	4960
Santarém	571,68	113	63,1	6747
Portalegre	566,67	84	17,3	6065
Lisboa	530,22	139	824,2	2761
Évora	529,17	48	20,6	7393
Viseu	519,18	73	70,2	5007
Viana do Castelo	511,67	60	102,7	2255
Setúbal	447,57	103	172,9	5064
Castelo Branco	422,97	74	26,7	6675
Leiria	393,55	93	130,5	3515
Beja	383,61	61	14,1	10255

Os valores do IQS revelam-se maiores quando apenas se consideram as espécies cuja distribuição geográfica não suscita incerteza, pois essas espécies, pelo seu grande número, introduzem um fator de distorção. O valor de IQS obtido utilizando apenas as espécies saproxílicas obrigatórias deve, contudo, ser considerado com cautela, pois baseia-se num número muito reduzido de distritos.

Apesar de tudo, o facto de se considerarem todas as espécies saproxílicas ou apenas aquelas cuja distribuição geográfica não suscita dúvidas revela um paralelismo entre os vários distritos (Figura 9).

Tabela 8 - Valor do IQS para cada distrito com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos com distribuição conhecida.

Distrito	IQS	Número de Espécies	Densidade Populacional (População/km <sup>2</sup> )	Área (km <sup>2</sup> )
Vila Real	820,80	125	42,9	4328
Coimbra	749,61	127	103,5	3947
Braga	734,31	102	316,7	2673
Porto	718,87	106	746	2395
Aveiro	717,71	96	249,6	2808
Bragança	713,89	72	18,6	6608
Guarda	690,91	121	25,9	5518
Faro	650,00	102	94,3	4960
Santarém	644,86	107	63,1	6747
Portalegre	637,97	79	17,3	6065
Lisboa	616,52	115	824,2	2761
Évora	557,45	47	20,6	7393
Viseu	554,17	72	70,2	5007
Setúbal	519,78	91	172,9	5064
Viana do Castelo	517,54	57	102,7	2255
Castelo Branco	445,83	72	26,7	6675
Leiria	437,78	90	130,5	3515
Beja	382,46	57	14,1	10255

Tabela 9 - Valor do IQS para cada distrito com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios.

Distritos	IQS	Número de Espécies	Densidade Populacional (População/km <sup>2</sup> )	Área (km <sup>2</sup> )
Vila Real	814,55	55	42,9	4328
Guarda	693,48	46	25,9	5518
Braga	693,44	61	316,7	2673
Santarém	666,67	45	63,1	6747
Aveiro	653,33	45	249,6	2808
Coimbra	628,57	49	103,5	3947
Porto	618,18	44	746	2395
Lisboa	565,22	46	824,2	2761

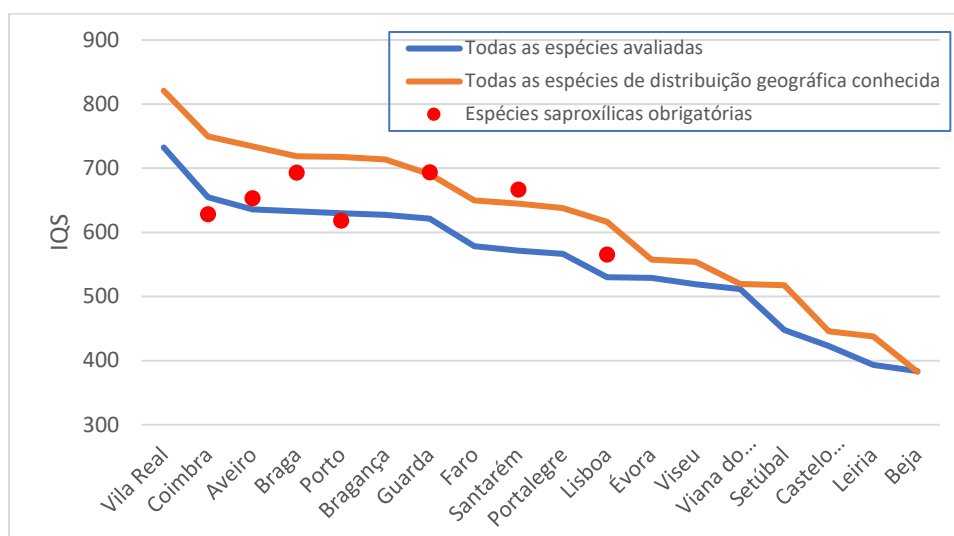


Figura 9 - Comparação dos valores de IQS nos 18 distritos de Portugal continental para todas as espécies avaliadas, para as espécies cuja distribuição geográfica é conhecida e para as espécies saxofílicas obrigatórias.

Seria muito interessante verificar se existiria alguma relação entre os valores do IQS e a composição específica da floresta nos diferentes distritos, mas não foi possível obter atempadamente essa informação.

A aplicação do IQS aos distritos revela um crescimento exponencial do índice relacionado com o aumento do número de espécies de coleópteros saxofílicos nos distritos, ou seja, os valores do índice são mais elevados quando há um maior conhecimento dos coleópteros saxofílicos (Figura 10A), mas sendo a correlação melhor quando o cálculo se baseia apenas nas espécies cuja distribuição geográfica não suscita nenhum grau de incerteza.

Não se encontrou nenhuma relação estatisticamente significativa entre os valores do IQS com a densidade populacional dos distritos, antes pelo contrário observa-se uma enorme variação dos valores do IQS nos distritos com os menores valores de densidade populacional (Figura 10B).

Não se encontrou também nenhuma relação estatisticamente significativa entre os valores do IQS e a área dos 18 distritos (Figura 10C).

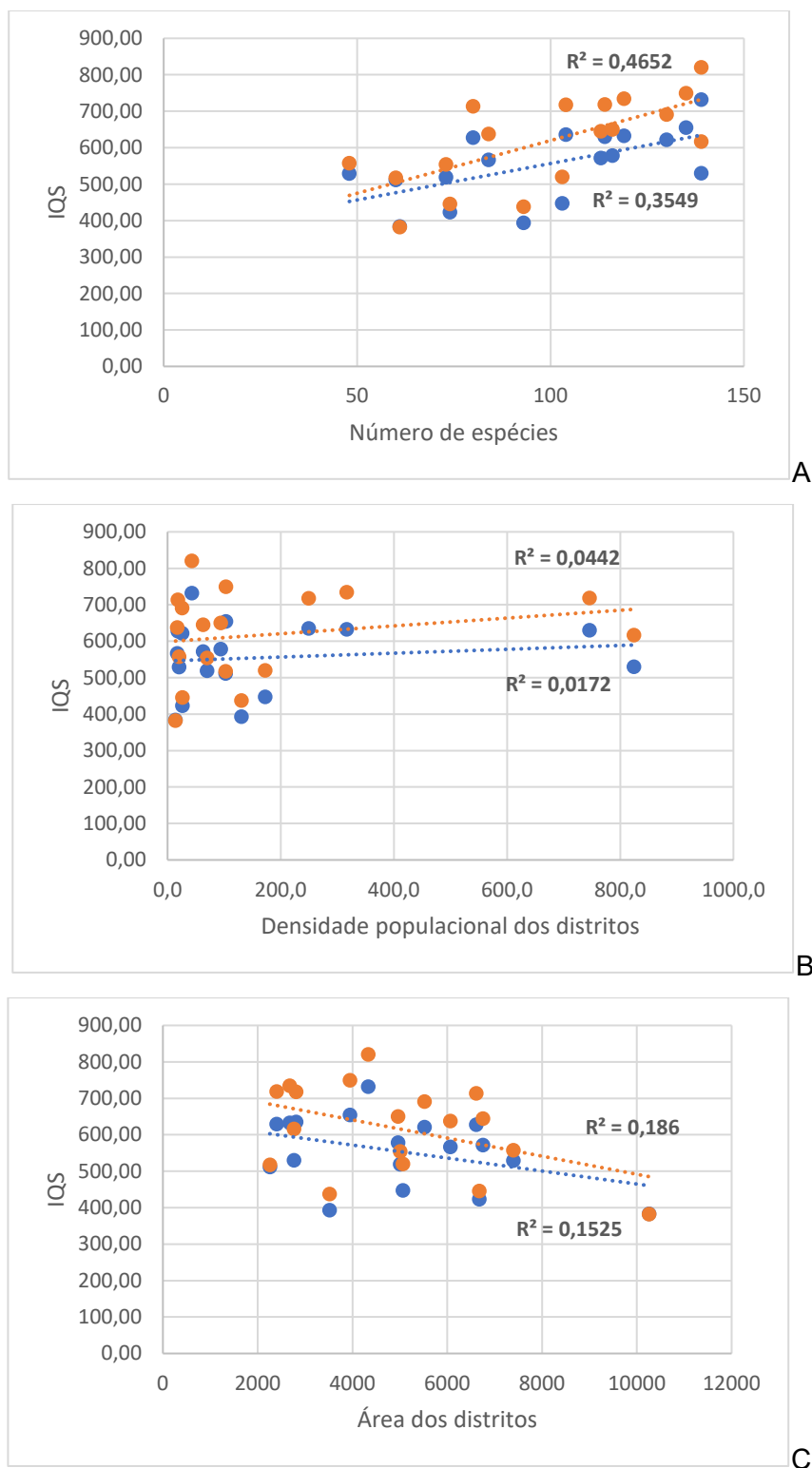


Figura 10 – Variação dos valores do IQS nos 18 distritos de Portugal continental para todas as espécies avaliadas (azul) e para as espécies cuja distribuição geográfica é conhecida (laranja), em função do número de espécies avaliadas (A), da densidade populacional humana dos distritos (B) e da área ocupada pelos distritos.

### 3.4.3 IQS para alguns concelhos de Portugal continental

Qualquer tentativa de aplicação do IQS o nível dos concelhos esbarra no conhecimento de um número de espécies de coleópteros saproxílicos muito baixo, inferior ao do critério de requisito mínimo de 40 espécies do IQS tal como proposto por Alexander (2015).

Na realidade, a cumprir-se esse número mínimo de espécies, apenas para 20 dos 278 concelhos de Portugal continental (7%) é possível calcular o IQS, isto se considerarmos todas as espécies avaliadas (Tabela 10); o número de concelhos cai para 18 se excluirmos do cálculo as espécies com algum grau de incerteza quanto à sua distribuição geográfica (Tabela 11). Apenas para um concelho, o de Terras de Bouro, o cálculo do IQS é possível se considerarmos apenas as espécies de coleópteros saproxílicos obrigatórios; o valor do IQS é de 713,2, tendo por base a pontuação atribuída às 53 espécies referidas para o concelho.

Tabela 10 – Valor do IQS para cada concelho com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos.

Concelhos	IQS	Número de Espécies	Densidade Populacional (População/km <sup>2</sup> )
Vila Real	815,56	45	131,7
Sabrosa	780,85	94	37,5
Mealhada	773,68	57	180,8
Terras de Bouro	664,58	96	22,8
Coruche	625,45	55	15,4
Manteigas	587,30	63	24,5
Castro Marim	577,08	48	20,6
Coimbra	553,92	102	423,1
Vila Nova de Gaia	511,54	52	1780,9
Guarda	502,27	44	54,8
Cascais	500,00	75	2196,5
Setúbal	438,78	49	496,2
Seia	432,65	49	50,9
Arouca	384,09	44	62,6
Lisboa	383,02	53	5093,4
Azambuja	367,50	40	86,9
Rio Maior	334,04	47	74,4
Marinha Grande	283,67	49	207,6
Sintra	281,82	44	1230,7
Leiria	228,57	42	223,8



Tabela 11 - Valor do IQS para cada concelho com mais de 40 espécies de coleópteros saproxílicos com distribuição conhecida.

Concelhos	IQS	Número de Espécies	Densidade Populacional (População/km <sup>2</sup> )
Sabrosa	902,38	84	37,5
Mealhada	901,92	52	180,8
Vila Real	845,24	42	131,7
Terras de Bouro	767,90	81	22,8
Coruche	700,00	52	15,4
Coimbra	634,38	96	423,1
Castro Marim	625,58	43	20,6
Manteigas	623,33	60	24,5
Vila Nova de Gaia	567,35	49	1780,9
Guarda	519,51	41	54,8
Cascais	519,05	63	2196,5
Setúbal	465,96	47	496,2
Seia	464,00	50	50,9
Lisboa	406,38	47	5093,4
Arouca	383,72	43	62,6
Rio Maior	358,70	46	74,4
Marinha Grande	335,56	45	207,6
Leiria	253,66	41	223,8

Isto deve-se, em grande parte, à falta de informação detalhada sobre a localização dos registos de distribuição geográfica, não sendo possível muitas vezes localizar registos ao nível do concelho. Em geral, e para escalas pequenas como o concelho, o conhecimento não é suficiente para calcular o IQS; as únicas exceções serão os casos em que projetos específicos desenvolveram esforços de amostragem mais intensos em pequenas áreas.

Os valores de IQS para os concelhos considerados e para todas as espécies mostram uma variação muito grande (228,57 a 815,56) e que é difícil de interpretar. Tal como em relação aos IQS calculados para os distritos, observa-se também um paralelismo entre os valores de IQS calculados para os concelhos, baseados nos dois conjuntos de espécies (Tabela 11; Figura 11), sendo evidente, mais uma vez, o impacto negativo das espécies com grau de incerteza na sua distribuição geográfica no cálculo do IQS.

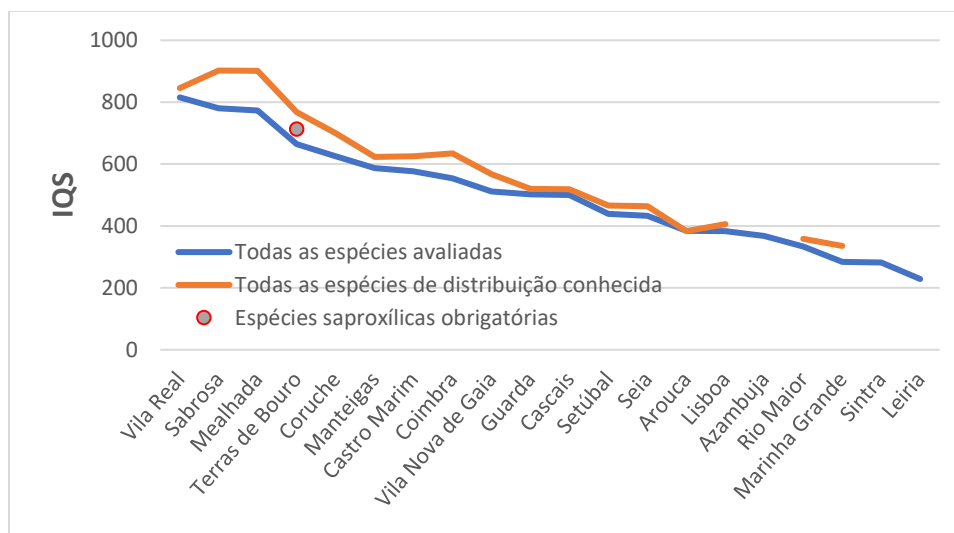


Figura 11 - Comparação dos valores de IQS nos concelhos de Portugal continental para todas as espécies avaliadas, para as espécies cuja distribuição geográfica é conhecida e para as espécies saproxílicas obrigatórias.

Tal como anteriormente referido seria interessante analisar o IQS tendo em conta o tipo de floresta existente; de resto, não é possível encontrar nenhuma tendência de variação dos valores do IQS, estatisticamente significativa, relacionada com número de espécies, a densidade populacional ou a área dos concelhos.

Apenas se pode referir que em concelhos com mais de 50 espécies o IQS é sempre superior a 500, excetuando no caso do distrito de Lisboa. Noutros casos, como nos distritos de Vila Real, Castro Marim e Guarda os valores do IQS são superiores a 500, ainda que o número de espécies em que se baseia o cálculo seja inferior a 50.

Alguns valores mais baixos, como por exemplo nos casos de Leiria e Marinha Grande poderão estar relacionados com zonas extensas de pinhais, ou seja, floresta em monocultura. Outros valores baixos, como o IQS de Sintra é compreensível já que a floresta ocupa apenas 16% do concelho (Direção-Geral do Território, 2019).

#### 3.4.4 IQS para algumas zonas de interesse para a conservação da natureza

O número de registos de coleópteros saproxílicos para as áreas de interesse para a conservação da natureza é muitíssimo pequeno, pelo que apenas para quatro de entre 27 áreas de interesse

para a conservação da natureza identificadas (15%) (Tabela 12), são conhecidos registos de mais de 40 espécies, de acordo com a bibliografia consultada (Tabela 13). Recorde-se que este é o valor mínimo aconselhado para o cálculo do IQS (Fowles *et al.*, 1999).

Tabela 12 - Áreas protegidas ou de interesse para a conservação natural utilizadas no âmbito deste trabalho.

<b>Área de Interesse de Conservação</b>
Mata de Leiria
Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica
Paisagem Protegida da Serra de Montejunto
Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e São Pedro de Arco
Parque Biológico de Gaia
Parque das Serras do Porto
Parque Nacional da Peneda-Gerês
Parque Natural da Arrábida
Parque Natural da Ria Formosa
Parque Natural da Serra da Estrela
Parque Natural da Serra de São Mamede
Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros
Parque Natural de Montesinho
Parque Natural de Sintra-Cascais
Parque Natural do Alvão
Parque Natural do Douro Internacional
Parque Natural do Litoral Norte
Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina
Parque Natural do Tejo Internacional
Parque Natural do Vale do Guadiana
Parque Natural Regional do Vale do Tua
Reserva Natural das Lagoas de Santo André e da Sancha
Reserva Natural do Paul de Arzila
Reserva Natural do Paul do Boquilobo
Reserva Natural do Sapal de Castro Marim e Vila Real de Santo António
Reserva Natural Local do Estuário do Douro
Reserva Ornitológica de Mindelo

Como o conhecimento dos coleópteros saproxílicos em Portugal é ainda incipiente, iremos considerar também as áreas com mais de 20 espécies (Tabela 14), o que representa mais 14%

das áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal.

Tabela 13 – Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 40 espécies.

Área Protegida	IQS	Número de Espécies
Parque Nacional de Peneda-Gerês	680,77	104
Parque Natural da Serra da Estrela	557,61	92
Parque Natural de Sintra-Cascais	557,50	40
Mata de Leiria	254,55	44

Tabela 14 - Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 20 e menos de 40 espécies.

Área Protegida	IQS	Número de Espécies
Parque Natural do Douro Internacional	736,36	22
Parque Biológico de Gaia	523,53	34
Parque Natural da Arrábida	521,88	32
Parque Natural da Serra de São Mamede	495,45	22

O cálculo do IQS para estes dois conjuntos de áreas permite constatar, mais uma vez, uma grande variação dos valores obtidos para o IQS.

Comparando os valores médios de IQS para os dois conjuntos, ainda que com poucas observações, verificamos que o valor não só é mais elevado nas áreas com menos de 40 espécies (os valores médios são 569 e 512, para as áreas com menos e mais de 40 espécies, respetivamente), como revela menor amplitude de variação. Este resultado, pese embora possa estar enviesado pelo reduzido número de observações, não revela, como seria de esperar, uma maior variação atribuível ao baixo número de espécies.

Por outro lado, a maior variação observada nas áreas com mais de 40 espécies não é uma surpresa, já que inclui a Mata de Leiria, onde se observa o mais baixo IQS; trata-se de um pinhal, uma monocultura extensiva de pinheiros-bravos (Direção-Geral do Território, 2019), que apenas parece apresentar grande atração para as espécies saproxílicas comuns.

Os valores baixos do IQS nas outras três das áreas com mais de 40 espécies, um parque nacional e dois parques naturais, são de alguma forma surpreendentes, pois seria de esperar

que áreas onde se desenvolvem maiores esforços de conservação os valores de IQS fossem mais altos, pelo menos igualmente altos como os dos distrito em que se situa (Braga, Viana do Castelo e Vila Real) mas, no entanto, o distrito de Vila Real apresenta um IQS de 994 e o de Braga um IQS de 753. No total, sete distritos ultrapassam mesmo o valor de IQS do Parque Nacional de Peneda-Gerês. O mesmo se passa com o Parque Natural da Serra da Estrela, com um IQS inferior ao do distrito da Guarda, e com o Parque Natural Sintra-Cascais, com um IQS inferior ao do distrito de Lisboa (Tabela 8 e 9). Estas diferenças do IQS provavelmente refletem lacunas de conhecimento dos coleópteros saproxílicos nestas áreas protegidas.

Independentemente dos níveis geográficos analisados, distrito, concelho, áreas de interesse para a conservação da natureza, os valores de IQS são interessantes pois, de acordo com a literatura (Alexander, 2015), áreas com valores de IQS acima de 500 pontos são áreas de interesse saproxílico. Uma ressalva deve, contudo, ser feita, e que é a de que a adaptação dos critérios de pontuação os tornou menos exigentes face ao estado de conhecimentos dos coleópteros saproxílicos em Portugal. Os valores de IQS não deixam, por isso, de constituírem o melhor indicador atualmente disponível. Mais, com o aumento do conhecimento destes coleópteros, certamente os critérios poderão ser revistos, tornados mais precisos e menos suscetíveis de enviesarem os resultados.

O impacto negativo da inclusão das espécies com distribuição incerta no cálculo do índice verifica-se também para este conjunto de áreas (Tabela 15), com a agravante de limitar o número de áreas para as quais o cálculo do IQS é possível. Esta limitação é ainda maior se se pretender calcular o IQS apenas com as espécies saproxílicas obrigatórias; neste caso o IQS apenas é possível para duas das áreas protegidas identificadas (Tabela 16).

Tabela 15 - Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 40 espécies com distribuição conhecida.

Área Protegida	IQS	Número de Espécies
Parque Nacional de Peneda-Gerês	777,53	89
Parque Natural da Serra da Estrela	601,16	86
Mata de Leiria	310	40

Tabela 16 - Valor do IQS para as áreas de interesse para a conservação da natureza em Portugal com mais de 20 espécies saproxílicas obrigatórias (a vermelho assinalado números de espécies inferiores a 40)

Área Protegida	IQS	Número de Espécies
Parque Nacional de Peneda-Gerês	772,22	54
Parque Natural da Serra da Estrela	709,09	33

## 4. Conclusões

Para que o projeto de adaptação dos critérios de pontuação das espécies de coleópteros saproxílicas à realidade nacional, de forma a poder calcular o IQS para qualquer área do território nacional, se tornasse possível, foi necessário um esforço prévio de criação de uma base de dados atualizada. Nesta base de dados estão agora incluídas 911 espécies de coleópteros saproxílicos, tanto obrigatórios como facultativos, mas apenas 432, pertencentes a 35 famílias-alvo de coleópteros, acabaram por ser selecionados face à informação existente. Esta base de dados é, por si só, ao disponibilizar uma lista de coleópteros saproxílicos de Portugal, um resultado importante deste trabalho.

Uma reflexão, feita com base nos critérios de atribuição de pontuação às espécies de coleópteros saproxílicos propostos por Fowles et al (1999) e Alexander (2015) tendo em vista o cálculo do índice de qualidade saproxílica de qualquer área, levou a definição de novos critérios, aplicáveis à realidade nacional. Essa definição teve em conta as muitas lacunas de conhecimento, desde a reduzida informação sobre o número de coleópteros saproxílicos da nossa fauna, da reduzida/incerta informação sobre a distribuição geográfica desses coleópteros, quer relativa a atualidade quer relativa à precisão da localização dos registos. Procurou-se, contudo, e sempre, manter o espírito dos critérios originais, de maneira a não os adulterar.

O cálculo efetuado do IQS para os diferentes níveis de áreas geográficas considerados põe a nu a fragilidade da informação.

Por um lado, revela que a incerteza quanto à distribuição geográfica das espécies influencia de forma negativa os valores do IQS pela proporção de espécies que se encontram nessa situação. No entanto, a sua exclusão tem também um aspeto negativo, que é o de diminuir o âmbito de aplicação do IQS face ao critério que define o número mínimo de espécies necessárias para cálculo do IQS.

Por outro lado, a inclusão das espécies facultativas saproxílicas leva-nos a uma situação idêntica. Embora o cálculo do IQS baseado em todas as espécies saproxílicas, independentemente do seu carácter facultativo ou obrigatório, permita a avaliação da qualidade saproxílica de um maior

número de situações, tem também uma consequência negativa, que é a de subvalorizar a qualidade saproxílica dos locais avaliados.

A qualidade saproxílica é maior quando se consideram apenas as espécies de carácter saproxílico obrigatório, o que faz sobressair a necessidade de se investir no conhecimento dos coleópteros saproxílicos. Ou seja, quaisquer futuros esforços no sentido de melhorar os critérios de pontuação das espécies terão de ser baseados em mais e melhor informação sobre as espécies de coleópteros saproxílicos de Portugal. O mesmo sucedeu com os critérios de pontuação definidos sucessivamente por Fowles (1997), Fowles *et al.* (1999) e Alexander (2015), que sofreu diversas alterações ao longo do tempo, incluindo critérios como o número de espécies recomendado e como na definição do valor de IQS de conservação significativo. É de salientar que o valor das adaptações feitas no âmbito deste trabalho aos critérios de pontuação não pode ser totalmente avaliado por dependerem de uma fundação sólida de conhecimento sobre os coleópteros saproxílicos, que só com o correr do tempo poderá vir a concretizar-se. Em alternativa, ferramentas como o índice de atividade saproxílico aplicado (Moreira *et al.*, 2016), mostram ser eficazes na ausência de dados de espécies, tendo no entanto um objeto de estudo diferente.

Os valores do IQS mostram alguma dependência face ao número de espécies conhecidas para cada uma das áreas avaliadas, mas apenas ao nível dos distritos; nenhum outro fator foi identificado como determinante para os valores obtidos do IQS. Ficou por fazer a análise que porventura poderia ser a mais interessante, a de verificar se há alguma relação entre o IQS e os tipos de cultura florestal mais importantes (carvalho, sobreiro, pinheiro-bravo e eucalipto).

Apesar da enorme variabilidade dos valores de IQS calculados, estes mostram serem superiores a 500 quando o número de espécies é superior a 50, com poucas exceções, o que confirma a necessidade de informações sólidas sobre as espécies saproxílicas para uma avaliação igualmente sólida da qualidade saproxílica de um local. Estes valores de IQS superiores a 500 podem indicar áreas com interesse para a conservação da natureza relativamente aos coleópteros saproxílicos. Apesar de todas as limitações, os critérios agora propostos parecem constituir uma boa base para tornar o cálculo do IQS em Portugal numa melhor ferramenta. A extensão da aplicabilidade do índice a espécies com um nível de incerteza da sua distribuição geográfica conhecida e a inclusão de espécies saproxílicas cuja dependência de madeira morta



não está ainda esclarecida, tendo como objetivo poder-se atingir o número mínimo de espécies recomendado (40) para o maior número de áreas avaliadas.

Estando a qualidade da avaliação saproxílica dependente da informação relativa às espécies no contexto português, o valor a longo prazo desta ferramenta dependerá da eliminação das lacunas sobre o seu conhecimento. A base de dados criada (Anexo 3), contém uma lista dos coleópteros saproxílicos tão completa quanto possível e a sua pontuação, neste momento, mas será certamente possível, e desejável, a sua atualização através do aumento do esforço de amostragem dos coleópteros saproxílicos.

A definição de critérios de pontuação das espécies de coleópteros saproxílicos adaptados ao conhecimento atual em Portugal deve ser vista como um importante ponto de partida para uma melhor e maior consolidação de conhecimento sobre estes coleópteros; para esse processo serão necessários mais estudos que contribuam para esclarecer quantas mais são as espécies de coleópteros saproxílicas que se podem encontrar em Portugal, e se são saproxílicas obrigatórias ou facultativas; serão também necessários mais estudos que aumentem o conhecimentos sobre a distribuição geográfica destes coleópteros. O iNaturalist (2021) e outras ferramentas de ciência cidadã são particularmente interessantes neste último ponto, pois só a partir da conjugação dos dados retirados dessa base de dados com a bibliografia recolhida foi possível valorizar uma grande parte das espécies no que toca a sua distribuição. Sendo necessário na mesma a participação de peritos entomólogos para validar os registos de muitas das espécies mais raras ou de difícil identificação.

## Bibliografia

- Alexander, K.N.A. (1988). The development of an index of ecological continuity for deadwood associated beetles. *Antenna*, 12, 69-71.
- Alexander, K. N.A. (2004). *Revision of the Index of Ecological Continuity as Used for Saproxylic Beetle*. Peterborough: English Nature Research Reports, **574**.
- Alexander, K.N.A. (2015). Favourable condition monitoring of UK sites for saproxylic beetles. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 88(1/2), 1-9.
- Audisio, P., Baviera, C., Carpaneto, G., Biscaccianti, A., Battistoni, A., Teofili, C., & Rondinini, C. (2014). Lista rossa IUCN dei coleotteri saproxilici italiani. *Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma*, 132.
- Bobiec, A., Gutowski, J.M., Zub, K., Pawlaczyk, P., Laudenslayer, W.F., (2005). *The Afterlife of a Tree*. Warszawa-Hajnowka: WWF Poland.
- Brusca, R. C., Moore, W., & Shuster, S. M. (2016). *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., Publishers.
- Burns, M. L., Smith, M., Slade, E. M., & Ennos, R. A. (2014). The saproxylic activity index: a new tool for the rapid assessment of deadwood species during forest restoration. *Open Journal of Forestry*, 4 (2), 144-150.
- Cálix, M., Alexander, K.N.A., Nieto, A., Dodelin, B., Soldati, F., Telnov, D., Vazquez-Albalate, X., Aleksandrowicz, O., Audisio, P., Istrate, P., Jansson, N., Legakis, A., Liberto, A., Makris, C., Merkl, O., Mugerwa Pettersson, R., Schlaghamersky, J., Bologna, M.A., Brustel, H., Buse, J., Novák, V. & Purchart, L. (2018). *European Red List of Saproxylic Beetles. Brussels*. Brussels: IUCN. Retirado de <https://portals.iucn.org/library/node/4729>
- Decreto-Lei n.º 156-A/2013 do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia (2013). Diário da República, I Série, nº 217/2013, 2º Suplemento. Retirado de <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/536213/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20156-A%2F2013>
- Direção-Geral do Território (2019). *Especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de Portugal Continental para 2018*. Relatório Técnico. Direção-Geral do Território.
- Florestas.pt (2020). *Floresta portuguesa ocupa mais de um terço do país*. Retirado em 19-09-2021 de <https://florestas.pt/conhecer/floresta-portuguesa-ocupa-mais-de-um-terco-do-pais/>

- Forest Europe (2015). State of Europe's Forests 2015. Madrid: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe
- Fowles, A. P. (1997). The Saproxylic Quality Index: an evaluation of dead wood habitats based on rarity scores, with examples from Wales. *The Coleopterist*, 6, 61-66.
- Fowles, A., Alexander, K., & Key, R. (1999). The Saproxylic Quality Index: evaluating wooded habitats for the conservation of dead-wood Coleoptera. *The Coleopterist*, 8, 121-141.
- ICNF (2013). *IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares*. Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Retirado em 25-08-2021 de <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>)
- iNaturalist (2021). *iNaturalist*. Retirado em 22-08-2021 de <https://www.inaturalist.org>
- IUCN (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. Retirado em 25-07-2021 de <https://www.iucnredlist.org>
- Moreira, J. G. S., Moreira, T., Fonseca, C., & Matos, M. (2016). *AISA - Applied Index Of Saproxylic Activity. A New Tool To Monitor The Activity Of Saproxylic Invertebrates In Forest Ecosystems*. Aveiro: Wildlife Research Unit
- Schmidl, J. v., & Bußler, H. (2004). Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 36(7), 202-218.
- Seibold, S., Bäessler, C., Brandl, R., Büche, B., Szallies, A., Thorn, S., Ulyshen, M. D., & Müller, J. (2016). Microclimate and habitat heterogeneity as the major drivers of beetle diversity in dead wood. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 934-943.
- Seibold, S., Brandl, R., Buse, J., Hothorn, T., Schmidl, J., Thorn, S., & Müller, J. (2015). Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. *Conservation Biology*, 29(2), 382-390.
- Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological bulletins*, 11-41.
- Sodhi, N. S., & Ehrlich, P. R. (2010). *Conservation Biology for All*. Oxford: Oxford University Press.
- Soutinho, J., Carvalho, J., Moreira-Pinhal, T., Gonçalves, A., Rego, C., Ceia, H., Fonseca, C., & Matos, M. V. (2017). Vaca-Loura.pt Rede de monitorização da vaca-loura em Portugal: Balanço do primeiro ano de ação. *Lucanus*, 1, 346-365.
- Speight, M. C. (1989). *Saproxylic invertebrates and their conservation*. Strasbourg: Council of Europe.
- Stokland, J., & Meyke, E. (2008). The saproxylic database: An emerging overview of the biological diversity in dead wood. *Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)*, 63, 37-48.

Stokland, J. N., Siitonen, J., & Jonsson, B. G. (2012). *Biodiversity in dead wood*. Cambridge: Cambridge University Press.

Vaca-Loura.pt (2021). *Projeto Vaca-Loura.pt*. Retirado em 06-09-2021 de <http://www.vacaloura.pt/>

Vogel, S., Bussler, H., Finnberg, S., Müller, J., Stengel, E., & Thorn, S. (2021). Diversity and conservation of saproxylic beetles in 42 European tree species: an experimental approach using early successional stages of branches. *Insect Conservation and Diversity*, 14(1), 132-143.

## Anexo 1

Referências bibliográficas utilizadas para a identificação das espécies de coleópteros saproxílicos

- Atay, E., Jansson, N., & Gürkan, T. (2012). Saproxilytic beetles on old hollow oaks (*Quercus* spp.) in a small isolated area in southern Turkey: (Insecta: Coleoptera). *Zoology in the Middle East*, 57(1), 105-114.
- Benyahia, Y., Brustel, H., El Antry, S., Courtin, O., Maatouf, N., Valladares, L., & Rohi, L. (2016). Preliminary list of Coleoptera heritage species of the Talassemtane National Park, Morocco. *Journal of Insect Biodiversity*, 4(13), 1-30.
- Brustel, H. (2001). Coléoptères saproxilyques et valeur biologique des forêts françaises. *Colleciton dossiers forestiers*, 13, 1–297
- Bussler, H., Müller, J., & Dorka, V. (2005). European natural heritage: the saproxilytic beetles in the proposed Parcul National Defileul Jiului. *Anal. Inst. Cerc. Amen. Silvica*, 48, 55-71.
- de la Rosa Maldonado, J. J. (2014). Coleópteros Saproxílicos de los Bosques de Montaña en el Norte de la Comunidad de Madrid. (Tese Doutural, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid). Retirado de [http://oa.upm.es/33792/1/JUAN\\_JESUS\\_DE\\_LA\\_ROSA\\_MALDONADO.pdf](http://oa.upm.es/33792/1/JUAN_JESUS_DE_LA_ROSA_MALDONADO.pdf)
- de Miguel, E. S., Rodriguez, J. L., Molino-Olmedo, F., Méndez, M., & de Murguía, L. M. (2004). Coleópteros saproxílicos (Insecta: Coleoptera) de un hayedo acidófilo en regeneración del norte peninsular. *Munibe Ciencias Naturales. Natur zientziak* (55), 167-182.
- di Studi, Q., & della Romagna, N. d. S. N. Segnalazioni faunistiche n. 129-137. *Virology*, 321, 101-110.
- Dodelin, B. (2006). Ecologie des coléoptères saproxilyques dans les forêts de l'étage montagnard des Alpes du nord françaises. *Annales de la Société entomologique de France* 42(2), 231-243
- García-lópez, A., Micó, E., Allemand, R., Alonso-Zarazaga M.A., Blas, M., Brustel, H., Galante, E., ... Zapata de la Vega, J.L. (2014). Diversidad de coleópteros y dípteros (Syrphidae) saproxílicos del Parque Nacional de Cabañeros. Em Micó, E., Marcos-García, M.A. & Galante, E. (Eds.), *Los insectos saproxílicos del Parque Nacional de*

- Cabañeros*. (pp. 71-111). Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Goldazarena, A., Romón, P., & López, S. (2012). Bark beetles control in forests of Northern Spain. Em Larramendy, M. L., Soloneski, S. (Eds.), *Integrated Pest Management and Pest Control-Current and Future Tactics*. (pp. 323-352). Rijeka: InTech.
- Grancher, C. (2013). Deuxième note pour une contribution à la connaissance des Coléoptères saproxyliques des Pyrénées-Atlantiques (Coleoptera Bothrideridae, Cerambycidae, Cetoniidae, Melandryidae et Trogidae). *L'Entomologiste*, 69(5), 317.
- Gutiérrez, J. L. L., Rosa, E. G., Cambroner, D. G., Pastor, J. D., & Rodríguez, M. R. (2016). *Diaclina fagi* (Panzer 1799), un nuevo Tenebrionidae para la Península Ibérica y otras citas de interés (Coleoptera). *Archivos Entomológicos*, (15), 353-361.
- Recalde, J. I., & San Martín, A. F. (2003). Coleópteros xilófagos asociados a ramas de *Quercus* muertas por la acción del bupréstido *Coraebus florentinus* (Herbst, 1801) en la Navarra media. *Heteropterus Revista de Entomología*, 3, 43-50.
- Irurzun, J. R., & Moreno, A. S. M. (2016). Escarabajos saproxílicos (Coleoptera) de dos bosques pirenaicos de Navarra. *Heteropterus Revista de Entomología*, 16(1), 53-69.
- Jansson, N., Ranius, T., Larsson, A., & Milberg, P. (2009). Boxes mimicking tree hollows can help conservation of saproxylic beetles. *Biodiversity and Conservation*, 18(14), 3891-3908.
- Jonsell, M. (2008). Vedlevande skalbaggar i Drottningholms slottspark. *Entomologisk Tidskrift*, 129(2), 103.
- Jonsell, M., & Nordlander, G. (1995, January). Field attraction of Coleoptera to odours of the wood-decaying polypores *Fomitopsis pinicola* and *Fomes fomentarius*. *Annales Zoologici Fennici*, 32(4), 391-402.
- Kara, K., & Özdemir, Y. (2000). Tachinid flies (Diptera: Tachinidae) reared from lepidopterous larvae in Central Anatolia (Turkey). *Zoology in the Middle East*, 20(1), 99-116.
- Lassauce, A., Anselme, P., Lieutier, F., & Bouget, C. (2012). Coppice-with-standards with an overmature coppice component enhance saproxylic beetle biodiversity: A case study in French deciduous forests. *Forest Ecology and Management*, 266, 273-285.
- Marcos, J., & De Olano, I. (2011). *Estudio de los insectos saproxílicos de interés de conservación de los montes de Vitoria (Álava)*. Vitoria Gasteiz: Centro de estudios ambientales.
- Martinez de Murguía, L., De Castro, A., Sierra Ron, M., & Molino-Olmedo, F. (2003). *Estudio de diversidad de artrópodos saproxílicos forestales de Aralar, con especial atención*

- a las especies incluidas en convenios internacionales*. San Sebastián: Dept. de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco.
- Mazur, A., Klejdysz, T., Dobrowolski, M., Konwerski, S., Królik, R., Łabędzki, A., Mazur, M. A., & Przewoźny, M. (2016). Saproxylic beetles of Karkonosze (Giant) mountains. Part I-Checklist. *Acta Scientiarum Polonorum-Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 15(4), 269-295.
- Milberg, P., Bergman, K. O., Sancak, K., & Jansson, N. (2016). Assemblages of saproxylic beetles on large downed trunks of oak. *Ecology and evolution*, 6(6), 1614-1625.
- Mokrzycki, T., Borowski, J., Byk, A., & Rutkiewicz, A. (2013). Waloryzacja ekosystemów Leśnego Kompleksu Promocyjnego "Lasy Spalsko-Rogowskie" na podstawie struktury zgrupowań chrząszczy (Coleoptera) zasiedlających pniaki. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 15(2 [35]).
- Müller, J., Jarzabek-Müller, A., Bussler, H., & Gossner, M. M. (2014). Hollow beech trees identified as keystone structures for saproxylic beetles by analyses of functional and phylogenetic diversity. *Animal Conservation*, 17(2), 154-162.
- Murria Beltrán, F. & Murria Beltrán, A. (2010). El grupo de especies de *Anthaxia* (*Anthaxia salicis* (Fabricius, 1777) en Aragón (España) (Coleoptera: Buprestidae: Anthaxiini). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (46), 503-505.
- Nieto, A., & Alexander, K. (2010). *European Red List of Saproxylic Beetles*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Numa, C., Tonelli, M., Lobo, J. M., Verdú, J. R., Lumaret, J. P., Sánchez-Piñero, F., ... & Anlaş, S. (2020). *The conservation status and distribution of Mediterranean dung beetles*. Gland: IUCN.
- Ramírez-Hernández, A., Micó, E., Marcos-García, M., & Galante, E. (2015). Coleópteros y sírfidos saproxílicos (Coleoptera; Diptera: Syrphidae) de las dehesas del oeste ibérico: la Reserva Biológica de Campanarios de Azaba (Salamanca). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 39(1-2), 133-158.
- Szujecki, A. (2006). *Zoindication-Based Monitoring of Anthropogenic Transformations In Bialowieza Primeval Forest*. Warszawa: Warsaw Agricultural University Press
- San Vicente, I. U. (2005). *Coleópteros Fitófagos (Insecta: Coleoptera) De Los Encinares Cantábricos De La Reserva De La Biosfera De Urdaibai*. San Sebastián: Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco.
- Sanchez, A., & Chittaro, Y. (2017). Inventaire des Coléoptères saproxiliques des pinèdes du Val d'Anniviers (VS). *Bulletin de la Murithienne*, 134, 21-34.

- Seibold, S., Brandl, R., Buse, J., Hothorn, T., Schmidl, J., Thorn, S., & Müller, J. (2015). Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. *Conservation Biology*, *29*(2), 382-390.
- Sverdrup-Thygeson, A. (2001). Can 'continuity indicator species' predict species richness or red-listed species of saproxylic beetles? *Biodiversity & Conservation*, *10*(5), 815-832.
- Wikars, L. O. (2002). Dependence on fire in wood-living insects: an experiment with burned - and unburned spruce and birch logs. *Journal of insect conservation*, *6*(1), 1-12.



## Anexo 2

Referências bibliográficas recolhidas sobre a distribuição das espécies de coleópteros saproxílicos

- Aguiar, C. A. S. & Serrano, A. R. M., 1995. Estudo faunístico e ecológico dos coleópteros (Insecta, Coleoptera) do concelho de Cascais (Portugal). Bolm. Soc. port. Ent., 5 (5): 1-66.
- Allemand, R.; Constantin, R. & Brustel, H., 1999. Inventaire commenté des Lycidae de la faune de France. Redécouverte de *Benibotarus alternatus* (Fairmaire) dans les Pyrénées (Coleoptera, Cantharoidea). Bull. Soc. ent. Fr., 104 (1): 91-100.
- Arnáiz, L.; Bercedo, P. & Zuzarte, A. J. S., 2002. Corología de los Buprestidae de la Península Ibérica e Islas Baleares (Coleoptera). Boln. S.E.A., 30: 37-80.
- Arnáiz, L.; Bercedo, P. & Zuzarte, A. J. S., 2002. Dos nuevos buprestidos para Portugal (Coleoptera: Buprestidae). Boln. S.E.A., 37: 135-136.
- Baena, M. & Zuzarte, A. J., 2013. Contribución al estudio de los Bostríquidos de Portugal y actualización del catálogo de la fauna ibérica (Coleoptera, Bostrichidae). Zool. baetica, 24: 25-51.
- Baena Ruiz, M.; García Carrillo, J. & Torres Méndez, J. L., 2012. Contribución al estudio de los Adéridos ibéricos (Coleoptera: Aderidae). Boln. S.E.A., 51: 289-293.
- Bahillo, P. & López-Colón, J. I., 2001. La subfamilia Tillinae Leach, 1815 (Coleoptera, Cleridae) en la Península Ibérica. Est. Mus. Cienc. Nat. de Álava, 16: 153-171.
- Bahillo, P. & López-Colón, J. I., 2002. Los Lycidae Laporte, 1836 ibéricos con representación en la Comunidad Autónoma Vasca y sus áreas limítrofes (Coleoptera). Heteropterus Rev. Ent., 2: 19-29.
- Bahillo De La Puebla, P.; Zuzarte, A. J. S. & López Colón, J. I., 2012. *Tenebroides maroccanus* Reitter, 1884 nueva especie para Portugal (Coleoptera, Cleroidea, Trogossitidae). Archivos Entomológicos, 7: 171-172.
- Barros, J. M. C., 1896. Subsídios Para o estudo da fauna entomologica transmontana. Coleopteros do Concelho de Sabrosa. Annaes de Sciencias Naturaes, III: 39-44, 109-114, 186-194.
- Barros, J. M. C., 1907. Quelques Coléoptères nouveaux pour la faune du Portugal. Bull. Soc. Port. Sc. Nat., I: 130-143.

- Barros, J. M. C., 1913. Adições ao Catalogo dos Coleopteros de Portugal. Brotéria, Série Zoológica, 11: 105-118.
- Barros, J. M. C., 1914. Estudo synoptico sobre os Cerambycidae de Portugal. Brotéria, Série Zoológica, 12: 81-166.
- Barros, J. M. C., 1916. Notas entomologicas. Adições ao Catalogo dos Coleopteros de Portugal. Brotéria, Série Zoológica, 14: 150-152.
- Barros, J. M. C., 1916. Notas entomologicas. Suplemento ao estudo synoptico sobre os Cerambycidae de Portugal. Brotéria, Série Zoológica, 14: 147-150.
- Barros, J. M. C., 1924. Notas entomológicas. An. Inst. Zool. Univ. Porto, 1: 101-109.
- Barros, J. M. C., 1924. Notas entomológicas. Brotéria, Série Zoológica, 21: 49-54.
- Barros, J. M. C., 1926. Notas entomológicas. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 6: 7-16.
- Barros, J. M. C., 1927. Notas entomológicas. Brotéria, Série Zoológica, 24: 141-143.
- Barros, J. M. C., 1928. Coleópteros da Mata de Leiria. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 14: 5-14.
- Barros, J. M. C., 1929. Notas para o estudo das espécies da Fam. Cleridae existentes em Portugal. Arq. Sec. Biol. Parasit. Mus. Coimbra, 1: 1-25.
- Barros, J. M. C., 1932. Notas entomológicas. Brotéria, Série Ciências naturais, XXVIII: 106-108.
- Baudi, F., 1884. Œdémérides recueillis en Portugal et au Maroc par feu C. van Volxem déterminés par M. Fl. Baudi. Bulletin ou Comptes-rendus des séances de la Société entomologique de Belgique, Année 1884: CCLV.
- Bedel, L., 1868. Monographie des Erotyliens (Engides et Triplacides), d'Europe, du Nord de l'Afrique et de l'Asie Occidentale. L'Abeille, 5: 1-50.
- Bercedo, P.; Arnáiz, L. & Zuzarte, A. J. S., 2008. Coleópteros de Portugal: *Ernobius gallicus* Johnson, 1975 especie nueva para la fauna portuguesa; y presencia de *Nicobium zuzartei* Bercedo & Arnáiz, 2007 en la costa atlántica portuguesa (Coleoptera: Ptinidae: Ernobiinae, Anobiinae). Boln. S.E.A., 43: 377-378.
- Bocák, L. & Bocáková, M., 1987. Notes on the taxonomy of some European species of the family Lycidae (Coleoptera). Acta ent. bohemoslov., 84: 111-121.
- Bourgeois, J., 1888. Synopsis du genre *Henicopus* Steph.. Ann. Soc. ent. Fr., 6e Série, 8: 5-34.
- Cabral, J. S. M. N., 1959. Alguns elementos para o estudo da entomofauna do pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Sol. ex Ait.) no concelho de Amarante. Publicações da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aqüícolas, 26: 5-116.

- Cabral, M. T., 1992. Contribuição para o conhecimento da entomofauna das toças de *Eucalyptus globulus* Labill. explorado em talhadia. Actas V Congr. Ibérico Entomologia, Bolm. Soc. port. Ent., Supl. 3, 1: 527-536.
- Caramelo, A. M., 1949. Cerambicídeos de Portugal. Relatório Final do Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia de Lisboa. 63 pp.
- Carvalho, E. L., 1947. Notas coleopterológicas. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 183: 1-18.
- Carvalho, E. L., 1949. Notas coleopterológicas (II nota). Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 190: 1-19.
- Carvalho, E. L., 1951. Notas coleopterológicas (IV nota). Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 3: 161-171.
- Carvalho, E. L., 1981 (1980-1981). Notas coleopterológicas (V nota). Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 20: 5-18.
- Carvalho, E. L., 1994. Contribuição para o estudo da teratologia dos coleópteros de Portugal (Insecta, Coleoptera). Bolm. Soc. port. Ent., 5 (10): 277-287.
- Champenois, A., 1900. Synopsis des espèces paléarctiques du genre *Clerus* Müller (*Trichodes* Herbst). L'Abeille, XXX: 1-46.
- Cobos, A., 1986. Fauna Ibérica de coleópteros Buprestidae. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 426 pp.
- Coiffait, H., 1962. Voyage au Portugal du Dr. K. Lindberg. Résultats zoologiques. 4. Coléoptères cavernicoles. Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 9: 90-99.
- Constantin, R., 1991. Description d'un *Dasytes* nouveau d'Espagne et notes faunistiques sur quelques *Dasytinae* aragonais (Coleoptera Melyridae). Nouv. Revue Ent. (N. S.), 8 (4): 399-406.
- Costa, J. M., 2012. Nueva cita de *Pseudolucanus barbarossa* (Fabricius, 1801) del centro de Portugal. Boln. S.E.A., 50: 358.
- Cox, K.; Mckeown, N.; Antonini, G.; Harvey, D.; Solano, E.; Van Breusegem, A. & Thomaes, A., 2019. Phylogeographic structure and ecological niche modelling reveal signals of isolation and postglacial colonisation in the European stag beetle. PloS ONE, 14 (4): e0215860.
- Cox, K.; Thomaes, A.; Antonini, G.; Zilioli, M.; De Gelas, K.; Harvey, D.; Solano, E.; Audisio, P.; Mckeown, N.; Shaw, P.; Minetti, R.; Bartolozzi, L. & Mergeay, J., 2013. Testing the performance of a fragment of the COI gene to identify western Palaeartic stag beetle species (Coleoptera, Lucanidae). ZooKeys, 365: 105-126.

- Dajoz, R., 1971. Coleóptères Colydiidae nouveaux ou peu connus de la région paléarctique. *L'Entomologiste*, 27 (4-5): 83-101.
- Dajoz, R., 1977. Coléoptères Colydiidae et Anommatidae paléarctiques. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen, 8. Edit. Masson, Paris. 275 pp.
- Escalera, M. M., 1925. Especies del género *Triplax* Payk. (Col. Erotyl.) de la Península Ibérica y Marruecos. *Eos*, 1: 239-242.
- Español, F., 1992. Coleoptera, Anobiidae. In: Fauna Ibérica, vol. 2. RAMOS, M. A. *et al.* (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 195 pp.
- Ferreira, R. N., 2012. Novos registos de *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera, Lucanidae) para Portugal. *Arquivos Entomológicos*, 6: 71-73.
- Ferreira, S.; Silva, L. P.; Sousa, P. & Beja, P., 2020. The InBIO Barcoding Initiative Database: Portuguese Stag beetles (Coleoptera, Lucanidae). CIBIO (Research Center in Biodiversity and Genetic Resources) Portugal. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/7559ru> accessed via GBIF.org on 2020-01-24.
- Fuente, J. M., 1908. Sinopsis de los Histéricidos de España, Portugal y Pirineos. *Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales*, VII: 165-225.
- Fuente, J. M., 1925. Catálogo sistemático-geográfico de los Coleópteros observados en la península ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares (cont.). *Bol. Soc. Ent. España*, VIII: 22-25, 41-56, 65-80, 89-104, 106-121, 127-142.
- Fuente, J. M., 1926. Catálogo sistemático-geográfico de los Coleópteros observados en la península ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares (cont.). *Bol. Soc. Ent. España*, IX: 21-36, 83-96, 134-149, 158-173.
- Fuente, J. M., 1927. Catálogo sistemático-geográfico de los Coleópteros observados en la península ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares (cont.). *Bol. Soc. Ent. España*, X: 34-49, 61-76, 85-100, 102-117.
- Fuente, J. M., 1928. Catálogo sistemático-geográfico de los Coleópteros observados en la península ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares (cont.). *Bol. Soc. Ent. España*, XI: 21-36, 43-58, 74-89, 105-120, 142-157.
- Fuente, J. M., 1931. Catálogo sistemático-geográfico de los Coleópteros observados en la península ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares (cont.). *Bol. Soc. Ent. España*, XIV: 21-38, 49-66, 78-93, 100-115, 138-153.
- Fuente, J. M., 1932. Catálogo sistemático-geográfico de los Coleópteros observados en la península ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares (cont.). *Bol. Soc. Ent. España*, XV: 17-32, 38-53, 75-90, 104-119.

- Giuseppe, P. & Serrano, A. R. M., 2003 (2002). Contribution to the knowledge of the Click-beetles of Portugal (Coleoptera, Elateridae). Boln. Soc. port. Ent., 7 (26): 309-326.
- Gonçalves, A. R. M., 2013. Additions to the known distribution of *Mesosa curculionoides* (Linnaeus, 1761) (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae) in Portugal. Arquivos Entomológicos, 9: 57-58.
- González Peña, C.; Vives I Noguera, E. & Zuzarte, A. J. S., 2007. Nuevo catálogo de los Cerambycidae (Coleoptera) de la Península Ibérica, islas Baleares e islas atlánticas: Canarias, Açores y Madeira. Monografias S.E.A., 12. 211 pp.
- Grosso-Silva, J. M., 1999. Contribuição para o conhecimento dos lucanídeos (Coleoptera, Lucanidae) de Portugal. Boln. S.E.A., 25: 11-15.
- Grosso-Silva, J. M., 1999. Registos interessantes de coleópteros de Portugal (Insecta, Coleoptera). Boln. S.E.A., 25: 21-23.
- Grosso-Silva, J. M., 2000. Registos interessantes de cerambycídeos (Coleoptera, Cerambycidae) para Portugal. Boln. S.E.A., 27: 39-41.
- Grosso-Silva, J. M., 2002. Registos interessantes de coleópteros (Insecta, Coleoptera) para Portugal (3ª nota). Primeiro registo ibérico de *Pediacus dermestoides* (Fabricius, 1792) (Cucujidae). Boln. S.E.A., 31: 49-54.
- Grosso-Silva, J. M., 2003. Introdução aos Insectos. pp. 5-25. In: MARAVALHAS, E. (Ed.). As Borboletas de Portugal. 455 pp.
- Grosso-Silva, J. M., 2005. Additions to the fauna of Hemiptera and Coleoptera (Insecta) of Serra da Estrela Natural Park (Portugal). Boln. S.E.A., 36: 185-193.
- Grosso-Silva, J. M., 2005. New and interesting beetle (Insecta, Coleoptera) records from Portugal (4th note). Boln. S.E.A., 37: 297-298.
- Grosso-Silva, J. M., 2007. New and interesting beetle (Coleoptera) records from Portugal (5th note). Boln. S.E.A., 40: 471-472.
- Grosso-Silva, J. M., 2019. New and interesting beetle (Coleoptera) records from Portugal (7th note). Arquivos Entomológicos, 21: 211-216.
- Grosso-Silva, J. M. & Diamantino, J. L., 2009. New and interesting beetle (Coleoptera) records from Portugal (6th note). Boln. S.E.A., 45: 279-280.
- Grosso-Silva, J. M. & Ferreira, S., 2020. New Portuguese records of *Oedemera* (*Oncomera*) *femoralis* Olivier, 1803 (Coleoptera, Oedemeridae). Arquivos Entomológicos, 22: 367-370.
- Grosso-Silva, J. M. & Serrano, A. R. M., 2000. Registos interessantes de coleópteros (Insecta, Coleoptera) para Portugal (2ª nota). Boln. S.E.A., 27: 1-5.

- Grosso-Silva, J. M. & Soares-Vieira, P., 2009. A preliminary list of the Coleoptera and Hemiptera of the Gaia Biological Park (northern Portugal), with comments on some species. Boln. S.E.A., 44: 541-544.
- Grosso-Silva, J. M. & Soares-Vieira, P., 2009. Coleoptera and Hemiptera of the Gaia Biological Park (northern Portugal) (2nd note): Additions to the list and new distribution data, with comments on some species. Boln. S.E.A., 45: 439-441.
- Grosso-Silva, J. M. & Soares-Vieira, P., 2011. The insects of the Gaia Biological Park (northern Portugal) (3rd note): Additions and new distribution data (Insecta: Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Mecoptera). Arquivos Entomológicos, 5: 3-7.
- Grupo De Trabajo Sobre Lucanidae Ibéricos, 2003. Distribución de *Pseudolucanus barbarossa* (Fabricius 1801) (Coleoptera, Lucanidae) en la Península Ibérica. Boln. S.E.A., 32: 257-266.
- Heyden, L. v., 1870. Entomologische Reise nach dem Südlichen Spanien, der Sierra Guadarrama und Sierra Morena, Portugal und den Cantabrischen Gebirgen. Ent. Verein, Berlin, 218 pp.
- Heyden, L. v., 1881. Zweites Verzeichniß von Coleopteren aus Asturien. Deutsche Entomologische Zeitschrift, XXV (II): 241-246.
- Horion, A., 1961. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band VIII: Clavicornia 2. Teil (Thorictidae bis Cisidae) Terebrantia, Coccinellidae. Antiquariat Goecke & Evers
- Ladeiro, J. M., 1947. Os Cerambycídeos portugueses do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 181: 1-20.
- Ladeiro, J. M., 1949. Os Buprestídeos portugueses do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 192: 1-16.
- Ladeiro, J. M., 1950. Os Lamellicórneos portugueses do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 196: 1-27.
- Lesne, P., 1902. Synopsis des Bostrychides paléarctiques (cont.). L'Abeille, XXX: 105-136.
- Lesne, P., 1906. Nouvelles notes sur les Bostrychides paléarctiques. L'Abeille, XXX: 282.
- Marseul, S., 1889. Révision des Érotylides de l'Ancien-Monde d'après les travaux récents de M. Edmond Reitter devant servir a compléter la monographie de M. Louis Bedel publiée en 1868 dans le Tome V de L'Abeille. L'Abeille, XXVI: 149-166.
- Mendes, M. A., 1959. A entomofauna do castanheiro (*Castanea sativa* Miller) no concelho de Moimenta da Beira. Publicações da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aqüícolas, XXVI: 119-275.

- Méquignon, A., 1932. Description d'un Harminius nouveau du Portugal et remarques sur quelques Élatérides de même provenance [Col. Elateridae]. Bull. Soc. ent. Fr., XXXVII (8): 123-125.
- Montreuil, O., 2009. Revalidation de *Netocia oblonga* ssp. *raffrayi* (Desbrochers des Loges, 1869) de l'extrême sud de la péninsule Ibérique (Coleoptera, Cetoniidae). Bull. Soc. ent. Fr., 114 (3): 277-279.
- Muona, J., 2002. *Trixagus leseigneuri* n. sp. (Coleoptera, Throscidae). Bull. Soc. ent. Fr., 107 (2): 187-190.
- Neves, C. M. B., 1945 (1944-1947). II — Contribuição para o conhecimento da entomofauna florestal indígena. Bull. Soc. port. Sci. Nat., 15 (14): 69-90.
- Neves, C. M. B., 1945 (1944-1947). Note sur la découverte au Portugal du *Buprestis octoguttata* L. (Coleoptera-Buprestidae). Bull. Soc. port. Sci. Nat., XV (7): 32-34.
- Neves, C. M. B., 1947. Alguns insectos prejudiciais nos arvoredos de Sintra. Revista Agronómica, XXXV (II): 128-142.
- Neves, C. M. B., 1952. Notas sobre a entomofauna florestal portuguesa. Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 2ª Série, 4: 4-8.
- Neves, C. M. B., 1955. Notas sobre a entomofauna florestal portuguesa (II). Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 2ª Série, 5: 44-53.
- Neves, C. M. B., 1957. Algumas observações entomológicas. Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 2ª Série, VII: 165-170.
- Neves, C. M. B., 1963. Notas sobre algumas espécies de Cerambycidae (Coleoptera) da Entomofauna florestal portuguesa. Agros, 46 (3): 177-184.
- Neves, C. M. B. & Cabral, M. T., 1982. Contribuição para o inventário da entomofauna de *Eucalyptus globulus* Labill. em Portugal. Anais do Instituto Superior de Agronomia, 40: 257-263 + 8 pranchas.
- Nobre, A., 1898. Catálogo do Gabinete de Zoologia 1897-1898. Anuario da Academia Polytechnica do Porto, 21: 78-122.
- Oliveira, M. P., 1883. Catalogue des insectes du Portugal (cont.). Revista da Sociedade de Instrucção do Porto, 3 (1): 12-20; 3 (2): 65-72; 3 (3): 129-136; 3 (4): 164-173; 3 (5): 233-241; 3 (6): 281-288; 3 (7): 336-344; 3 (9): 406-414; 3 (10): 476-483; 3 (11): 525-532; 3 (12): 556-563.
- Oliveira, M. P., 1884. Catalogue des insectes du Portugal (cont.). Revista da Sociedade de Instrucção do Porto, 4 (1): 39-48; 4 (2): 89-96; 4 (3): 136-143; 4 (4): 185-192; 4 (5): 233-240; 4 (6): 280-288; 4 (9): 424-432; 4 (11): 498-504; 4 (12): 529-536.

- Oliveira, M. P., 1893. Catalogue des insectes du Portugal. Coleoptères. Coimbra, 393 pp.
- Raimundo, R.; Algarvio, R.; Novas, P. C. & Figueiredo, D., 2001. Cartography of some species of xylophagous and xylomicetophagous insects in *Quercus suber* and *Quercus rotundifolia* in Alentejo using GIS. Actas VIII Congr. Ibérico Entomologia, Bolm. Soc. port. Ent., Supl. 6: 459-468.
- Salgado Costas, J. M., 1990. Contribución al conocimiento de los Histéricidos de Portugal (Col. Histeridae). Arq. Mus. Boc. (Nova Série), 1 (30): 429-463.
- Sama, G., 1992. Note sur les longicornes de la Péninsule Ibérique avec description d'une nouvelle espèce de *Trichoferus* (Coleoptera, Cerambycidae). Biocosme Méditerranéen, Nice, 8 (4)-9 (1): 395-400.
- Seabra, A. F., 1905. Estudos sobre os Animais Úteis e Nocivos à Agricultura - II - Esboço Monográfico sobre os Platycerídeos de Portugal. Publicações do Laboratório de Pathologia Vegetal, Lisboa. 21 pp.
- Seabra, A. F., 1909 (1908). Description de quelques variétés et sous-variétés nouvelles de Scarabéidés et Platycéricidés du Portugal. Bull. Soc. Port. Sc. Nat., 2 (1): 82-87.
- Seabra, A. F., 1929. Registo das espécies úteis ou nocivas observadas na Secção de Biologia e Parasitologia do Museu durante os meses de Julho a Setembro de 1929. Arq. Sec. Biol. Paras. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 1 (1): 83-90.
- Seabra, A. F., 1932. Subsídios para o conhecimento da fauna das Matas Nacionais - Conclusões de estudos realizados durante os meses de Julho e Agosto de 1925 na Mata de Leiria. Arq. Sec. Biol. Paras. Mus. Coimbra, 2 (1): 45-80.
- Seabra, A. F., 1933. Subsídios para o conhecimento da fauna das Matas Nacionais - Conclusões de estudos realizados durante os meses de Julho e Agosto de 1925 na Mata de Leiria. Arq. Sec. Biol. Paras. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 2 (2): 93-157.
- Seabra, A. F., 1939. Contribuição para a História da Entomologia em Portugal. Catálogo das Coleções Entomológicas do Laboratório de Biologia Florestal em 1937. Publicações da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aqüícolas, VI (II): 155-301.
- Seabra, A. F., 1939. Contribuição para a História da Entomologia em Portugal. A Secção Entomológica do Laboratório de Biologia Florestal. Publicações da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aqüícolas, VI (I): 1-146.
- Seabra, A. F., 1942. Aditamento ao Catálogo dos Coleópteros de Portugal, do Dr. Manuel Paulino de Oliveira. Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra, 136: 1-33.



- Serrano, A. R. M., 1981. Contribuição para o conhecimento de uma nova família de coleópteros em Portugal (Insecta, Coleoptera, Pyrochroidae). Bolm. Soc. port. Ent., 1 (20): 1-3.
- Serrano, A. R. M., 1981. Contribuição para o estudo dos coleópteros do Parque Natural da Arrábida. Coleção Parques Naturais, 9. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Património Paisagístico, Lisboa. 87 pp.
- Serrano, A. R. M., 1981. Dados para a inventariação da fauna lusitânica: coleópteros novos para Portugal (Insecta, Coleoptera). Bolm. Soc. port. Ent., 1 (15): 1-7.
- Serrano, A. R. M., 1982. Coleópteros do Parque Nacional da Peneda-Gerês e da Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto colhidos pelo Centro dos Jovens Naturalistas (1978 e 1980), (Insecta, Coleoptera). Bolm. Soc. port. Ent., 1 (23): 1-12.
- Serrano, A. R. M., 1982. Coleópteros novos ou interessantes para Portugal (1.<sup>a</sup> nota). (Insecta, Coleoptera). Bolm. Soc. port. Ent., 1 (29): 1-8.
- Serrano, A. R. M., 1983. Contribuição para o inventário dos coleópteros de Portugal. Estação Agronómica Nacional, Oeiras. 269 pp.
- Serrano, A. R. M., 1984. Coleópteros novos ou interessantes para Portugal (2.<sup>a</sup> nota), (Insecta, Coleoptera). Bolm. Soc. port. Ent., 2 (23): 273-278.
- Serrano, A. R. M., 1984. Contribuição para a inventariação dos coleópteros de Portugal. Estação Agronómica Nacional, Oeiras. 269 pp.
- Silva, P. M.; Silva, I. F.; Boieiro, M.; Aguiar, C. A. S. & Serrano, A. R. M., 2006. New records of saproxylic beetles (Coleoptera: Elateridae, Mycetophagidae, Melandryidae and Colydiidae) from Portugal. Boln. S.E.A., 39: 377-379.
- Soares-Vieira, P. & Grosso-Silva, J. M., 2003. Novidades e registos interessantes para a fauna de coleópteros (Coleoptera) do Parque Nacional da Peneda-Gerês (Noroeste de Portugal). Boln. S.E.A., 33: 173-181.
- Švihla, V., 1988. Revision of *Ischnomera* species from the western Palaearctic (Coleoptera, Oedemeridae). Acta ent. bohemoslov., 85: 205-222.
- Tauzin, P., 1988. Précisions sur la distribution de *Drymochares cylindraceus* (Fairmaire) (Col. Cerambycidae). L'Entomologiste, 44 (5): 293-294.
- Teunissen, A. P. J. A., 1998. Coleópteros de la Península Ibérica de la colección A. Teunissen (Holanda). I. Familias Oedemeridae, Buprestidae, Vesperidae, Lucanidae y Rhipiphoridae. Cat. entomofauna aragon., 17: 21-22.
- Tournier, H., 1878. Longicornes récoltés par feu Cam. Van Volxem pendant son voyage au Portugal, en Espagne, au Maroc. Annales de la Société Entomologique de Belgique,

- XXI (Comptes-rendus des Séances de la Société entomologique de Belgique): LXVIII-LXX (sic!).
- Valcárcel, J. P.; Grosso-Silva, J. M. & Prieto Piloña, F., 2011. Nuevos registros de *Mycterus curculioides* (Fabricius, 1781) (Coleoptera, Mycteridae) y actualización de su distribución ibérica. *Arquivos Entomológicos*, 5: 153-156.
- Vázquez, X. A., 1985. Consideraciones sobre algunos Oedemeridae nocturnos de la Península Ibérica (Col.). *Actas II Congr. Ibérico Entomología*, Bolm. Soc. port. Ent., Supl. 1, 2: 351-358.
- Vázquez, X. A., 1988. El género *Oncomera* Stephens en la Península Ibérica (Col., Oedemeridae). *Misc. Zool.*, 12: 177-182.
- Vázquez, X. A., 1989. El género *Chrysanthia* Schmidt en la Península Ibérica (Coleoptera, Oedemeridae). *Elytron*, 3: 125-136.
- Vázquez, X. A., 1989. Revisión de las especies íbero-baleares del género *Oedemera* Olivier (Coleoptera, Oedemeridae). *Eos*, 65 (1): 207-241.
- Vázquez, X. A., 1993. Coleoptera, Oedemeridae, Pyrochroidae, Pythidae, Mycteridae. In: *Fauna Ibérica*, vol. 5. RAMOS, M. A. *et al.* (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 181 pp.
- Vázquez, X. A. & Grosso-Silva, J. M., 2001. *Oedemera* (*Oncomera*) *femoralis* Olivier, 1803, nova espécie para a fauna de Portugal (Coleoptera, Oedemeridae). *ZAPATERI, Revta. aragon. ent.*, 9: 119-120.
- Vives, E., 1984. Cerambícidos (Coleoptera) de la Península Ibérica y de las Islas Baleares. *Treb. Mus. Zool. Barcelona*, 2: 1-137.
- Vives, E., 1995. Notas sobre longicornios ibéricos (V). Cerambícidos importados o aclimatados en la Península Ibérica (Coleoptera: Cerambycidae). *ZAPATERI, Revta. aragon. ent.*, 5: 165-174.
- Whitehead, P. F., 2007. Observations on the larval ecology of the stag beetle *Lucanus cervus* (L., 1758) (Col., Lucanidae) in England. *Ent. Monthly Mag.*, 143: 201-205.
- Yélamos, T., 1994 (1993). Cites noves o interessants d'Histèrids de la Península Ibèrica (Coleoptera, Histeridae). *Ses. Entom. ICHN-SCL*, 8: 13-16.
- Yélamos, T. & Ferrer, J., 1988. Catalogo preliminar de los Histèrids de la fauna ibero-balear (Coleoptera, Histeridae). *Graellsia*, 44: 159-199.
- Zuzarte, A. J. G. S., 1985. Contribuição para o conhecimento dos Cleridae, Buprestidae e Cerambycidae de Portugal (Insecta, Coleoptera). *Descrição de duas novas espécies*

- de *Vesperus* Latreille (Col. Cerambycidae). Actas II Congr. Ibérico Entomologia, Bolm. Soc. port. Ent., Supl. 1, 1: 95-103.
- Zuzarte, A., 1979. Notas sobre Cerambicídeos de Portugal (Coleoptera, Cerambycidae). Bolm. Soc. port. Ent., 1 (2): 1-10.
- Zuzarte, A., 1983. *Penichroa fasciata* Steph., espécie nova para a fauna de Portugal e novos habitats de outros cerambicídeos (Coleoptera, Cerambycidae). Bolm. Soc. port. Ent., 2 (1): 1-5.

## Anexo 3

Lista de espécies de coleópteros saproxílicos e a respetiva pontuação para Portugal continental

Ficheiro Excel disponível [aqui](#).

## Anexo 4

Dados da distribuição geográfica em Portugal das espécies de coleópteros saproxílicos obtidos através da recolha bibliográfica realizada

Ficheiro Excel disponível [aqui](#).

## Anexo 5

Dados da distribuição geográfica em Portugal das espécies de coleópteros saproxílicos obtidos através da recolha na base de dados ao iNaturalist (2021)

Ficheiro Excel disponível [aqui](#).