

AS BORBOLETAS NOTURNAS DE VILA REAL

DARINKA C. GONZALEZ^{1,2,3,4}, AGOSTINHO FERNANDES², JOÃO M. NUNES⁵, MARTIN F. V. CORLEY^{5,6}, JOAQUIM M. BETERIANO⁷, MAFALDA V. DE CARVALHO⁷, REINALDO L. CAJAIBA^{8,9}, LUÍS F. P. BRAZ⁹, JOSÉ M. M. LOURENÇO¹⁰, JOSÉ L. YELA¹¹, MARIO SANTOS^{4,8}

* darinkacostagonzalez@gmail.com

1 CITAB – Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5000-801, Vila Real, Portugal

2 Lepi VR – Núcleo de Estudos de Eointegridade, Vila Real, Portugal (lepevilareal@gmail.com)

3 Campus da Auga, Universidade de Vigo, Canella da Costa da Vela 12, 32004 Ourense, Espanha

4 Laboratório de Ecologia Aplicada, CITAB – Centro de Investigação e Tecnologia do Agroambiente e Ciências Biológicas, Instituto de Inovação, Capacitação e Sustentabilidade da Produção Agroalimentar (Inov4Agro), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000 -911 Vila Real, Portugal

5 CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, P-4485-661 Vairão, Portugal

6 Pucketty Farm Cottage, Faringdon, Oxfordshire SN7 8JP, U.K.

7 Centro de Ciência de Vila Real, Rua Diogo Dias Ferreira, s/n – Parque Corgo, 5000-559 Vila Real

8 Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, R. Dep. Gastão Vieira, 1000, 65393-000 Buriticupu, MA, Brasil

9 Centro de Investigação e Tecnologia em Ciências Agroambientais e Biológicas (CITAB), Inov4Agro, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal

10 Centro de Geociências. Departamento de Ciências da Terra. Rua Sílvio Lima. Universidade de Coimbra – Pólo II. 3030-790 Coimbra. Portugal

11 Grupo DITEG, Área de Zoología, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Carlos III, s.n, Campus Real Fábrica de Armas, E-45071 Toledo, Espanha



RESUMO

A perda de biodiversidade e a atual extinção em massa difere de todas as outras por ser impulsionada por uma única espécie – o Homem. Os invertebrados não fogem à regra, sendo um dos grupos de seres vivos mais representativos do planeta, não apenas em diversidade, mas também ao nível da sua importância nos ecossistemas. Urge avaliar as implicações que o declínio da diversidade terá nos ecossistemas e no nosso quotidiano. O trabalho aqui apresentado resulta do estudo voluntário por parte de cidadãos que decidiram dedicar tempo a recolher informação relativa à presença e distribuição de espécies de borboletas noturnas no concelho de Vila Real ao longo de quatro anos (2016-2020). Os resultados apontam

para uma grande riqueza e biodiversidade da fauna de borboletas noturnas presentes na região. Algumas das espécies identificadas são espécies designadas de incomuns, com poucos registos à escala nacional. Futuramente, será importante alargar o conhecimento deste grupo a outras áreas do concelho ainda por estudar e tentar acompanhar a evolução das populações existentes, definindo espécies chave com maior interesse em estudar, quer pela sua expressão no território, quer pelas suas relações ecológicas.

PALAVRAS-CHAVE

Biodiversidade, borboletas noturnas, ciência-cidadã, lepidoptera, monitorização, Vila Real.

CITAÇÃO RECOMENDADA Citação recomendada: Gonzalez DC, Fernandes A, Nunes JM, Corley MFV, Beteriano JM, Carvalho MV, Cajaiba RL, Braz LFP, Lourença JMM, Yela JL & Santos M (2021). As borboletas noturnas de Vila Real. *Lucanus* – Revista de Ambiente e Sociedade, Volume V, Páginas 44-83.

ABSTRACT

The loss of biodiversity and the current extinction crisis differs from all others as it is driven by a single species – Humans. Invertebrates are no exception, being one of the most relevant groups of living beings on the planet, not only in terms of diversity, but also in terms of their significance for the ecosystems. It is important to address how this decline will affect ecosystems and our daily lives. The work presented here results from the voluntary study of citizens who decided to devote time to collect information about the presence and distribution of moths (nocturnal butterflies) in the municipality of Vila Real over a four-year timespan (2016-2020). The results point

to a great richness and diversity of moths present in the region. Some of the species identified were considered uncommon, with few records at the national scale. In the future, it will be important to extend the study and methodology to other areas of the county to follow the evolution of existing populations, and to define key species, either by their rarity or by their ecological significance.

KEYWORDS

Biodiversity, citizen science, lepidoptera, monitoring, nocturnal butterflies, Vila Real.

1 INTRODUÇÃO

O declínio na diversidade de invertebrados despertou a atenção da comunidade científica e da opinião pública em geral, sendo este tema atualmente debatido tanto na esfera da comunidade científica como pelos decisores políticos em vários países (Hallmann *et al.* 2017). Como consequência, novas avaliações nacionais e internacionais da biodiversidade, iniciativas de monitorização e planos de ação estão a ser desenvolvidos e aplicados para que se possa obter informação sistemática e robusta sobre esta problemática (e.g., polli.NET. Rede Colaborativa para a Avaliação, Conservação e Valorização dos Polinizadores e da Polinização. <https://www.pollinet.pt/>). As primeiras comparações indicam que a perda de biodiversidade pode ser ainda mais pronunciada em invertebrados (por exemplo, borboletas) do que em plantas e aves (Thomas *et al.* 2004). Mudanças significativas na diversidade de invertebrados e na composição das suas comunidades têm-se sucedido. Estudos indicam que certas espécies podem inclusivamente entrar em risco de extinção antes mesmo de sabermos da sua existência (Stuart *et al.* 2010). A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) é uma referência importante para o grau

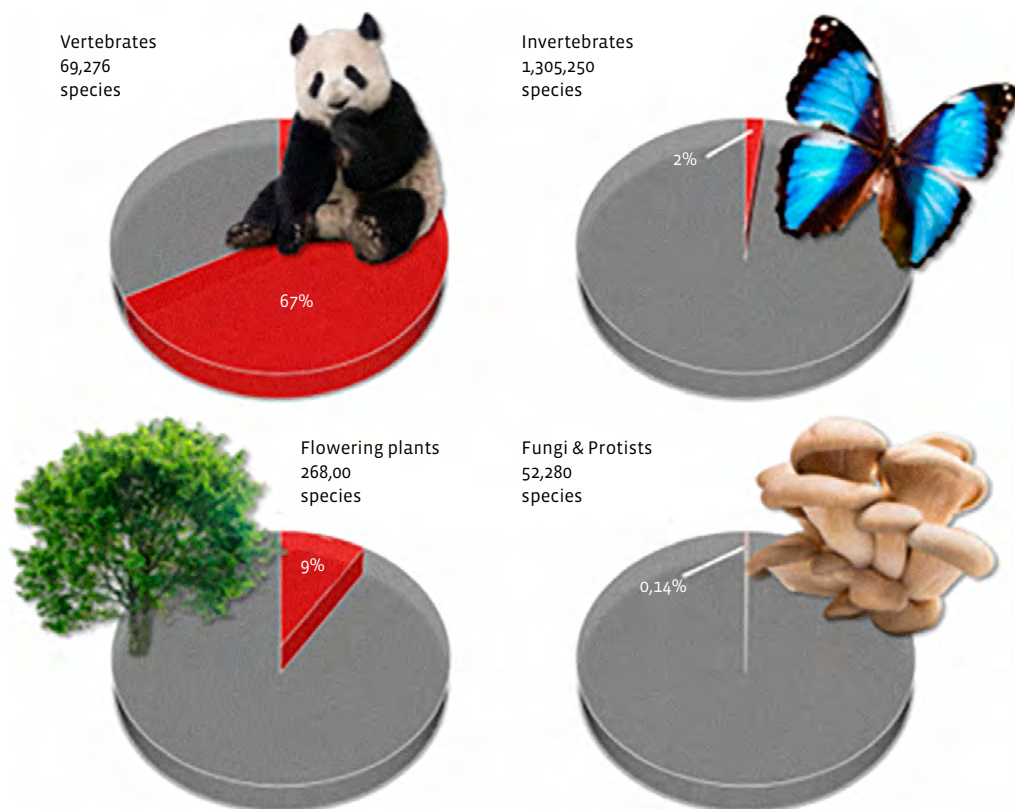


FIGURA 1 Sub-representação de invertebrados na Lista Vermelha da UICN. Exemplos de percentagens de espécies avaliadas na Lista Vermelha da UICN até 2018 em comparação com o número de espécies descritas. Notavelmente, há uma grande variabilidade na percentagem de espécies avaliadas dentro dessas categorias amplas. Por exemplo, apenas ~0,8% de todas as espécies de insetos descritas foram avaliadas em 2018. Créditos das fotos: panda: Eric Isselée; borboleta: Fotokon; árvore: Produção Perig; fungos: ksenaz2 (todos: Fotolia.de). Adaptado de Eisenhauer *et al.* 2019.

de ameaça das espécies, no entanto a informação disponível é muito focada no grupo dos vertebrados resultando numa sub-representação dos vários grupos de invertebrados (Figura 1).

Neste contexto, a existência de uma base taxonómica mais ampla para a avaliação de espécies, representando adequadamente os invertebrados, irá suportar uma conservação mais efetiva e decisões políticas devidamente sustentadas (Stuart *et al.* 2010). Por outro lado, a avaliação das tendências populacionais, dos potenciais riscos de extinção e suas implicações, apenas poderá ser feita de forma eficiente com recurso ao estudo e ao conhecimento das espécies existentes no território, a relação que as mesmas estabelecem com o meio natural e a sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas. Os estudos direcionados para a recolha de informação e construção de catálogos de espécies, bem como para monitorização da evolução da presença e abundância das mesmas ao longo do tempo, são o meio que nos possibilita avaliar a biodiversidade existente, a qualidade dos habitats e ecossistemas e, consequentemente, o impacto do Homem na preservação do património natural e da biodiversidade.

As borboletas noturnas (Lepidoptera exceto Papilionoidea) são um grupo de invertebrados que pode ser utilizado para obter tais evidências. Para além de ser um grupo muito diverso, muitas espécies mais especializadas encontram-se atualmente sob ameaça. Por outro lado, estudos recentes têm demonstrado que as populações da maioria das espécies de borboletas noturnas comuns e amplamente difundidas têm diminuído durante as últimas décadas (Fox *et al.* 2021).

As borboletas noturnas ocupam uma ampla gama de biótopos terrestres e nichos ecológicos e, portanto, os padrões da sua abundância e distribuição podem ser indicativos para outros grupos de organismos. A causa do declínio populacional das espécies de borboletas noturnas é algo ainda pouco estudado e apenas parcialmente compreendido (Fox *et al.* 2021). Fatores como uma inadequada gestão agrícola, o desenvolvimento e expansão da área urbana e tecido industrial são provavelmente determinantes para o declínio observado das populações de borboletas noturnas (Macgregor *et al.* 2017, Fox *et al.* 2021).

A diversidade de borboletas noturnas em Portugal é muito elevada, com predomínio de espécies mediterrânicas até ao vale do Douro, excluindo os sistemas montanhosos mais elevados da região norte e centro. Na região norte do país existem muitas espécies que apresentam uma distribuição eurosiberiana, e outras que preferem ambientes mais temperados e húmidos característicos do clima atlântico, com maior expressão na região noroeste, embora o efeito se estenda até ao Algarve. Ocorrem no território ainda outras espécies com preferência por ambientes mais secos, características de regiões mais quentes da Europa.

No presente trabalho, pretendemos dar a conhecer informação atual relativa às espécies de borboletas noturnas existentes no território abrangido pelo município de Vila Real. Esta permitirá, posteriormente, investigar e aferir potenciais efeitos de determinados fatores como uso do solo, geomorfologia, flora e vegetação, clima e variáveis meteorológicas, na presença e abundância das espécies registadas.



Fatores como uma inadequada gestão agrícola, o desenvolvimento e expansão da área urbana e tecido industrial são provavelmente determinantes para o declínio observado das populações de borboletas noturnas.”

1.1 O QUE É UMA BORBOLETA NOTURNA?

As borboletas noturnas (“moths” em inglês, “mariposas” em espanhol), vulgarmente conhecidas por traças ou mariposas, são insetos pertencentes à ordem Lepidoptera. O grupo das borboletas noturnas contempla um total de 133 famílias e 157.302 espécies conhecidas a nível mundial, sendo que na Europa existem 9.865 espécies das quais 4.700 estão presentes na Península Ibérica (Garcia-Barros *et al.* 2015), embora se suponha que um número considerável de espécies ainda está por descrever (Corley, apontamentos 2021).

As borboletas noturnas são um grupo parafilético, *i.e.*, um grupo formado por alguns táxons descendentes de um mesmo ancestral, que inclui todos os membros da ordem Lepidoptera que não estejam incluídos na superfamília Papilionoidea (vulgarmente conhecidas como borboletas diurnas) (Kawahara *et al.* 2019). Vulgarmente, as borboletas noturnas são separadas em dois agrupamentos designados de “macrolepidópteros” e “microlepidópteros”. Trata-se de uma separação artificial cujo uso é estritamente de carácter prático, que se prende com a dimensão das espécies em causa.

Embora sejam insetos comuns, as borboletas diurnas e as noturnas são frequentemente confundidas. Na verdade, não existe em bom rigor uma regra única e infalível que permita a distinção de ambas. No entanto, as borboletas diurnas e as noturnas possuem formas, hábitos e comportamentos muito próprios (Tabela 1). Um carácter recorrentemente utilizado para a sua

Borboleta noturna		Borboleta diurna	
• Corpo rechonchudo. • Usualmente ativas à noite. • Pousam com as asas abertas. • Passam a fase de pupa em casulos ou crisálidas. • Antenas simples ou plumosas. • Usualmente com cores pálidas a suaves.		• Corpo usualmente fino. • Ativas durante o dia. • Pousam com as asas fechadas. • Passam a fase de pupa em crisálidas. • Antenas clavadas. • Usualmente com cores fortes.	

TABELA 1 Quadro resumo com características usuais para distinguir borboletas noturnas de diurnas.

distinção é a forma das antenas. As borboletas diurnas possuem antenas finas que terminam de forma arredondada (forma de clava), enquanto as antenas das borboletas noturnas são mais variadas, frequentemente plumosas e sem forma arredondada na extremidade (Tabela 1 – Imagem de pormenor de antena de borboleta noturna). É importante notar que, para quase todos os critérios referidos na Tabela 1, existem exceções.

1.2 CICLO DE VIDA DAS BORBOLETAS NOTURNAS

As borboletas noturnas, à semelhança das borboletas diurnas, passam por um ciclo de vida com sucessivas fases de desenvolvimento, desde o ovo à larva (mais conhecida como lagarta), depois pupa e finalmente imago (adulto). Como apresentam uma fase intermédia entre o juvenil e o adulto, a pupa, diz-se que as borboletas possuem uma metamorfose completa. As primeiras fases do ciclo são muito importantes para o desenvolvimento da borboleta adulta.

Fases de Desenvolvimento do Ciclo de Vida de uma Borboleta noturna

1.2.1 Ovo – O embrião

A primeira fase de desenvolvimento do ciclo de vida de uma borboleta corresponde ao desenvolvimento do embrião dentro do ovo. Depois do ritual de acasalamento pelo qual passam os machos e as fêmeas adultas, ocorre a fertilização dos ovos no interior da fêmea. Posteriormente, a fêmea procura o local próprio para colocar os ovos, *i.e.*, procura a planta hospedeira para colocar os ovos. Existem espécies que colocam os ovos de forma concentrada no mesmo local e outras espécies que caracteristicamente depositam os ovos de forma mais dispersa nas plantas hospedeiras. A razão para tal comportamento terá a ver com estratégias de sobrevivência da espécie em causa. A planta hospedeira, tal como o nome indica, é a planta que hospedará não só os ovos como também (regra geral) servirá futuramente de alimento às lagartas, depois destas eclodirem. Existem lagartas que se alimentam de uma variedade muito grande de plantas hospedeiras (generalistas/polí-fagas) e outras que são muito seletivas, alimentando-se de apenas determinada família ou mesmo género de plantas (específica/monófaga) (Scoble 1992, Zilli & Lees 2019).

1.2.2 Lagarta – A larva

A fase de desenvolvimento seguinte é a da lagarta (larva) que se inicia quando esta emerge do ovo. Assim que a lagarta eclode, na maioria dos casos, o seu primeiro alimento é a casca do ovo da qual acabou de sair. A casca contém muitas proteínas, vitaminas e outros nutrientes de que a lagarta necessita para sobreviver e se desenvolver. Esta fase de desenvolvimento tem uma duração muito variável de acordo com a espécie em causa e também com as condições ambientais que ocorrem durante este período de desenvolvimento, podendo demorar entre semanas e meses. As formas e cores que as lagartas apresentam também variam muito em função da espécie e do seu instar de desenvolvimento. Quando a lagarta emerge do ovo, diz-se os vários instares, as lagartas passam por um processo de muda e eliminação da cutícula, tecido que as reveste (processo semelhante aos das aranhas, cobras e outros animais) de modo que possam crescer. As lagartas podem inclusive alimentar-se das cutículas que, entretanto, libertam, pois estas geralmente são ricas em proteínas, nutrientes e outras substâncias que são benéficas para o crescimento (à semelhança do que acontece com a casca do ovo). Algumas lagartas parecerão significativamente diferentes após cada instar (ou muda), enquanto outras parecerão apenas maiores, mas semelhantes. O número de instares ou mudas pela qual uma lagarta passa depende da qualidade da alimentação que tem, das condições do ambiente envolvente (principalmente temperatura e humidade relativa do ar) e da espécie. Quando atinge o instar final, significa que chegou a hora de pupar. Nesta altura a lagarta, antes de se metamorfosear em pupa, geralmente prepara um casulo como reforço de proteção, dependendo da espécie, e procura um lugar seguro para o fazer, usualmente afastado da planta hospedeira (Scoble 1992, Zilli & Lees 2019).

1.2.3 Pupa – A pupa no casulo

A fase de desenvolvimento compreendida como pupa corresponde à fase de passagem de lagarta a adulto. Nesta fase de desenvolvimento diz-se que as lagartas das borboletas noturnas, com exceções de algumas espécies, encontram-se numa espécie de invólucro denominado de casulo. Nas borboletas diurnas (Papilionoidea) a pupa é denominada de crisálida. As lagartas, de modo geral, têm a capacidade de produzir um fio de seda à base de proteínas que as próprias produzem. Uma lagarta tece a seda de forma a construir uma capa protetora denominada de casulo, dentro da qual ocorrerá o processo de transformação de lagarta em imago (adulto) (Figura 2). Existem



FIGURA 2 Ciclo de Vida da borboleta *Arctia caja*. Fotos de Ana Valadares. Legenda: A-E – sucessivos instares de desenvolvimento ao longo da fase larvar; F – Pupa dentro do seu casulo e G – Imago.

também casulos construídos com diferentes tipos de materiais para além da seda, como é o caso dos que se encontram enterrados a uns escassos centímetros da superfície do solo, onde o material arenoso do solo é utilizado na construção do casulo (Figura 3) ou mesmo com restos das plantas onde se encontram (Figura 4). Em qualquer uma das situações, o objetivo do casulo é oferecer proteção para a pupa vulnerável enquanto ela se transforma, assim como criar um ambiente mais controlado em relação ao exterior.



FIGURA 3 Ciclo de Vida da borboleta *Omphalophana serrata*. Fotos de Ana Valadares. Legenda: A-D – sucessivos instares de desenvolvimento ao longo da fase larvar; E – Casulo; F – Pupa e G – Imago.

Durante este processo, embora o exemplar não se desloque nem se alimente, ele não se encontra em repouso dentro do casulo. Toda a estrutura corporal é agora modificada, e a energia necessária para esta transformação é obtida através das reservas alimentares que a lagarta conseguiu reunir durante a

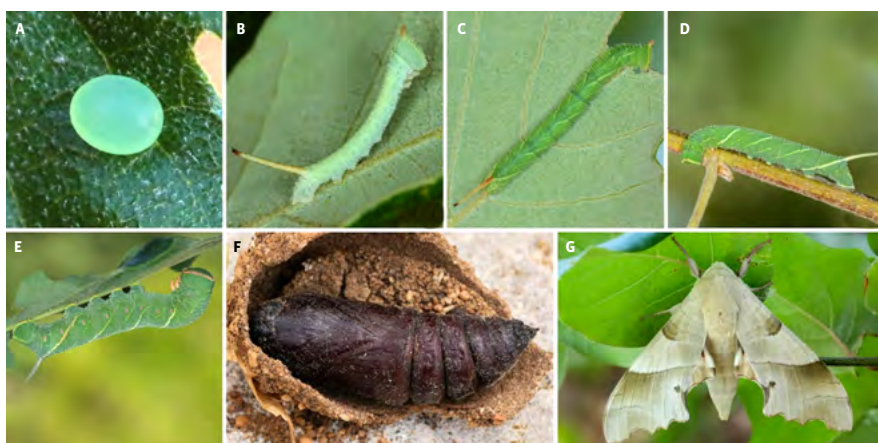


FIGURA 4 Ciclo de Vida da borboleta *Marumba quercus*. Fotos de Ana Valadares. Legenda: A – Ovo, B-E – sucessivos instares de desenvolvimento ao longo da fase larvar; F – Pupa dentro do seu casulo e G – Imago.

fase de desenvolvimento anterior. A este acontecimento chamamos metamorfose, e o processo envolvido denomina-se de histólise. A duração deste processo depende do ambiente, da espécie e do tamanho da borboleta. Existem vários sinais que a pupa, ou borboleta adulta, irá perceber quando chegar a hora de sair do casulo. Esses podem ser fatores ambientais ou sinais químicos próprios que sinalizam que o processo de transformação foi concluído (Scoble 1992, Zilli & Lees 2019).

1.2.4 Borboleta – O imago

Esta nova fase é a última do ciclo de vida de uma borboleta: o adulto surge da pupa com novas estruturas que lhe permitem voar – as asas. A saída da borboleta para fora do casulo é um processo algo demorado, e durante esse período a borboleta está muito vulnerável ao ambiente exterior. O seu corpo está mole e o seu abdómen ainda se encontra inchado com o fluido que permitirá esticar e enrijecer as asas. O processo de extensão das asas para que possa voar é particularmente demorado e crucial para a sua vida adulta. Na fase anterior, durante a metamorfose, ocorre a produção de um desperdício do processo de transformação denominado de mecónio, um líquido viscoso avermelhado que a mariposa expele pelo ânus quando emerge da pupa. Ao mesmo tempo, as borboletas estão cheias de hemolinfa, equivalente ao sangue dos vertebrados. A borboleta pode chegar a levar algumas horas para bombear a hemolinfa nas suas asas, fazendo com que estas expandam e tomem a sua forma e tamanho normais.

1.3 AS BORBOLETAS NOTURNAS SÃO ATRAÍDAS PELA LUZ

As borboletas noturnas surgem frequentemente em voos circulares à volta de focos de luz artificiais. A razão para este comportamento (fototaxia positiva) ainda é discutida (Yela 1992, McGeachie 1987, Yela & Holyoak 1997). Uma das hipóteses é chamada de orientação celestial ou transversal. Segundo esta hipótese, o voo de uma borboleta noturna manter-se-á em linha reta sempre que a relação angular entre uma luz celestial (como a lua) e os seus corpos seja constante. Pelo facto de os objetos celestes estarem a uma distância tão grande resulta que qualquer mudança de ângulo entre a borboleta e a fonte de luz será insignificante, além de que a luz emitida pelos corpos celestiais estará sempre na parte superior do campo visual da borboleta, *i.e.*, no seu horizonte. No entanto, quando a borboleta percebe a proximidade de uma luz artificial, a relação angular entre a fonte de luz e o seu corpo deixa de ser constante e a borboleta tenta instintivamente corrigir o mesmo, virando-se em direção à luz, fazendo com que se aproxime cada vez mais da fonte de luz artificial numa trajetória de voo em espiral (McGeachie 1987, Yela & Holyoak 1997).

É neste princípio que se baseia toda a armadilhagem luminosa de borboletas noturnas. No entanto, existem limitações, nomeadamente algumas espécies que não se aproximam do foco de luz, sendo, pois, um método seletivo e, portanto, as amostras obtidas não refletem a totalidade da composição faunística presente na área de estudo (Yela 1992). Outros métodos empregues também em outros grupos de invertebrados poderão certamente complementar esta lacuna (por exemplo: armadilhas Malaise ou método de sucção; Yela & Holyoak 1997).

De facto, existem espécies de borboletas noturnas que possuem uma relação fototrópica positiva (aproximam-se da fonte de estímulo luminoso) e outras que possuem uma relação fototrópica negativa (mantêm-se longe da fonte de estímulo luminoso). O modo e a intensidade de reação à luz diferem de espécie para espécie, no entanto, a maioria das espécies que surgem nas armadilhas luminosas parecem responder ao mesmo padrão de comportamento. Existem também respostas diferentes consoante o tipo de luz que se utiliza na armadilhagem luminosa, *i.e.*, a luz de comprimento de onda curto, como é o caso da luz ultravioleta (UV) e que existe em condições normais na natureza em ambiente noturno (reflexo da luz solar através da lua e em menor proporção reflexo das estrelas e outros astros) que estimula os pigmentos fotossensíveis que compõem os olhos das borboletas noturnas e que os ajuda na sua orientação noturna (Yela 1992). Este efeito é inverso, *i.e.*, quanto

menor a intensidade de luz ultravioleta maior o efeito de atração ao estímulo luminoso, por isso em noites de lua cheia a atividade das borboletas pode diminuir (Yela 1992). Estudos apontam para um maior efeito de atração no caso dos Noctuídeos com recurso a fontes de luz com comprimentos de onda maiores que os UV, nomeadamente entre a gama dos 340 aos 380 nm, existindo ainda espécies que são mais sensíveis ao azul e verde (Yela 1992).

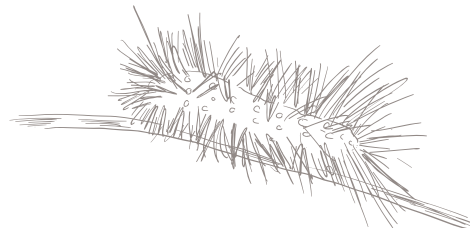
O efeito do estímulo não depende só do tipo de fonte de luz e do seu comprimento de onda, mas também de outros fatores externos não manipuláveis como, por exemplo, a latitude a que se encontra o ponto de observação, a altitude, a altura do ano, a fase da lua, a nebulosidade, a poluição luminosa na área envolvente, entre outros (Yela 1992, Yela & Holyoak 1997, Butler *et al.* 1999).

Os focos de luz mais utilizados em armadilhagem luminosa são os que emitem radiação ultravioleta (lâmpadas de vapor de mercúrio ou lâmpadas mistas), os “tubos de luz negra” (ultravioleta puro), os fluorescentes ou luz actínica (combinação de ultravioleta + violeta), filamento de tungsténio, halogéneo e mais recentemente os LED (Yela 1992, Brehm 2017).

Não existe um foco de luz perfeito. Como mencionado anteriormente, o estímulo provocado por cada uma varia entre espécies de borboletas noturnas, sendo aconselhável, sempre que possível durante as observações no campo, combinar fontes com focos de luz diferentes para ampliar o espectro de espécies amostradas. No entanto, as luzes de vapor de mercúrio, que emitem radiação compreendida entre o ultravioleta e o amarelo, são provavelmente as mais populares e usadas, sendo que ao longo de décadas de uso parecem comprovar a sua eficácia tanto em termos quantitativos (número de exemplares por sessão de amostragem) como qualitativos (número de espécies por sessão de amostragem).



O efeito do estímulo não depende só do tipo de fonte de luz e do seu comprimento de onda, mas também de outros fatores externos não manipuláveis como, por exemplo, a latitude a que se encontra o ponto de observação, a altitude, a altura do ano, a fase da lua, a nebulosidade, a poluição luminosa na área envolvente, entre outros.”



1.4 COMO OBSERVAR BORBOLETAS NOTURNAS

As borboletas noturnas frequentam quase todos os habitats terrestres existentes, desde bosques e florestas até regiões desérticas e semidesérticas, e mesmo áreas mais humanizadas, como jardins ou parques urbanos, sendo mesmo frequente observá-las em fontes luminosas em alturas do ano de maior calor, ou ainda repousando em paredes de edifícios. Por vezes, para quem procura observar determinada espécie de borboleta, é necessário procurá-las em habitats específicos, onde a sua presença está tipicamente relacionada com a presença das plantas hospedeiras, das quais a suas lagartas se alimentam durante a fase de crescimento.

Existem espécies de borboletas noturnas que podem facilmente ser observadas durante o dia como se de uma borboleta diurna se tratasse. Isto acontece porque existem espécies que são ativas durante o dia, ou então possuem um sistema misto podendo ser observadas em atividade tanto de dia como de noite (*Isturgia famula*, *Euplagia quadripunctaria*, *Pseudopanthera macularia*, *Euclidia glyphica*).

O material necessário para a observação das borboletas noturnas pode variar muito de acordo com o grau de informação que se pretenda retirar da experiência. De forma genérica, é necessário:

- › uma fonte de luz (o mais comum são luzes mistas, actínicas ou de vapor de mercúrio) com suporte (tripé ou algo semelhante);
- › um lençol branco para que as borboletas quando pousem sejam facilmente observáveis;
- › objetos para facilitar a área de pouso das borboletas (caixa de ovos ou outro material com cavidades onde as mesmas se podem abrigar e ficar em repouso).

Outra opção são caixas próprias para armadilhar borboletas noturnas, onde o princípio é o mesmo que o apresentado em cima (i.e., fonte de luz, local para abrigar e repousar), tal como as armadilhas Robinson e Skinner.

Na Figura 5 (5A, 5B e 5C) podemos observar os diferentes tipos de técnicas descritas em cima para observação de borboleta noturnas. Em todas as situações o princípio é o mesmo: a armadilhagem e observação são feitas com recurso a uma fonte luminosa artificial.



FIGURA 5 Tipos de foto-armadilhagem. A. Foto-armadilhagem com lençol e lâmpada mista. B. Foto-armadilhagem com caixa de LEDs. C. Foto-armadilhagem com lâmpada tubular de luz actínica.

Uma alternativa diferente, embora menos popular, é a utilização de fontes de néctar artificiais como atração para as borboletas noturnas. Estas fontes de néctar artificiais podem ser preparadas através de uma solução que contenha açúcar dissolvido em água com melaço, cerveja ou rum que é posteriormente depositada em troncos de árvores ou muros, ou mesmo em cordas que são embebidas nesta solução e penduradas nos ramos das árvores. As borboletas ao detetarem a fonte de alimento aproximam-se da mesma, acabando por pousar no local para se alimentarem (Yela & Holyoak 1997, Pettersson & Franzén 2008).

Existe ainda a possibilidade do uso de feromonas sexuais para atrair exemplares machos de determinadas espécies, imitando o processo que ocorre naturalmente na natureza, *i.e.*, as fêmeas virgens libertam para a atmosfera substâncias químicas semelhantes a odores que visam atrair os machos para que ocorra a cópula. Estes “odores” são denominados de feromonas e são captados por estruturas que existem nas antenas dos machos que se encontram nas imediações do local onde se encontra a fêmea, levando-os até à parceira. Esta técnica revela-se muito eficiente em espécies de borboletas noturnas que não são atraídas pela luz.

De todos os métodos de observação e registo de borboletas noturnas, parece existir uma concordância que o método que recorre a uma fonte luminosa será o mais adequado para recolher informação e o que representa um melhor compromisso entre o tempo necessário e os resultados obtidos (Yela 1992).

Complementarmente, para uma análise mais cuidada e segura, são utilizados frascos transparentes (plástico ou vidro) onde os espécimes são cuidadosamente colocados para uma observação mais próxima.

A macrofotografia também tem sido uma ferramenta muito importante e cada vez mais utilizada como recurso para a documentação e identificação das espécies que surgem nas sessões de observação de borboletas noturnas. Esta abordagem permite muitas vezes a observação de pequenos detalhes que muitas vezes, devido às condições do momento ou à limitação da nossa acuidade visual, escapam ao observador no próprio local de amostragem.

No entanto, deve-se salientar que a identificação de borboletas noturnas por meio de fotos pode ser muito arriscada ou mesmo impossível, dado o número de espécies semelhantes que existem e a rápida deterioração dos desenhos das asas devido ao efeito do voo. Estas condicionantes podem impossibilitar a correta identificação e existem mesmo espécies que só podem ser distinguidas através da análise da genitália.

No início de 2021, surgiu em Portugal um projeto de colaboração do cidadão com a ciência denominado Rede de Estações de Borboletas Noturnas (<https://www.reborboletasn.org/>). Este permite que qualquer pessoa possa adotar um local de observação de borboletas noturnas e criar assim uma estação – local fixo onde se armadilha luminosamente uma vez por mês – por forma a ir recolhendo os seus dados e contribuir para a base de dados comum a todas as estações existentes – Rede de Estações de Borboletas Noturnas. O contributo deste trabalho voluntário é decisivo para o desenvolvimento do conhecimento da fauna de borboletas noturnas em Portugal e permite uma análise científica robusta quando se atingir um volume de dados considerável. Os dados recolhidos em cada estação são posteriormente validados por pessoas com conhecimento técnico-científico na área. Este projeto possui um boletim mensal informativo online (disponível no respetivo *website* para *download*) para divulgar alguns resultados preliminares, dicas de identificação de espécies e histórias das próprias estações.



O contributo deste trabalho voluntário é decisivo para o desenvolvimento do conhecimento da fauna de borboletas noturnas em Portugal e permite uma análise científica robusta quando se atingir um volume de dados considerável.”

1.5 O ESTUDO EM PORTUGAL DAS BORBOLETAS NOTURNAS

Atualmente, existem 2 586 espécies com registos publicados para Portugal continental pertencentes ao grupo das borboletas noturnas, 23 das quais são endémicas. Este número é atualizado à medida que novas espécies são descritas, enquanto outras podem deixar de ser consideradas endémicas para Portugal se entretanto novos registos forem reportados noutros países, nomeadamente na vizinha Espanha.

As primeiras publicações com menção à fauna portuguesa de borboletas noturnas são da autoria de Linnaeus (1767) com a indicação de “*Lusitania*” como localização de novas espécies por ele descobertas. Manuel Dias Batista (1789) publicou uma pequena lista de espécies com ocorrência na região de Coimbra, e Domenico Vandelli (1797) listou algumas espécies oriundas de Lisboa. Domenico Vandelli, com nacionalidade italiana, chegou a Portugal em 1764. Durante a sua estadia, foi enviando exemplares para Linnaeus, fornecendo assim, ao longo dos anos, material suficiente para suportar uma publicação, em 1767, relativa à diversidade de borboletas noturnas em Portugal. No entanto, hoje em dia, alguns estudiosos na área, questionam se as espécies teriam sido originalmente colhidas em Itália, uma vez que as espécies descritas como sendo “*Lusitania*” são espécies na sua maioria sem mais registos ou observações em Portugal, com exceção de raros casos de algumas observações recentes em regiões onde não existe registo de Domenico Vandelli ter realizado estudos ou levantamentos.

Embora tenha havido alguma atividade entomológica na primeira metade do século XIX, a recolha de informação de forma ativa e mais sistemática das borboletas noturnas apenas começou no início da década de 1870, com algumas espécies coletadas por Manuel Paulino d’Oliveira, seguindo-se uma pequena coleção de Alfred Eaton, durante a sua visita a Portugal entre abril e junho de 1880. Embora ambos os coletores estivessem mais focados noutros grupos de invertebrados, Eaton adicionou 126 novas espécies à lista de espécies de lepidópteros já descritas para Portugal, incluindo 67 espécies pertencentes aos microlepidópteros. Também Fernando Mattozo Santos adicionou mais 60 espécies à lista de Lepidoptera de Portugal, embora estivesse focado no grupo das borboletas diurnas (Papilionoidea).

No final do século XIX um grupo de jesuítas, sediados no Colégio de São Fiel nas proximidades de Fundão, iniciou um estudo científico relativo à fauna e flora de Portugal, cujos registos foram incluídos em publicações na revista *Brotéria*, uma revista de sua criação e destinada à publicação e

divulgação dos seus achados. Dentro deste trabalho científico, o estudo do grupo Lepidoptera foi coordenado por Cândido Mendes de Azevedo, cujo trabalho e recolha de dados foi realizado na área de São Fiel e vizinhança. Este autor adicionou aproximadamente 700 espécies à lista de fauna conhecida para Portugal, numa série de publicações entre 1902 e 1914, e também completou a base de dados com espécies coletadas por outros observadores e aficionados entomológicos, encorajando deste modo outros jesuítas a participarem no inventário de espécies associadas ao grupo das borboletas noturnas. Este envolvimento resultou mais tarde na publicação da lista de espécies de Lepidoptera associada à região de Setúbal, cujo trabalho foi da autoria de P. Vieilledent. Cândido Mendes de Azevedo enviou também muitos exemplares de várias espécies a Joseph de Joannis, sediado em Paris, para análise e identificação dos mesmos.

A Implantação da República Portuguesa, em 1910, resultou na expulsão dos jesuítas de Portugal. Nesta altura, Cândido Mendes de Azevedo mudou-se para Espanha, deixando para trás a sua coleção, muita desta ainda por identificar e que posteriormente foi transferida para a galeria de Zoologia do Museu de Ciência da Universidade de Coimbra.

Durante o resto da primeira metade do século XX, os microlepidópteros foram praticamente ignorados à exceção de algumas espécies consideradas pragas; ao contrário dos macrolepidópteros, cujos estudos se sucederam a partir de 1920 por John Wattison, um inglês ao comando de uma fábrica de produção de artigos de cerâmica que, em colaboração com Maria Amélia da Silva Cruz, publicou a lista de macrolepidópteros de Portugal (Cruz & Wattison 1934, 1935).

A primeira lista de espécies de microlepidópteros de Portugal surge em 1945 sob a autoria de Albert Zerkowitz, um refugiado da Hungria que chega a Portugal em 1945 e por cá permaneceu até à sua saída para os Estados Unidos, em 1945. Na sua publicação, pouco foi adicionado ao que já se conhecia para as espécies de microlepidópteros em Portugal, tendo ignorado a lista existente da autoria de Silva Cruz & Wattison (1934, 1935).

Quando John Wattison regressou a Inglaterra, Amélia da Silva Cruz colaborou com Timóteo Gonçalves, produzindo, pouco antes da sua morte, uma nova lista de espécies de macrolepidópteros de Portugal, em 1978. Algumas das suas identificações estavam incorretas e anos mais tarde com o avanço do conhecimento, as suas identificações tornaram-se ainda mais erróneas. A coleção Amélia da Silva Cruz encontra-se no Museu de História Natural e da Ciência da Universidade do Porto. Infelizmente, parte desta coleção foi, entretanto, destruída por uma praga de escaravelhos que surgiu no museu, impossibilitando a validação de registos.

Outro grande impulsionador do estudo e conhecimento do grupo dos microlepidópteros foi Teodoro Monteiro, um monge Beneditino sediado no Mosteiro de Singeverga em Santo Tirso. Ele coletou exemplares majoritariamente em Singeverga, mas também em Mindelo, Gerês, Lamego, Mirandela, Montalegre e Algarve. Tinha particular interesse na família Psychidae.

Naquela altura, a região noroeste de Portugal era pouco conhecida. Desde a altura da visita de Alfred Edward Eaton em 1880 pouco se tinha evoluído em termos de conhecimento da fauna deste grupo na região.

Na década de 1980, Teodoro Monteiro visitou algumas regiões fronteiriças entre Trás-os-Montes e Espanha na companhia de Ernestino Maravalhas. Teodoro Monteiro foi o primeiro a iniciar o processo de seleção e correção dos erros de identificação acumulados, que resultaram do desconhecimento generalizado dos lepidópteros do sul da Europa e do isolamento da fauna de lepidópteros portugueses em relação aos do resto da Europa. Teodoro Monteiro alcançou grandes avanços nas identificações de alguns grupos por dissecção da genitália.

O conhecimento da fauna de borboletas noturnas do Algarve continuou em 1975 quando José Passos de Carvalho retornou a Portugal vindo de Angola a seguir à Revolução de 1974. José Passos de Carvalho e Monteiro trabalharam em conjunto na lista dos lepidópteros do Algarve (1984). Durante alguns anos, José Passos de Carvalho conseguiu coletar um pouco por todo o país, acabando por se especializar em pragas de *Citrus*. Embora não fosse um microlepidopterista, muito do material recolhido por si era identificado por especialistas estrangeiros.

Durante a década de 1980, a visita de lepidopterólogos vindos de outros países da Europa teve um impacto profundo e estrutural no estudo e conhecimento do grupo das borboletas noturnas em Portugal, em especial na região do Algarve. Ole Karsholt coletou exemplares na Serra da Estrela e na região da costa da Ericeira em 1986. Em janeiro de 1987, Erik van Nieuwerkerken visitou o Algarve onde coletou lagartas em várias fases de desenvolvimento de Nepticulidae, uma família que não era estudada desde o tempo de Cândido Mendes de Azevedo. Em 1989, Martin Corley visitou o Algarve pela primeira vez, iniciando um trabalho relativo ao estudo das borboletas noturnas de Portugal, que dura até aos dias de hoje e consiste numa das maiores bases de dados existentes.

Pouco depois da publicação da lista dos macrolepidópteros da autoria de Silva & Cruz (1978), António Vives Moreno publicou a lista dos microlepidópteros em 1992 (essencialmente com espécies presentes em Espanha, mas também com espécies descritas para Portugal).



Esta lista foi atualizada em 1994 com a inclusão de espécies do grupo dos macrolepidópteros. Esta última consistia numa compilação de informação dispersa e pouco sistemática, perpetuando erros anteriores, e ainda causando novos erros por omissão ou inclusão de informação sem confirmação técnico-científica. Mais tarde em 1996, Karsholt e Razowski editaram a lista dos Lepidópteros da Europa (*The Lepidoptera of Europe*), reunindo 1 935 espécies de Portugal, dados estes baseados no trabalho de Vives (1994).

Martin Corley depressa se apercebeu que era necessária a criação de uma lista de espécies para o país que fosse mais rigorosa do ponto de vista técnico, mas ao tentar unificar a informação existente deparou-se com a falta de concordância entre os trabalhos prévios e, por isso, iniciou assim a sua própria lista. Esta resultou de 25 anos de trabalho de campo, baseado em visitas curtas realizadas um pouco por todo o país. Ao longo deste período também se dedicou a recolher e estudar a informação existente na literatura, exemplares de museu e coleções privadas. Este trabalho culminou em 2015, com a sua primeira lista oficial e atual das espécies do grupo das borboletas noturnas presentes em Portugal, contando com 2 588 espécies. Ao longo dos anos, Martin Corley foi colaborando com Passos de Carvalho, Adrian Gardiner do centro A Rocha, em Mexilhoeira Grande, Ernestino Maravalhas e muitos outros aficionados e investigadores dedicados ao tema.

Durante este período, Martin Corley também colaborou com o trabalho desenvolvido por outros visitantes estrangeiros que incluíram Rolf Bläsius, que estudou a família Sesiidae; Zdenek e Aleš Laštůvka, que também trabalharam com a mesma família, mas também com várias outras famílias de espécies cujas lagartas são consideradas mineiras de folhas. Ao longo destes anos, Martin Corley também apoiou e acompanhou o desenvolvimento do conhecimento técnico de vários lepidopterologistas portugueses, como Pedro Pires, Eduardo Marabuto, Jorge Rosete e João Nunes, na expansão do seu interesse no tema e nas suas capacidades técnicas na sistemática dos exemplares que iam observando e registando.

Nos anos mais recentes, o interesse pelos Lepidoptera em Portugal tem tido um crescimento significativo, muito também devido às oportunidades de contacto e troca de informação digital. Após a publicação de Martin Corley, em 2015, cerca de 135 espécies foram adicionadas à lista (até final de 2019), no entanto a taxa de descoberta de novas espécies para o território tem diminuído consideravelmente. É expectável que novas espécies possam ser descobertas, seja como resultado de trabalho de campo, seja através de novos estudos taxonómicos, ou pela colonização de novas espécies no território através da sua introdução accidental, assim como através do avanço de espécies para norte em resultado das alterações climáticas.

1.6 BORBOLETAS NOTURNAS, O HOMEM E OS ECOSISTEMAS

A relação entre borboletas noturnas e o Homem está repleta de exemplos negativos e positivos. À semelhança de outros casos, nem sempre a coexistência é pacífica, como acontece em anos nos quais se registam perdas de produção agrícola e consequentemente perdas económicas causadas pelo surgimento de pragas agrícolas, algumas das quais espécies de borboletas noturnas (Bažok *et al.* 2018, Morland *et al.* 2019, Gugliuzzo *et al.* 2019). De facto, muitas espécies de borboletas noturnas durante a sua fase de desenvolvimento larvar (lagartas) são pragas agrícolas um pouco por todo o mundo, algumas das quais observadas e reportadas neste trabalho (*Apomyelois ceratoniae*, *Acleris variegana*, *Cydia fagiglandana*, *Dioryctria mendacella*, *Galleria mellonella*, *Ourapteryx sambucaria*, *Pyralis farinalis*, *Thaumetopoea pityocampa*, entre outras).

As lagartas de várias espécies da família Tineidae alimentam-se de tecidos (roupas, cobertores) feitos de fibras naturais, como é o caso da lã e da seda (Plarre & Krüger-Carstensen 2011). Apesar desta particularidade, muitas espécies de borboletas noturnas não têm qualquer impacto negativo para os seres humanos. A maioria das espécies durante a sua fase adulta alimentam-se à base do néctar de flores, sendo inclusive importantes polinizadores de determinadas espécies de plantas, cuja floração ocorre durante a noite (Krenn 2010). Estudos recentes revelaram que o trabalho realizado por estes polinizadores noturnos é muito mais relevante e complexo do que se imaginava inicialmente (Krenn 2010, Walton *et al.* 2020). Esses estudos compararam o mesmo tipo de registos dos polinizadores diurnos e descobriram que o enredo alimentar das borboletas noturnas é muito mais complexo. Em algumas situações, as borboletas noturnas interagiram de forma mais regular com flores do que os polinizadores diurnos, o que pode ser determinante para a polinização dessas plantas (Rader *et al.* 2016, Hahn & Brüh 2016).

Outro exemplo do proveito que o Homem tem com as populações de borboletas noturnas é o caso muito conhecido da borboleta do bicho-da-seda (*Bombyx mori*), um exemplo de “domesticação” onde as populações desta espécie são cultivadas para proveito económico, pela seda que produzem para construir o seu casulo. Em 2019, a indústria da seda produzia mais de 109 milhões de quilogramas de seda (International Sericultural Commission 2021) e o valor de mercado da seda a nível mundial em 2021 foi cerca de USD 16,94 mil milhões de dólares (Atenção: este valor não consta na referência que se segue; o valor indicado é uma projeção para 2021, disponível em <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/silk-market-110379892>).

html, Silk Market 2021). Existem mais espécies de borboletas noturnas que produzem seda e que, tal como a borboleta do bicho-da-seda, são utilizadas na indústria da seda (várias espécies de Saturniidae, entre outras).

Outro importante aspeto é o seu impacto ao nível da cadeia trófica, pois as borboletas noturnas, tal como qualquer outro grupo de invertebrados, encontram-se no nível mais baixo da cadeia trófica e, portanto, são um recurso alimentar fundamental para suportar os níveis tróficos superiores (van Huis 2017, 2020). Adicionalmente, as larvas de várias espécies de borboletas noturnas são utilizadas como alimento, principalmente na África e na Ásia, onde as suas lagartas são uma importante fonte de proteínas (Yen 2015, van Huis 2020). A produção de espécies de lagartas de borboletas noturnas para fins alimentares é uma atividade que está a crescer a nível mundial e a revolucionar esta indústria (van Huis *et al.* 2013, 2020).

As borboletas noturnas são também importantes para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas terrestres, como herbívoros, polinizadores e ainda na reciclagem de nutrientes (como descrito anteriormente). No entanto, as suas populações são afetadas negativamente pela degradação dos habitats, muito associada a atividades antrópicas (Schmidt & Roland 2006, Uhl *et al.* 2021). Um importante aspeto das borboletas noturnas é a sua aptidão para serem usadas como espécies bioindicadoras, *i.e.*, espécies que devido às suas relações com o meio em que se encontram, são sensíveis e refletem as variações/alterações que ocorrem ao nível do ecossistema (Kitching *et al.* 2000). Nas últimas três décadas, os invertebrados passaram a ser incluídos em estudos relativos à alteração de ecossistemas como espécies indicadoras de um elevado número de perturbações, especialmente fragmentação de habitats, alterações do uso de solo, desflorestação e regeneração florestal (Kitching *et al.* 2000, Ricketts *et al.* 2001, Iwasaki 2010). Atualmente, as borboletas noturnas são um grupo-alvo recorrentemente utilizado em estudos que visam avaliar espécies indicadoras que reflitam as condições dos habitats e ecossistemas e que suportem assim o início do conhecimento para estudos de monitorização ecológica de longa duração (Lomov *et al.* 2006, Wagner *et al.* 2021).



Um importante aspeto das borboletas noturnas é a sua aptidão para serem usadas como espécies bioindicadoras.”

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Um total de onze locais situados dentro do perímetro do concelho de Vila Real foram amostrados entre 2016 e 2020 (Figura 6, Tabela 2). Os locais foram escolhidos tendo em vista a representação de diferentes características ecológicas, em função de diferentes critérios como: predomínio de vegetação envolvente, distância a aglomerados populacionais, altitudes e exposição, uso e ocupação do solo, proximidade a fontes de água. Informação relativa ao uso e ocupação do solo, constituição do solo e exposição do terreno são apresentadas de forma mais detalhada para cada um dos locais amostrados nas figuras 7 e 8 e tabela 3, respetivamente.

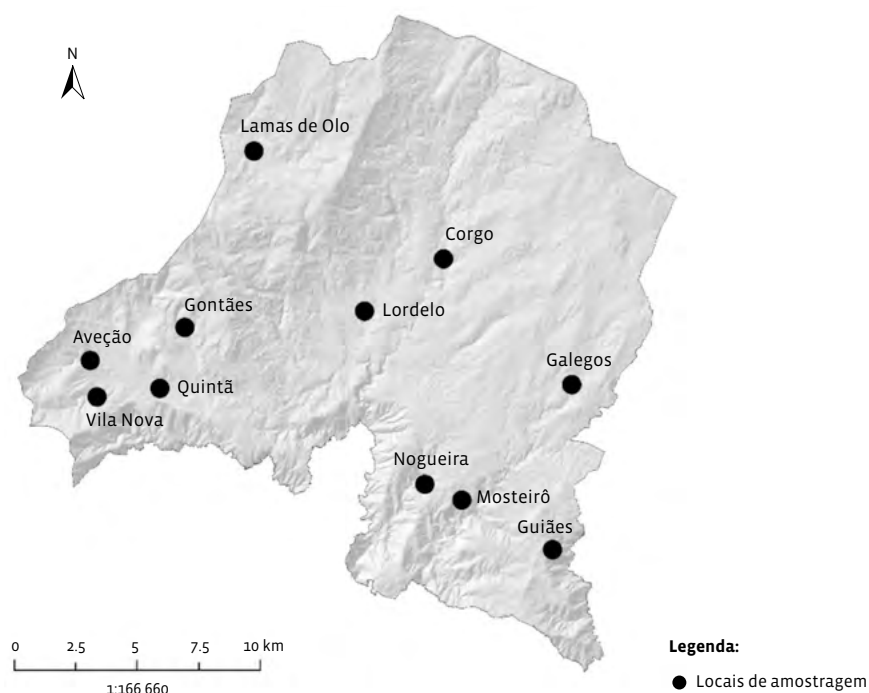


FIGURA 6 Locais de amostragem de borboletas noturnas no concelho de Vila Real.

N.º do Local	Local	Altitude (m)	Latitude	Longitude	N.º sessões
1	Alvão	968	41°22'20.59"N	7°48'18.47"W	6
2	Aveção	757	41°17'47.02"N	7°53'10.26"W	1
3	Corgo	479	41°19'54.44"N	7°42'49.39"W	1
4	Galegos	630	41°17'6.12"N	7°39'8.03"W	3
5	Gontães	865	41°18'28.76"N	7°50'23.57"W	3
6	Guiães	617	41°13'28.38"N	7°39'46.23"W	2
7	Lordelo	410	41°18'47.07"N	7°45'8.81"W	24
8	Mosteirô	544	41°14'35.81"N	7°42'23.40"W	3
9	Nogueira	470	41°14'57.68"N	7°43'27.52"W	25
10	Quintã	697	41°17'9.14"N	7°51'8.85"W	12
11	Vila Nova	861	41°16'58.89"N	7°52'58.85"W	3

TABELA 2 Coordenadas Geográficas e N. de Sessões dos locais de amostragem de borboletas noturnas no concelho de Vila Real.

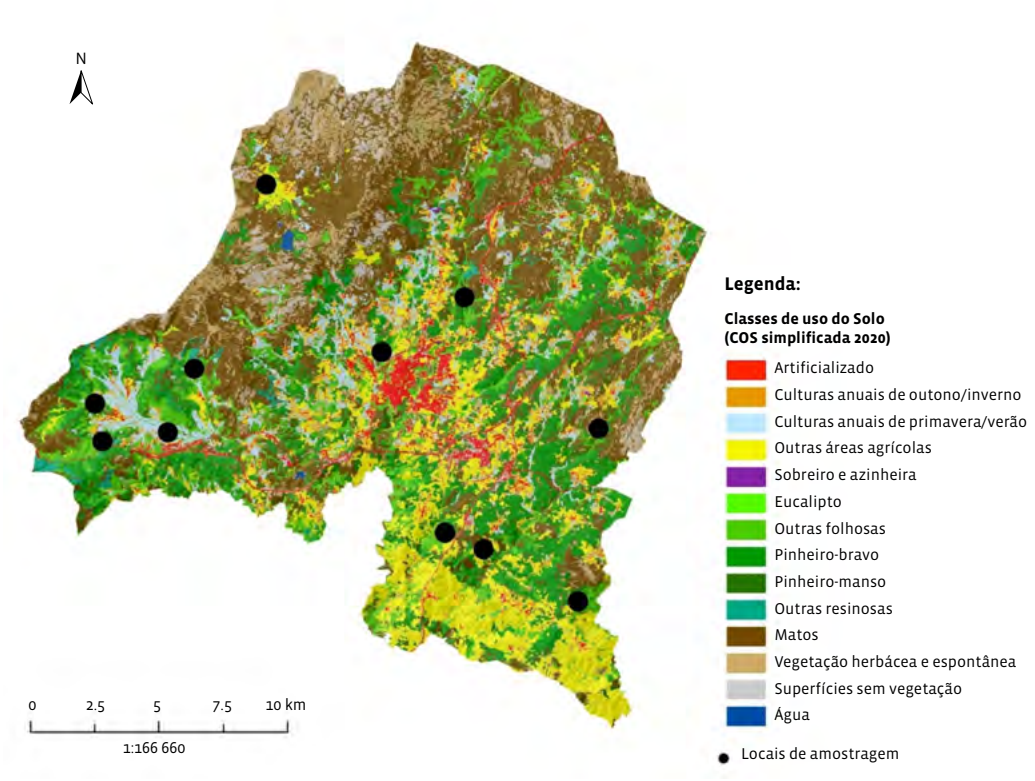


FIGURA 7 Caracterização do uso e ocupação do solo no concelho de Vila Real com recurso à carta de uso e cobertura do solo relativa a 2020 (simplificada).

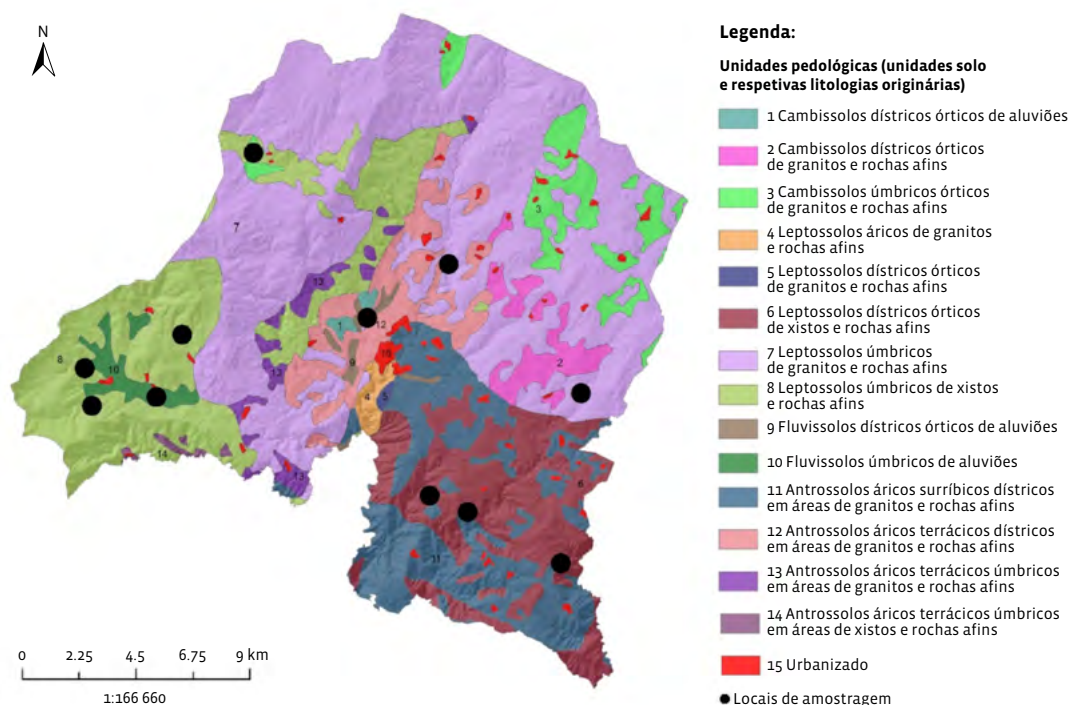


FIGURA 8 Caracterização geológica dos locais amostrados no concelho de Vila Real com recurso à carta geológica de Portugal Folhas 10-A, 10-B, 10-C e 10-D (1:50 000).

Locais	Leste (%)	Norte (%)	Nordeste (%)	Noroeste (%)	Sul (%)	Sudeste (%)	Sudoeste (%)
Alvao	6,64	4,85	10,44	5,00	4,94	4,22	26,47
Corgo	27,97	6,18	10,73	7,33	7,50	13,35	8,57
Galegos	9,25	0,98	0,58	12,15	23,28	17,78	18,37
Gontaes	4,46	0,00	8,74	0,00	24,74	12,60	38,07
Guiaes	52,99	5,25	24,85	0,28	6,34	10,00	0,19
Lamas de Olo	10,22	5,35	19,15	6,37	4,11	4,37	21,23
Lordelo	12,09	1,69	1,29	12,21	13,63	19,99	18,26
Mosteiro	30,67	0,00	5,06	0,00	30,68	23,79	9,79
Nogueira	0,00	7,66	0,00	28,26	5,66	1,61	12,86
Quinta	12,57	15,51	23,01	3,93	25,85	8,74	8,38
Vila Nova	8,42	26,67	28,67	26,01	0,00	5,45	0,09

TABELA 3 Caracterização da exposição do terreno nos locais amostrados no concelho de Vila Real. Percentagens apresentadas calculadas para cada categoria de vertente de exposição.

2.2 RECOLHA DE DADOS

Os dados foram recolhidos em saídas de campo durante um período de quatro anos, entre 2016 e 2020, ao final do dia e durante as primeiras horas da noite (sessões de 1h30 a 2h30 de duração, em 11 locais pré-estabelecidos no concelho de Vila Real).

Em cada ponto de amostragem, a observação dos exemplares de espécies existentes no local foi realizada com recurso à captura dos indivíduos através de armadilhas luminosas (foto-armadilhagem). O equipamento utilizado consistiu num pano branco de 150×200 cm, no meio do qual se utilizou um tripé como suporte para a colocação da lâmpada (lâmpada mista HPM de 160 W, 2850 Lm e 230 V/AC, Figura 5-A). Para facilitar a observação das borboletas foram usadas caixas de ovos como local de abrigo e, sempre que necessária uma observação mais cuidada, as borboletas eram delicadamente manuseadas dentro de frascos. Sempre que possível, os exemplares eram registados fotograficamente com recurso a uma máquina fotográfica devidamente equipada para o objetivo do trabalho. A máquina utilizada foi uma Nikon D7500 e uma lente macro Nikon 105 mm.

2.3 TRATAMENTO DE DADOS

Foi elaborada uma base de dados com os registos de campo por cada sessão de foto-armadilhagem, com identificação do local, data e sistemática dos indivíduos. Sempre que possível, em situações de dúvida e que requeriam uma análise mais cuidada, utilizou-se a fotografia como uma ferramenta auxiliar. Houve, contudo, situações em que apenas com a genitália seria possível identificar com rigor os espécimes, sendo que nessas situações de dúvida removemos os registos da base de dados. As identificações foram duplamente validadas por pessoas com competência e experiência técnica na área (João Nunes e Martin Corley). As análises dos índices de diversidade e curvas de rarefação apresentadas no presente trabalho foram realizadas com recurso ao Software PAST versão 2.36 (Hammer *et al.* 2001). Foram utilizados vários índices de biodiversidade, nomeadamente: o índice de Shannon, que foi utilizado para o cálculo da diversidade das espécies presentes, levando em consideração o número de indivíduos e também o número de taxa. Este índice

varia entre 0 para comunidades com apenas um único táxon, até valores mais elevados para comunidades com muitos táxons, cada um com poucos indivíduos; o índice de riqueza de Menhinick, que corresponde à razão entre o número de táxons e a raiz quadrada do tamanho da amostra; o índice de Dominância que corresponde a um índice de 1-Simpson, e varia de 0 (todos os táxons estão igualmente presentes) a 1 (um táxon domina a comunidade completamente); o índice de uniformidade, que corresponde à diversidade de Shannon dividida pelo logaritmo do número de táxons. Este índice mede a uniformidade com que os indivíduos são divididos entre os táxons presentes. O índice Chao1 permite a estimativa da riqueza total de espécies com base no número de espécies que surgem apenas uma vez e espécies com vários registos.

Toda a informação georreferenciada, *i.e.*, os mapas de caracterização do concelho de Vila Real, assim como os mapas associados aos resultados finais e ainda o mapa com os locais de amostragem, foram desenvolvidos com recurso ao software ArcGIS 10.2 (ESRI 2011). O cálculo das percentagens de ocupação das unidades de uso do solo que constituem o habitat envolvente em cada um dos locais de amostragem foi realizado com recurso ao mesmo software. Foram identificadas e seleccionadas todas as unidades que constituem a carta geológica, a carta de uso e cobertura do solo relativa a 2020 (simplificada), a exposição e a altimetria, num raio de 500 m em torno do local de amostragem (78,5 ha).

A determinação das espécies designadas no presente trabalho como “espécies incomuns” foi realizada tendo por base o número de quadrículas de 10×10 km, ocupadas por cada espécie na base de dados pessoal e de autoria de Martin Corley. O critério usado foi que uma espécie é classificada de incomum se o número de registos onde ocorre for inferior a 10 quadrículas de 10×10 km.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados e registados um total de 5 083 indivíduos, distribuídos por 492 espécies e 35 famílias (Tabela 4 e Tabela 5). Do total de indivíduos observados, não foi possível chegar à identificação de cerca de 1% (70 indivíduos), sendo que os mesmos foram removidos das análises realizadas. Estes valores representam cerca de 78,5% da diversidade associada a este grupo no concelho de Vila Real, *i.e.*, apenas ≈21,5% de toda a biodiversidade de borboletas noturnas presentes no território ainda estará por descobrir e registar (Tabela 4). Este grau de maturidade do estudo é observável na curva de rarefação relativa a Vila Real (Figura 9), onde é possível notar a tendência da curva de rarefação para assumir uma assíntota, o que indica uma menor probabilidade de observar espécies que ainda não foram registadas.

Locais	Indivíduos (n.º)	Espécies	Menhinick	Shannon (H)	Dominância (D)	Uniformidade (e H/S)	Chao 1
Alvão	425	109	5,40	4,13	0,03	0,57	165,00
Aveção	34	10	1,77	1,90	0,22	0,67	10,60
Corgo	26	8	1,57	1,73	0,22	0,71	11,00
Galegos	143	62	5,38	3,86	0,03	0,76	99,71
Gontães	279	103	6,29	4,26	0,02	0,68	158,40
Guiães	50	23	3,29	2,90	0,07	0,79	34,00
Lordelo	1 211	226	6,75	4,66	0,02	0,46	293,80
Mosteirô	75	32	3,67	3,19	0,05	0,76	52,00
Nogueira	1 838	228	5,42	4,64	0,02	0,45	256,70
Quintã	695	172	6,74	4,64	0,02	0,60	218,90
Vila Nova	307	76	4,42	3,70	0,04	0,53	98,56
Vila Real	5086	492	7,22	5,21	0,01	0,37	627

TABELA 4 Lista de espécies de borboletas noturnas incomuns em Portugal e que se encontram no concelho de Vila Real.

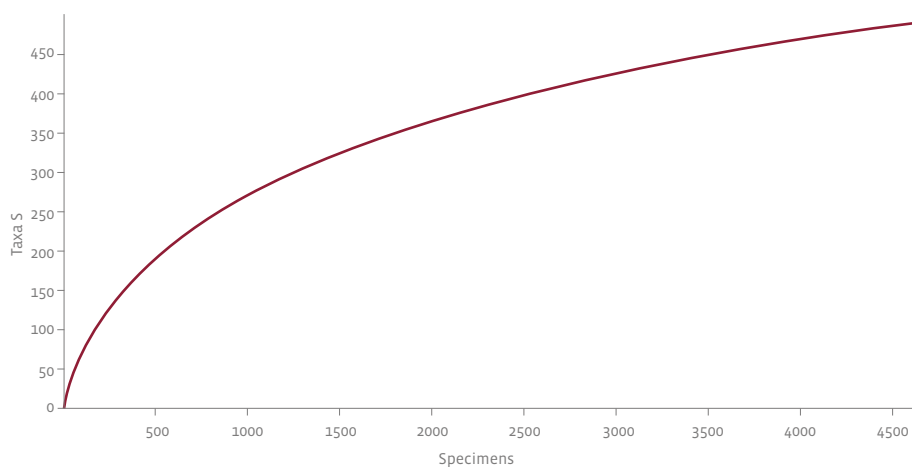


FIGURA 9 Curva de rarefação das espécies de borboletas noturnas no concelho de Vila Real.

Espécie	N.º 10x10 Km (MC) ¹	N.º obs (LEPI) ²	Locais Vila Real (LEPI) ³
<i>Acompsia schmidtellus</i> (Heyden, 1848)	6	1	Quintã
<i>Agriopis leucophaearia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	8	2	Lordelo, Nogueira
<i>Anania fuscalis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3	1	Alvão
<i>Aspitates gilvaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	9	1	Alvão
<i>Callimorpha dominula</i> (Fabricius, 1775)	5	1	Nogueira
<i>Caradrina morpheus</i> (Hufnagel, 1766)	9	2	Galegos, Quintã
<i>Cyclophora albipunctata</i> (Hufnagel, 1767)	5	2	Gontães, Quintã
<i>Dioryctria sylvestrella</i> (Ratzeburg, 1840)	3	2	Lordelo
<i>Epinotia bilunana</i> (Haworth, 1811)	2	1	Quintã
<i>Euclidia mi</i> (Clerck, 1759)	10	2	Gontães
<i>Falcaria lacertinaria</i> (Linnaeus, 1758)	7	5	Alvão, Gontães, Quintã
<i>Gaedikeia kokkariensis</i> (Sutter, 1998)	1	2	Nogueira
<i>Idaea humiliata</i> (Hufnagel, 1767)	4	6	Alvão
<i>Korscheltellus lupulina</i> (Linnaeus, 1758)	7	1	Quintã
<i>Lomographa bimaculata</i> (Fabricius, 1775)	1	2	Gontães
<i>Micrurapteryx kollariella</i> (Zeller, 1839)	6	2	Lordelo
<i>Morphaga choragella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7	1	Lordelo
<i>Oecophora bractella</i> (Linnaeus, 1758)	6	2	Quintã
<i>Oligia versicolor</i> (Borkhausen, 1792)*	4	2	Lordelo, Quintã
<i>Phaneta pauperana</i> (Duponchel, 1843)	6	1	Nogueira
<i>Photedes minima</i> (Haworth, 1809)	2	2	Quintã
<i>Polyplocia ridens</i> (Fabricius, 1787)	8	2	Galegos
<i>Sideridis turbida</i> (Esper, 1790)	9	2	Lordelo
<i>Sphinx maurorum</i> (Jordan, 1931)	6	1	Quintã
<i>Xanthorhoe iberica</i> (Staudinger, 1901)	8	1	Alvão

Legenda: (MC)¹ Corresponde ao número de quadrículas 10x10 km com registos da espécie para Portugal continental; (LEPI)² Corresponde ao número de observações recolhidos durante o presente estudo; (LEPI)³ Corresponde aos locais onde foram registadas as observações durante o presente estudo.

* A presença desta espécie necessita de confirmação através de análise à genitália.

TABELA 5 Lista de espécies de borboletas noturnas incomuns em Portugal e que se encontram no concelho de Vila Real, incluindo o n.º de quadrículas 10x10 km conhecidas em Portugal, o número de observações no presente estudo e a lista de locais de observação em Vila Real.

Família	Alvão	Aveção	Corgo	Galegos	Contães	Guiães	Lordelo	Mosteirô	Nogueira	Quintã	Vila Nova	Total
Autostichidae	0	0	0	0	0	0	15	0	18	8	0	41
Blastobasidae	0	0	0	1	2	0	0	1	2	5	0	11
Bucculatricidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Carcinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	10
Choreutidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Coleophoridae	0	0	0	2	0	1	1	0	2	0	0	6
Cossidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Crambidae	55	0	0	7	8	2	83	0	142	41	24	362
Depressariidae	0	0	1	0	4	0	4	0	11	2	1	23
Drepanidae	10	2	0	3	8	5	18	0	104	11	12	173
Elachistidae	0	0	0	0	0	0	4	0	3	4	0	11
Epermeniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Erebidae	56	0	0	15	29	2	103	12	186	103	44	550
Gelechiidae	2	0	0	0	4	0	38	0	6	14	4	68
Geometridae	121	16	15	54	136	16	378	32	600	291	103	1762
Gracillariidae	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	5
Hepialidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Lasiocampidae	9	0	0	0	1	0	1	0	4	1	0	16
Lecithoceridae	0	0	0	0	1	0	5	0	3	4	0	13
Limacodidae	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5	0	7
Lypusidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Micropterigidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Noctuidae	94	16	10	36	47	13	314	25	414	84	48	1101
Notodontidae	24	0	0	5	10	5	85	1	54	29	25	238
Oecophoridae	0	0	0	0	0	0	1	0	8	15	0	24
Plutellidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Psychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Pterophoridae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4
Pyalidae	34	0	0	11	3	6	114	1	175	18	7	369
Scythrididae	0	0	0	0	0	0	2	0	1	7	0	10
Sphingidae	4	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	7
Tineidae	0	0	0	0	0	0	2	0	18	0	0	20
Tischeriidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Tortricidae	15	0	0	8	25	0	31	3	73	33	38	226
Yponomeutidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Total	425	34	26	143	279	50	1211	75	1838	695	307	5083

TABELA 6 Distribuição do número de indivíduos capturados por família e por local amostrado no concelho de Vila Real.

Dos 11 locais amostrados, Nogueira foi o local que apresentou maior número de indivíduos capturados e espécies registadas (1 838 indivíduos, 228 espécies e 24 famílias), seguido por Lordelo (1 211 indivíduos, 226 espécies e 25 famílias), Quintã (695 indivíduos, 172 espécies e 26 famílias), Alvão (425 indivíduos, 109 espécies e 12 famílias), Vila Nova (307 indivíduos, 76 espécies e 11 famílias), Gontães (279 indivíduos, 103 espécies e 14 famílias), Galegos (143 indivíduos, 62 espécies e 11 famílias), Mosteirô (75 indivíduos, 32 espécies e 7 famílias), Guiães (50 indivíduos, 23 espécies e 8 famílias), Aveção (34 indivíduos, 10 espécies e 3 famílias) e Corgo (26 indivíduos, 8 espécies e 3 famílias) (Tabelas 4 e 5; Figuras 10, e Figura 11).

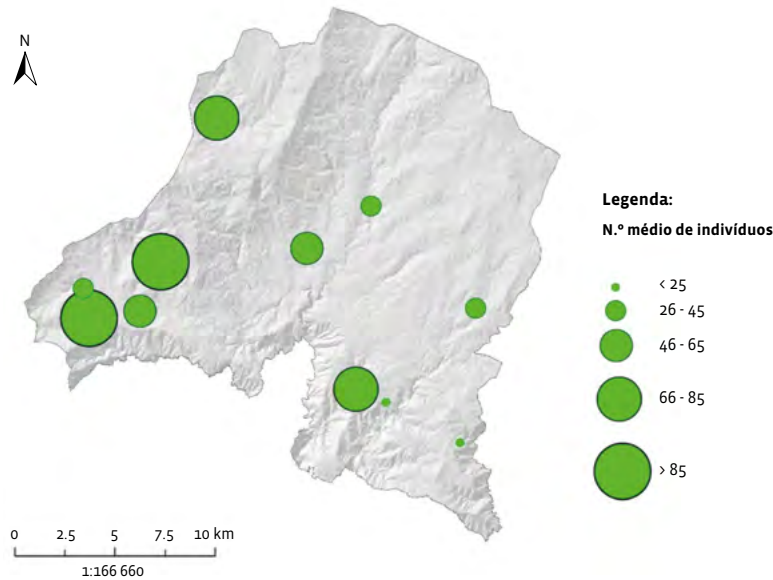


FIGURA 10 Abundância média de indivíduos por local amostrado no concelho de Vila Real. Valores médios calculados em função do número de sessões de amostragem por local.

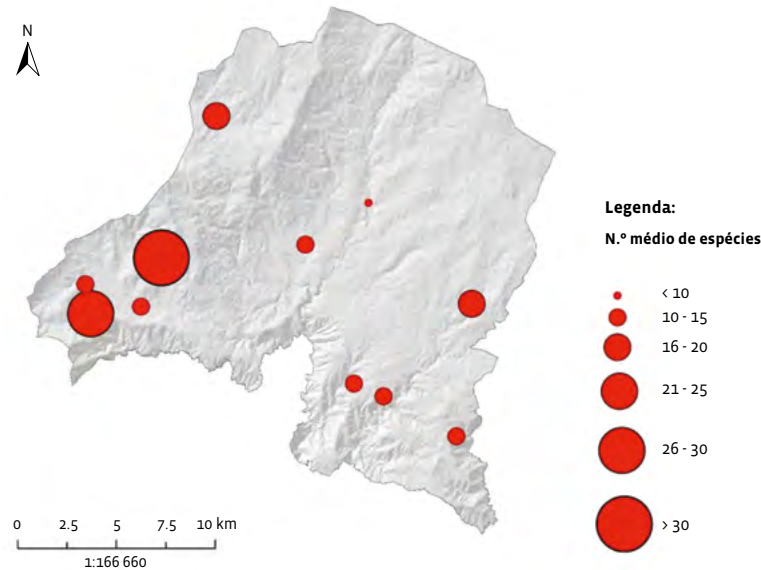


FIGURA 11 Riqueza específica por local amostrado no concelho de Vila Real. Valores médios calculados em função do número de sessões de amostragem por local.

No entanto, é preciso notar que o esforço de amostragem nos 11 locais apresentou alguma discrepância (Tabela 2), sendo que os locais que apresentaram maior número de indivíduos e espécies foram os locais com maior número de sessões de amostragem (Nogueira: 25, Lordelo: 24 e Quintã: 12) e os locais com menor número de indivíduos e espécies corresponderam aos locais que tiveram menor número de sessões de amostragem (Aveção e Corgo: 1) (Tabela 2). De facto, esta desproporção no esforço de amostragem por local é perceptível na análise da figura 12, comparando a relação entre o que já foi amostrado (verde) e o que ainda falta amostrar (vermelho), e também através da comparação entre o número de espécies identificadas e o número potencial de espécies por local (Tabela 4 – “Espécies (n.º)” e “Chao 1”, respetivamente). Por outro lado, as curvas de rarefação por local amostrado também indicam o mesmo, sendo que as curvas parecem ainda estar numa fase exponencial de progressão (decrecendo a estabilização da curva consoante o menor número de sessões de amostragem por local) (Figura 13).

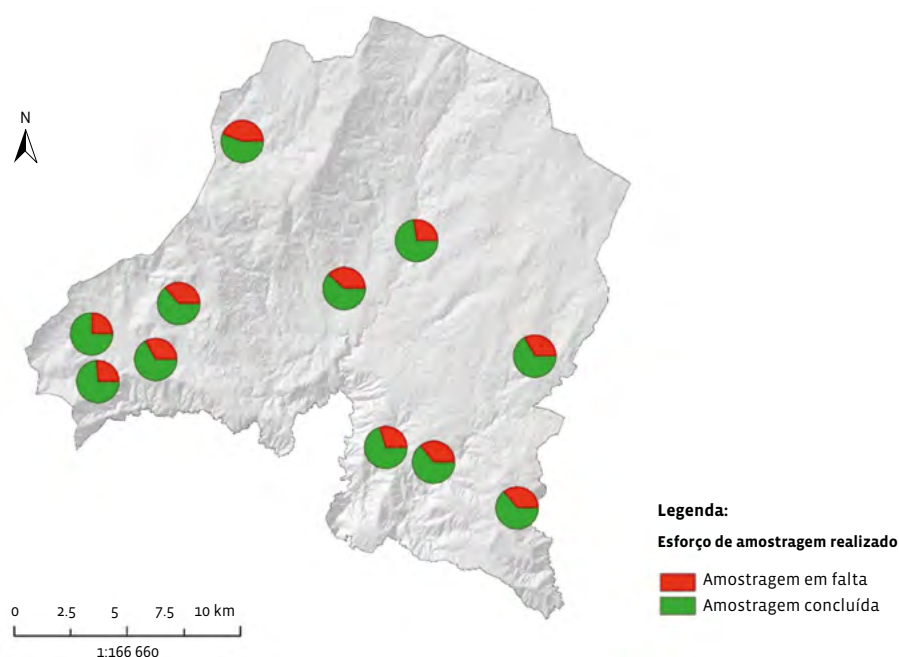


FIGURA 12 Esforço de amostragem por local.

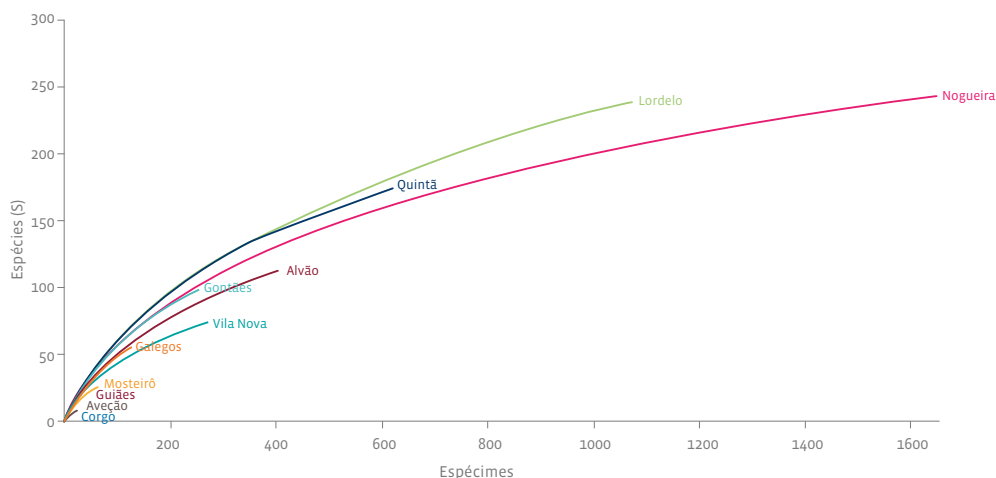


FIGURA 13 Curvas de rarefação das espécies de borboletas noturnas nos locais amostrados no concelho de Vila Real.

3.1 DIVERSIDADE E RIQUEZA DE BORBOLETAS NOTURNAS NO CONCELHO DE VILA REAL

No geral, o concelho de Vila Real apresenta um valor elevado de diversidade e riqueza de borboletas noturnas (Tabela 4: Shannon – 5,21 e Menhinick – 7,22, respetivamente), sendo que a diversidade e riqueza por local amostrado variou, com valores mais altos em Lordelo (Tabela 4: Shannon – 4,66 e Menhinick – 6,75) e Quintã (Tabela 4: Shannon – 4,64 e Menhinick – 6,74), seguindo-se Gontães (Tabela 4: Shannon – 4,26 e Menhinick – 6,29), Nogueira (Tabela 4: Shannon – 4,64 e Menhinick – 5,42), Alvão (Tabela 4: Shannon – 4,13 e Menhinick – 5,40), Galegos (Tabela 4: Shannon – 3,86 e Menhinick – 5,38), Vila Nova (Tabela 4: Shannon – 3,70 e Menhinick – 4,42), Mosteirô (Tabela 4: Shannon – 3,19 e Menhinick – 3,67), Guiães (Tabela 4: Shannon – 2,90 e Menhinick – 3,29), Aveção (Tabela 4: Shannon – 1,90 e Menhinick – 1,77) e por fim Corgo (Tabela 4: Shannon – 1,73 e Menhinick – 1,57).

Em relação às espécies dominantes nas amostragens realizadas, de um modo geral, no concelho de Vila Real, os valores apresentados são baixos (Tabela 4: Dominância (D) – 0,01), o que indica uma boa heterogeneidade em termos de ocorrência de espécies na área geográfica.

Entre os locais amostrados, os que surgem com maior valor de dominância (D) acabam por ser os locais menos amostrados (Aveção e Corgo). Este resultado deve-se, provavelmente, não a uma tendência de dominância de determinadas espécies em detrimento de outras, mas a um menor esforço de amostragem associado a estes locais e, consequentemente, a menor número de espécies observadas e maior predomínio (dominância) de determinadas espécies.

A uniformidade de distribuição do número de indivíduos entre as espécies amostradas acompanha o mesmo padrão da dominância, com valores relativamente baixos a moderados (Tabela 4: $e = 0,45-0,79$), sendo os mais baixos associados aos locais com menor esforço de amostragem e os valores mais elevados associados aos locais com maior esforço de amostragem. O valor global para o concelho de Vila Real foi de 0,37 (Tabela 4), o que indica a necessidade de aumentar o esforço de amostragem nos locais menos explorados.

3.2 RIQUEZA ESPECÍFICA E DIVERSIDADE DAS FAMÍLIAS DE BORBOLETAS NOTURNAS NO CONCELHO DE VILA REAL

Dos 11 locais amostrados no concelho de Vila Real, foram identificadas um total de 35 famílias, o que representa cerca de 42% do total de famílias identificadas para a Península Ibérica (García-Barros, 2015). Destas, as que apresentaram maior peso no total das amostragens realizadas foram respetivamente: (1) Geometridae (16%), (2) Noctuidae (13%), (3) Notodontidae (10%), (4) Erebidae (8%), (5) Drepanidae (8%), (5) Crambidae (6%), (7) Pyralidae (6%), (8) Tortricidae (6%), (9) Blastobasidae (3%) e (10) Sphingidae (2%) (Figura 14). As restantes 25 famílias representam cerca de 21% do total amostrado.

De forma geral, a riqueza específica das famílias encontradas neste estudo vai de encontro ao esperado, uma vez que a família Noctuidae é a que mais espécies identificadas regista para a Península Ibérica (627 espécies), seguida da família Geometridae (611 espécies). As famílias Erebidae (190 espécies), Crambidae (265 espécies), Pyralidae (261 espécies) e Tortricidae (499 espécies) são famílias comuns e com uma expressão moderada a elevada na lista de espécies identificadas para a Península Ibérica, ao passo que as famílias que tiveram uma menor expressão no estudo, nomeadamente Blastobasidae e

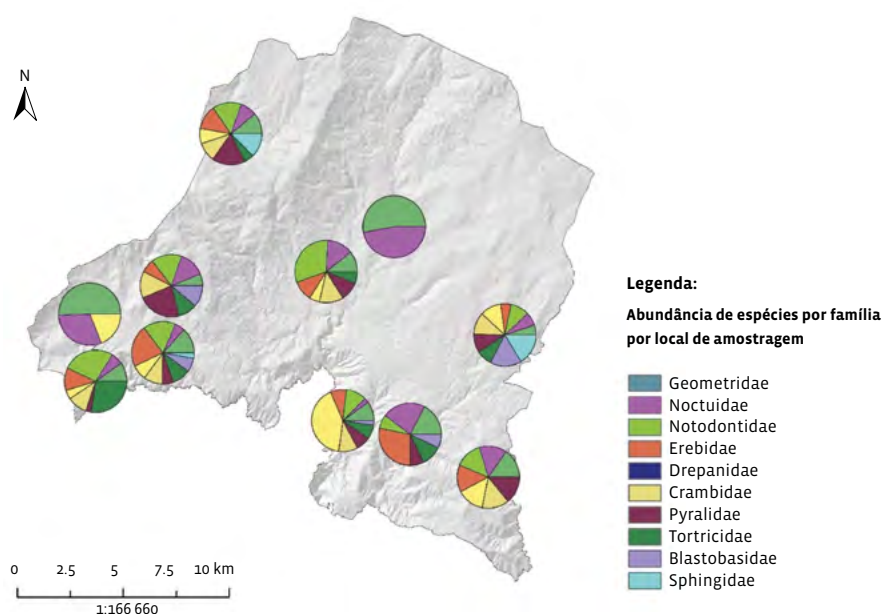


FIGURA 14 Riqueza específica das dez famílias mais abundantes no concelho de Vila Real.

Sphingidae, são famílias com menor expressão na lista de espécies identificadas para a Península Ibérica [Blastobasidae (13 espécies) e Sphingidae (26 espécies)] (García-Barros 2015).

Resultados mais surpreendentes foram as posições das famílias Notodontidae (3.º lugar) e Drepanidae (5.º lugar), pois são famílias com menor expressão na lista de espécies identificadas para a Península Ibérica [Notodontidae (41 espécies) e Drepanidae (17 espécies)] (García-Barros 2015).

Os perfis de riqueza e diversidade de famílias nos locais como o Aveção, Corgo e Guiães devem ser analisados com alguma reserva, pois são resultados subestimados comparativamente ao potencial dos locais, uma vez que o esforço de amostragem nestes sítios foi reduzido (entre uma a duas sessões de amostragens). Neste contexto, a análise dos resultados será mais focada nos locais com maior esforço de amostragem (a partir de seis sessões de amostragem) e, por conseguinte, com um levantamento mais completo.

Quintã foi o local que apresentou uma maior diversidade de famílias (26), com o peso relativo de cada uma a não exceder os 9% (Erebidae), o que indica uma tendência de distribuição uniforme. Lordelo apresentou um total de 25 famílias, das quais sobressaíram as famílias Notodontidae (23%), Noctuidae (10%) e Crambidae (9%) no total das amostragens, sendo que as restantes famílias apresentaram uma tendência de distribuição uniforme a variar entre 1% e 8%. Nogueira foi o terceiro local com maior diversidade de famílias (24),

das quais a família com maior peso relativo no total de amostragens foi a família Drepanidae (28%), sendo que as restantes famílias apresentaram uma tendência de distribuição uniforme a variar entre o 1% e os 7%. Alvão apresentou 12 famílias, das quais se destacaram Pyralidae (14%), Notodontidae (13%) e Erebididae (11%), sendo que as restantes apresentaram uma tendência de distribuição uniforme a variar entre 3% e 10%.

No global, as espécies mais representativas da biodiversidade deste grupo das borboletas noturna presente no concelho de Vila Real, com maior registo de observações e amplamente distribuídas pelos locais amostrados foram: *Eilema caniola* (Hübner, 1808), *Endotricha flammealis* (Denis & Schifferrmüller, 1775), *Eudonia mercurella* (Linnaeus, 1758), *Gymnoscelis rufifasciata* (Haworth, 1809), *Menophra abruptaria* (Thunberg, 1792), *Pachycnemia hippocastanaria* (Hübner, 1799), *Peribatodes rhomboidaria* (Denis & Schifferrmüller, 1775), *Pseudoterpna coronillaria* (Hübner, 1817), *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schifferrmüller, 1775), *Watsonalla uncinula* (Borkhausen, 1790) (Figura 15).



FIGURA 15 Espécies mais comuns amostradas no Concelho de Vila Real.

- 1** *Eilema caniola* (Hübner, 1808), Família: Erebididae;
- 2** *Endotricha flammealis* (Denis & Schifferrmüller, 1775), Família: Pyralidae;
- 3** *Eudonia mercurella* (Linnaeus, 1758), Família: Crambidae;
- 4** *Gymnoscelis rufifasciata* (Haworth, 1809), Família: Geometridae;
- 5** *Menophra abruptaria* (Thunberg, 1792), Família: Geometridae;
- 6** *Pachycnemia hippocastanaria* (Hübner, 1799), Família: Geometridae;
- 7** *Peribatodes rhomboidaria* (Denis & Schifferrmüller, 1775), Família: Geometridae;
- 8** *Pseudoterpna coronillaria* (Hübner, 1817), Família: Geometridae;
- 9** *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schifferrmüller, 1775), Família: Notodontidae;
- 10** *Watsonalla uncinula* (Borkhausen, 1790), Família: Drepanidae.

3.3 ESPÉCIES INCOMUNS DE BORBOLETAS NOTURNAS

Algumas espécies que foram observadas e registadas no decurso dos levantamentos realizados no concelho de Vila Real são espécies com pouco registos a nível nacional, revelando um potencial interesse de análise e divulgação. Apresentamos uma listagem das mesmas (Tabela 6), assim como imagens de algumas das espécies observadas durante o decorrer do presente estudo (Figura 16).

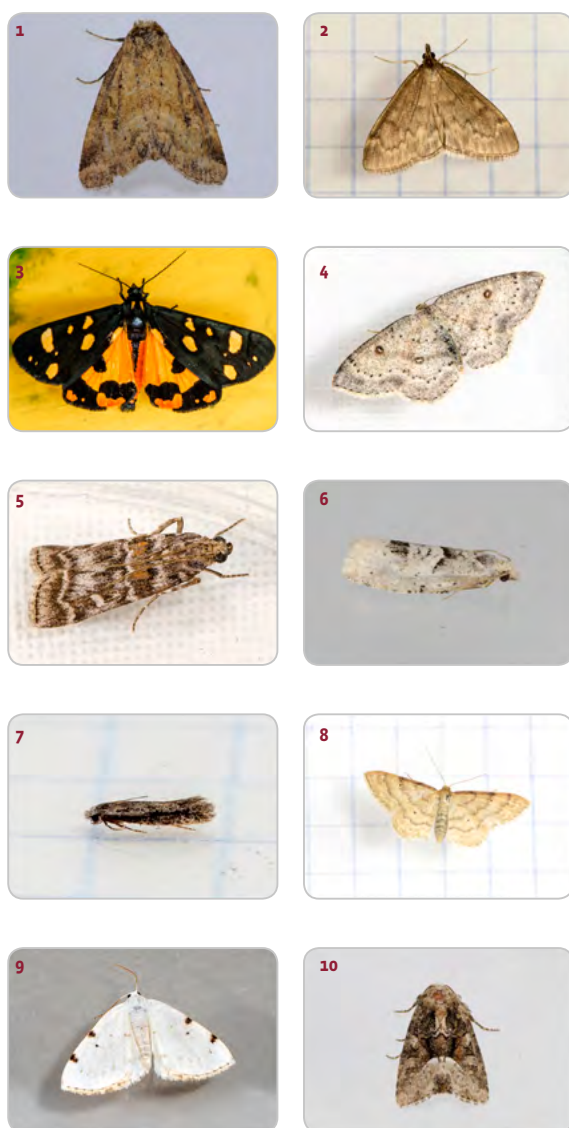


FIGURA 16 Espécies mais incomuns amostradas no Concelho de Vila Real.

- 1** *Photedes mínima* (Haworth, 1809), Família: Noctuidae;
- 2** *Anania fuscalis* (Denis & Schiffmüller, 1775), Família: Crambidae;
- 3** *Callimorpha dominula* (Fabricius, 1775), Família: Erebidae;
- 4** *Cyclophora albipunctata* (Hufnagel, 1767), Família: Geometridae;
- 5** *Dioryctria sylvestrella* (Ratzeburg, 1840), Família: Pyralidae;
- 6** *Epinotia bilunana* (Haworth 1811), Família: Tortricidae;
- 7** *Gaedikeia kokkariensis* (Sutter, 1998), Família: Tineidae;
- 8** *Idaea humiliata* (Hufnagel, 1767), Família: Geometridae;
- 9** *Lomographa bimaculata* (Fabricius, 1775), Família: Geometridae;
- 10** *Oligia versicolor* (Borkhausen, 1792), Família: Noctuidae.

O facto de existirem poucos registos das espécies citadas, pode dever-se a diferentes fatores ou situações das quais achamos importante salientar algumas hipóteses:

- › Área de distribuição muito localizada (populações locais/pontuais);
- › Espécies com uma baixa abundância (populações com baixo número de indivíduos);
- › Reduzido ou inexistente esforço de amostragem em muitas áreas do país.

É importante ressaltar que a lista apresentada foi preparada comparando os registos obtidos no presente trabalho com a base de dados da autoria de Martin Corley, com mais de 2 700 espécies identificadas com rigor técnico-científico e que agrega dados desde o ano de 1880 até ao presente.

Considerando os poucos registos existentes a nível nacional das espécies listadas na Tabela 6, seria interessante futuramente dedicar mais esforço no levantamento das populações existentes e acompanhar a sua evolução ao longo do tempo. Do mesmo modo, será interessante investigar potenciais explicações para o surgimento destas espécies neste território: Será uma questão meramente de se dedicar um menor esforço de amostragem em outros locais do país? Serão condições muito localizadas nestes territórios que proporcionam o surgimento destas espécies? Quão debilitadas estão estas populações no território do concelho de Vila Real? Estas são algumas questões que estudos futuros deveriam endereçar. Algumas das espécies podem apenas ser denominadas de incomuns porque são espécies cujos exemplares são pequenos e de difícil observação, ou voam no inverno, quando a realização de trabalho de campo não é tão regular. Mas para outros casos, simplesmente ainda não se sabe por que razão elas são tão incomuns. Várias dessas espécies estão provavelmente no limite sul da sua distribuição na Europa e estão confinadas a áreas montanhosas da região mediterrânica.



Algumas espécies que foram observadas e registadas no decurso dos levantamentos realizados no concelho de Vila Real são espécies com pouco registos a nível nacional, revelando um potencial interesse de análise e divulgação.”

Uma das razões é a questão da alimentação durante a fase de desenvolvimento larvar que pode revelar-se uma condicionante. Apesar de algumas destas espécies serem polípagas (i.e. que se alimentam de várias espécies de herbáceas), tais como *Caradrina morpheus*, *Callimorpha dominula*, *Idaea humiliata* e *Aspitates gilvaria*, outras tendem a ser mais restritas quanto à escolha da planta hospedeira. Este fator pode justificar, em parte, a reduzida área de distribuição, por exemplo, das espécies *Anania fuscalis* e *Photedes minima*, que se alimentam das espécies *Rhinanthus minor* L. e *Melampyrum pratense* Schübl. & G. Martens, ambas da família Orobanchaceae, e *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., respetivamente. A *Falcaria lacertinaria* alimenta-se de bétulas, que é em grande parte uma espécie de montanha em Portugal, mas, no entanto, a distribuição da bétula é muito mais ampla do que a distribuição da borboleta noturna, o que sugere que haverá outros fatores a condicionar a presença da espécie *F. lacertinaria*.

O mesmo não é tão aplicável às espécies *Cyclophora albipunctata* e *Lomographa bimaculata*, já que se alimentam de espécies de plantas com maior distribuição geográfica, como *Fraxinus* sp., *Betula* sp. e *Rosaceae* sp., respetivamente. Nestes casos, uma possível explicação para a pouca incidência de registos destas espécies podem ser as exigências mais restritivas relativamente ao nível ambiental e do habitat.

Algumas das espécies listadas podem, no futuro, tornar-se cada vez mais raras devido às mudanças climáticas. Um exemplo é a espécie *L. bimaculata*, que está em declínio no sul da Inglaterra de acordo com as observações de campo de Martin Corley, mas que aumentou recentemente a sua área de distribuição ao expandir-se para o norte na Escócia. Em Portugal, o último registo da espécie remonta ao ano de 1930 num local situado na região do Minho (Corley 2015).



(...) será interessante investigar potenciais explicações para o surgimento destas espécies neste território: Será uma questão meramente de se dedicar um maior esforço de amostragem em outros locais do país? Serão condições muito localizadas nestes territórios que proporcionam o surgimento destas espécies?"

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho cujos resultados são agora publicados demonstra que a colaboração dos cidadãos em projetos de ciência pode ser essencial para a recolha de informação e partilha de conhecimento. Os resultados revelam que o território do concelho de Vila Real é rico e diverso em termos de diversidade de borboletas noturnas. Os locais com maior esforço de amostragem refletiram a ampla distribuição de famílias presentes na região. Por outro lado, as 25 espécies consideradas incomuns para o país, mas que surgem no concelho, reforçam a qualidade ambiental e ecológica que caracteriza o mesmo. Futuramente, será interessante alargar o número de áreas amostradas, nomeadamente na região noroeste do concelho. Igualmente importante será tentar compreender o estado em que se encontram as populações de espécies presentes no território e acompanhar a evolução das mesmas no tempo.

Agradecimentos

Este trabalho contou com a participação de Ana Valadares que gentilmente nos cedeu as fotografias dos ciclos de vida das espécies *Arctia caja* (Linnaeus, 1758), *Omphalophana serrata* (Treitschke, 1835), *Marumba quercus* (Denis & Schiffermüller, 1775).

O trabalho de investigação associado ao Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB) contou com os apoios de Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto UIDB/04033/2020.

Um especial agradecimento a todas as pessoas que ajudaram e apoiaram o trabalho, nomeadamente as pessoas envolvidas na identificação de exemplares.

Os autores agradecem ao Município de Vila Real, pelo apoio prestado para a execução do trabalho.

Os autores agradecem à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, pelo apoio prestado para a execução do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bažok R et al. (2018). Moths of economic importance in the maize and sugar beet production. Em: Moths - Pests of Potato, Maize and Sugar Beet. IntechOpen, 65-83.
- Brehm G (2017). A new LED lamp for the collection of nocturnal Lepidoptera and a spectral comparison of light-trapping lamps. *Nota Lepidopterologica*, 40(1), 87-108.
- Butler L et al. (1999). Effects of Weather Conditions and Trap Types on Sampling for Richness and Abundance of Forest Macrolepidoptera. *Environmental Entomology*, 28(5), 795-811.
- Dirzo R et al. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 401-406.
- Dufay C (1964). Contribution a l'étude du phototropisme des lépidoptères noctuides. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Biologie Animale*, 6(2), 281-406.
- International Sericultural Commission (2021). Disponível em: <http://inserco.org/en/statistics>
- ESRI (2011). ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Faille TM et al. (2007) The effect of moth trap type on catch size and composition in British Lepidoptera. *British Journal of Entomology & Natural History*, 20, 221.
- Fox R et al. (2021). The State of Britain's Larger Moths 2021. Butterfly Conservation, Rothamsted Research and UK Centre for Ecology & Hydrology, Wareham, Dorset, UK.
- Garcia-Barros et al. (2015). Classe Insecta: Orden Lepidoptera. *Revista IDE@-SEA*, 65, 1-21.
- Gugliuzzo A et al. (2019). Carob pests in the Mediterranean region: bio-ecology, natural enemies and management options. *Phytoparasitica*, 47(5), 605-628.
- Hahn M & Brühl CA (2016). The secret pollinators: an overview of moth pollination with a focus on Europe and North America. *Arthropod-Plant Interactions*, 10, 21-28.
- Hallmann CA et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12(10), e0185809.
- Hammer Ø et al. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Iwasaki JM (2010). Moth diversity and abundance between habitats on a shade coffee plantation in western Jamaica. *Bios*, 108-113.
- Kawahara AY et al. (2019). Phylogenomics reveals the evolutionary timing and pattern of butterflies and moths. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(45), 22657-22663.
- Kitching RL et al. (2000). Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. *Journal of Applied Ecology*, 37(2), 284-297.
- Krenn HW (2010). Feeding Mechanisms of Adult Lepidoptera: Structure, Function, and Evolution of the Mouthparts. *Annual Review of Entomology*, 55, 307-327.
- Lees D & Zilli A (2019). Moths: Their biology, diversity and evolution. Natural History Museum, London.
- Lomov B et al. (2006). Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland Plain Woodland. *Ecological Management & Restoration*, 7(3), 204-210.
- Macgregor CJ et al. (2017). The dark side of street lighting: impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport. *Global Change Biology*, 23(2), 697-707.
- Corley, MFV (2015). Lepidoptera of Continental Portugal: A Fully Revised List. 281 pp.
- McGeachie WG (1987). The effect of air temperature, wind vectors and nocturnal illumination on the behaviour of moths at mercury vapour light traps. Tese de Doutorado, Ecological Physics Research Group, Cranfield Institute of Technology, Cranfield.
- Morland G et al. (2019). Monitoring seasonal activity and damage potential of the carob moth *Ecemyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) in citrus orchards of the Western Cape Province. *African Entomology*, 27, 75-85.

- Pettersson LB & Franzén M (2008). Comparing wine-based and beer-based baits for moth trapping: a field experiment. *Entomologisk Tidskrift*, 129(3), 129-134.
- Plarre R & Krüger-Carstensen B (2011). An attempt to reconstruct the natural and cultural history of the webbing clothes moth *Tineola bisselliella* Hummel (Lepidoptera: Tineidae). *Journal of Entomological and Acarological Research*, Ser. II, 43(2), 83-93.
- Rader R *et al.* (2016). Non-bee insect crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 146-151.
- Ricketts TH *et al.* (2001). Countryside biogeography of moths in a fragmented landscape: biodiversity in native and agricultural habitats. *Conservation Biology*, 15, 378-388.
- Schmidt NBC & Roland J (2006). Moth diversity in a fragmented habitat: importance of functional groups and landscape scale in the boreal forest. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(6), 1110-1120.
- Scoble MJ (1992). *The Lepidoptera. Form, function and diversity*. Oxford University Press, Oxford.
- Stuart SN *et al.* (2010). The Barometer of Life. *Science*, 328, 177.
- Thomas JA *et al.* (2004). Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science*, 303, 1879-1881.
- Uhl B *et al.* (2021). Qualitative and Quantitative Loss of Habitat at Different Spatial Scales Affects Functional Moth Diversity. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 637371.
- van Huis A (2017) Edible insects: marketing the impossible? *Journal of Insects as Food and Feed*, 3, 67-68.
- van Huis A (2019). Cultural significance of Lepidoptera in sub-Saharan Africa. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(1), 26.
- van Huis A (2020) Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6, 27-44.
- van Huis A *et al.* (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security (Nº 171). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Wagner DL *et al.* (2021). A window to the world of global insect declines: Moth biodiversity trends are complex and heterogeneous. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002549117.
- Walton RE *et al.* (2020). Nocturnal pollinators strongly contribute to pollen transport of wild flowers in an agricultural landscape. *Biology Letters*, 16, 20190877.
- Wilson EO (1987). The little things that run the World (the importance and conservation of invertebrates). *Conservation Biology*, 1, 344-346.
- WorldAtlas (2021). World Leaders In Silk Production. Disponible em: <https://www.worldatlas.com/articles/world-leaders-in-silk-production.html>
- Yela JL (1992). Los Noctuidos (Lepidoptera) de la Alcarria (España central) y su relación con las principales formaciones vegetales de porte arbóreo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Yela JL & Holyoak M (1997). Effects of moonlight and meteorological factors on light and bait trap catches of noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*, 26(6), 1283-1290.
- Yen AL (2015). Conservation of Lepidoptera used as human food and medicine. *Current Opinion in Insect Science*, 12, 102-108.