

Comparação da diversidade funcional de Araneae e Coleoptera do solo no olival e mato mediterrânico

Ketrin Lorhayne Kubiak

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Agroecologia no âmbito da dupla diplomação com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Orientado por

José Alberto Cardoso Pereira Jacinto Benhadi-Marín
Dinéia Tessaro

**Bragança
2020**

Este trabalho teve apoio do projeto “OLIVESIM – Managing ecosystem services in olive groves using advanced landscape agent-based models” (Ref. PTDC/ASP-PLA/30003/2017) financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

*À minha mãe,
Aos meus avós,
Às minhas irmãs.*

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui minha mais sincera gratidão por todos aqueles que de certa forma contribuíram para que esta dissertação acontecesse.

Agradeço ao professor Doutor José Alberto Cardoso Pereira, por meu acolhimento como sua orientada, por toda dedicação ao meu estudo, pela amizade e paciência, pelo auxílio e palavras de conforto quando precisei e sobretudo por todo conhecimento passado. Meu muito obrigada, sou imensamente grata.

Agradeço ao Doutor Jacinto Benhadi Marín, por conceder seu tempo e dedicação a esta dissertação, a sua paciência, amizade, ao auxílio prestado sempre que solicitei e por todas as vezes que escutei calma. Além, expresso minha gratidão por todo conhecimento repassado que com certeza irão adiante desta dissertação. E por último e não menos importante, agradeço por me apresentar o mundo das aranhas.

Agradeço a professora Doutora Dinéia Tessaro que me acompanhou nesta caminhada desde o início, me apoiando, incentivando e torcendo para realização junto comigo. Sou muito grata a sua amizade, a sua dedicação e a sua orientação que vai além das portas da universidade. Muito Obrigada!

Em especial agradeço e dedico esta dissertação a minha mãe Simone e ao meu pai Juliano, aos meus avós Edmundo e Augusta e também as minhas irmãs Juliane e Amanda, por sempre me incentivar e apoiar em todos meus sonhos e decisões da minha vida, o apoio de vocês foi crucial para isto. Amo vocês imensamente.

Meu muito obrigada aos meus amigos e colegas, que me apoiaram neste caminhada ao longo desta dissertação. Sou muito grata a vocês, Luis Felipe, Bruna L. Feix, Laís da Silva, Maíra G. Almeida, Jéssica Camile, Isabel Rodrigues, Vanessa Martins e Luís Pereira.

E por fim e não menos importante estendo meu agradecimento às duas instituições de ensino, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos e Instituto Politécnico de Bragança pela oportunidade proporcionada.

Resumo

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma planta típica do Mediterrâneo, região na qual se encontra perfeitamente adaptada, e onde apresenta uma enorme importância económica, social e paisagística. Esta planta é atacada por diferentes fitófagos que podem prejudicar o seu desenvolvimento e produção. No agroecossistema olival coexiste uma grande diversidade de artrópodes que prestam importantes serviços ecossistémicos como a predação de organismos praga. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade da ordem Araneae e Coleoptera, ao nível taxonómico de família, no olival transmontano bem como comparar a diversidade funcional entre áreas do olival e áreas adjacentes de mato mediterrânico. A amostragem dos indivíduos decorreu nos meses de maio e junho de 2015 e 2016 em quatro áreas da região de Mirandela (Nordeste de Portugal). Em cada área de olival e mato adjacentes, foram utilizadas nove armadilhas de queda, com desenho de grade e substituição a cada sete dias. Os artrópodes capturados foram triados, e as aranhas e coleópteros identificados até o nível taxonómico de família. Ao longo dos dois anos de estudo, na ordem Araneae foram capturados 6984 indivíduos pertencentes a 26 famílias, dominando as Lycosidae, Gnaphosidae e Zodariidae, com grande predominância de *guilds* relacionados com o solo. Verificou-se uma baixa complementaridade entre as áreas de olival e mato em termos de famílias. A maior abundância e riqueza de famílias foram observadas nos olivais, não se observando contudo diferenças significativas na diversidade (1-D) entre ambos os ecossistemas quer em termos de famílias quer de *guilds*. Relativamente à ordem Coleoptera, foram capturados 4742 indivíduos agrupando um total de 25 famílias. As famílias mais abundantes foram Anthicidae, Staphylinidae e Scarabaeidae, e as menos Buprestidae, Cleridae e Ripiphoridae. A abundância total foi significativamente superior nas áreas de olival em 2016, enquanto a riqueza de famílias foi significativamente superior nas áreas de olival em ambos os anos de estudo, não havendo diferenças na diversidade (1-D). A complementaridade entre áreas (mato e olival) foi baixa em ambos os anos de estudo refletindo comunidades semelhantes em termos de famílias. Quer nos olivais quer nas áreas de mato adjacente as famílias identificadas foram na sua maioria predadores, o que sugere que as áreas seminaturais adjacentes podem atuar como refúgio temporário para as aranhas e coleópteros perante perturbações originadas por práticas agrícolas nas áreas de cultura. Os resultados sugerem também que as áreas adjacentes são fonte de diversidade fornecendo recursos

alimentares alternativos quando estes escasseiam no olival. Desta forma, a manutenção e conservação destas áreas seminaturais adjacentes à cultura poderia contribuir para a limitação natural de pragas exercida pelas aranhas e coleópteros no agroecossistema olival.

Palavras-Chave: Diversidade, predadores, *guild*, área seminatural, luta biológica.

Abstract

The olive tree (*Olea europaea* L.) is a typical Mediterranean plant, a region in which it is perfectly adapted and has enormous economic, social, and landscape importance. The olive crop is attacked by different pests that may be harmful to its development and production. The olive grove agroecosystem houses a high diversity of arthropods that can provide ecosystem services and help in biological control. In this sense, the objective of this work was to characterize the community of Araneae and Coleoptera at the taxonomic level of family in the olive grove in Trás-os-Montes and compare the functional diversity between the olive grove and adjacent areas of Mediterranean shrublands. The sampling of individuals took place in May and June 2015 and 2016 in four areas of the Mirandela region (Northeast Portugal). Nine pitfall traps were placed in each olive grove and adjacent shrubland area using a regular grid design and each trap was replaced on a weekly basis. The captured arthropods were sorted and the spiders and beetles identified up to the taxonomic level of family. During both years of study 6984 individuals of Araneae were captured encompassing 26 families. In general, the dominant families were Lycosidae, Gnaphosidae and Zodariidae, with a large predominance of soil-related guilds over the two years of study. There was a low complementarity between the olive grove and shrubland areas in terms of families. The highest abundance and richness of families were observed in the olive groves. However, in terms of diversity (1-D), no statistically significant differences were found between both ecosystems in terms of families or guilds. On the other hand, 4742 beetles were captured encompassing a total of 25 families. In general, the dominant families were Anthicidae, Staphylinidae and Scarabaeidae, while the least abundant were Buprestidae, Cleridae and Ripiphoridae. Total abundance was significantly higher in olive grove areas in 2016 when compared to the shrubland areas, while richness was significantly higher in the olive grove in both years of study. On the contrary, there were no significant differences in terms of diversity (1-D). The complementarity between areas (bush and olive groves) was low in both years of study, reflecting similar communities in terms of families. Both in the olive groves and the adjacent shrubland areas the dominant families were mostly predators. This suggests that adjacent shrublands could act as a spatial buffer for spiders and beetles. These semi-natural areas could provide shelter for spiders and beetles during disturbances derived from agricultural management. In addition, these areas could provide alternative resources for potential natural enemies

among Aranae and Coleoptera thus allowing temporary migration between the olive grove and the shrubland. Maintenance and conservation of these semi-natural areas adjacent to the crop may contribute to the natural limitation of pests exerted by spiders and beetles in the olive grove agroecosystem system.

Keywords: Diversity, predators, guild, seminatural area, biological control.

Índice

Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
Índice de tabelas.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Capítulo 1- Estrutura da comunidade e diversidade funcional da ordem Araneae e Coleoptera no olival transmontano: Comparação entre áreas da cultura e área seminatural adjacente	
1. Introdução geral.....	3
1.1. A Oliveira e sua importância económica.....	3
1.2. Caracterização do agroecossistema olival em Portugal.....	4
1.3. Pragas do olival	5
1.4. Diversidade de artrópodes edáficos em olivais	6
1.5. Inimigos naturais no agroecossistema olival	7
1.6. Organização trófica.....	9
1.7. Ordem Araneae.....	10
1.8. Ordem Coleoptera.....	14
1.9. Efeito da paisagem circundante na diversidade de artrópodes nos agroecossistemas	16
1.10. Objetivos.....	17
1.11. Referências bibliográficas	18
Capítulo 2- Material e Métodos	
2. Material e métodos	31
2.1. Área de estudo	31
2.2. Método de amostragem	33
2.3. Análise de dados	35
2.4 Referências bibliográficas	37
Capítulo 3- Estrutura da comunidade e diversidade funcional da ordem Araneae no olival transmontano: Comparação entre área da cultura e área seminatural adjacente	
Resumo	41
Abstract.....	42
3.1. Introdução.....	43
3.2. Material e Métodos.....	44

3.3. Resultados.....	44
3.4. Discussão.....	56
3.5. Conclusão	57
3.6. Referências bibliográficas	58
Capítulo 4- Estrutura da comunidade e diversidade funcional da ordem Coleoptera no olival transmontano: Comparação entre área da cultura e área seminatural adjacente	
Resumo	65
Abstract	66
4.1. Introdução.....	67
4.2. Materiais e Métodos	68
4.3. Resultados.....	68
4.4. Discussão.....	77
4.5. Conclusão	79
4.6. Referências Bibliográficas.....	79
Capítulo 5- Considerações finais	
5. Considerações finais	85

Índice de tabelas

Tabela 1.1. Proposta de organização de grupos e subgrupos tróficos dos Coleoptera. Adaptado de Torre-Bueno (1978) e Marinoni (2001)	15
Tabela 2.1. Principais características dos olivais e áreas de mato mediterrânico adjacente. DO: Descrição do olival; TO: topografia dos olivais; TM: topografia dos matos; AO: altitude dos olivais; AM: altitude dos matos; O: área dos olivais; M: área dos matagais.....	32
Tabela 3.1. Abundância de famílias e <i>guilds</i> correspondentes à ordem Araneae capturados em olivais e áreas de mato adjacente em 2015 e 2016 em Trás-os-Montes.....	45
Tabela 3.2. Análise de complementaridade da riqueza de famílias de aranhas entre olivais e áreas de mato adjacentes em Trás-os-Montes. C_{jk} : complementaridade de Colwell.....	46
Tabela 3.3. Resumo dos modelos desenvolvidos para testar o efeito da área de amostragem (Plot: olival vs. mato adjacente) e data de amostragem na abundância, riqueza de famílias e Índice de Simpson da comunidade de aranhas em Trás-os-Montes para os ambos os anos de estudo. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$. VD: variável dependente. VI: variável independente. IS: Índice de Simpson (1-D). gl: graus de liberdade.....	48
Tabela 4.1. Abundância de famílias e grupos tróficos correspondentes da ordem Coleoptera capturados em olivais e áreas de mato adjacente nos anos de 2015 e 2016 em Trás-os-Montes.....	69
Tabela 4.2. Análise de complementaridade da riqueza de famílias de coleópteros entre olivais e áreas de mato adjacentes em Trás-os-Montes. C_{jk} : complementaridade de Colwell.....	70
Tabela 4.3. Resumo dos modelos desenvolvidos para testar o efeito da área de amostragem (Plot: olival vs. mato adjacente) e data de amostragem (semana de amostragem) na abundância, riqueza de famílias e Índice de Simpson da comunidade de Coleoptera em Trás-os-Montes para ambos os anos de estudo. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$. VD: variável dependente. VI: variável independente. IS: Índice de Simpson (1-D). gl: graus de liberdade.....	72

Índice de figuras

Figura 1.1. <i>Guilds</i> de aranhas consoante à estratégia e lugar de caça. Adaptado de Uetz et al. (1999).....	13
Figura 2.1. Localização da área de estudo na Península Ibérica.....	31
Figura 2.2. Parcelas de olival (verde) e mato mediterrânico (vermelho) selecionadas para o estudo. A: Cedões 1; B: Cedões 2; C: Guribanes; D: Valbom.....	33
Figura 2.3. A: exemplo do desenho de amostragem numa das áreas de estudo (Cedões 2). B: Armadilha de queda instalada.	34
Figura 2.4. Exemplares da ordem Araneae e Coleoptera. 1: Família Lycosidae (Araneae), 2: Família Carabidae (Coleoptera).....	35
Figura 3.1. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2015. Cada número corresponde a família apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes nas áreas.....	46
Figura 3.2. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2016. Cada número corresponde a família apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes nas áreas.....	47
Figura 3.3. Abundância (N) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	49
Figura 3.4. Riqueza de família (S) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	50
Figura 3.5. Curvas de acumulação de famílias baseadas no número de indivíduos para as comunidades de aranhas amostradas nos olivais e áreas de mato adjacentes nos anos de 2015 e 2016 em Trás-os-Montes.....	51
Figura 3.6. Diversidade (índice de Simpson 1-D) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	52
Figura 3.7. Riqueza de <i>guilds</i> (S) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	54

Figura 3.8. Diversidade (índice de Simpson 1-D) de <i>guilds</i> da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	55
Figura 4.1. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2015. Cada número corresponde às famílias apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes.....	70
Figura 4.2. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2016. Cada número corresponde às famílias apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes.....	71
Figura 4.3. Abundância (N) da ordem Coleoptera em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	73
Figura 4.4. Riqueza de famílias (S) da ordem Coleoptera em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$	74
Figura 4.5. Curva de acumulação de famílias baseadas no número de indivíduos para as comunidades de coleópteros amostrados nos olivais e áreas de mato adjacentes nos anos de 2015 e 2016.....	75
Figura 4.6. Diversidade (índice de Simpson 1-D) da ordem Coleoptera em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes.....	76

Capítulo 1

ESTRUTURA DA COMUNIDADE E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ORDEM ARANEAE E COLEOPTERA NO OLIVAL TRANSMONTANO: COMPARAÇÃO ENTRE ÁREA DA CULTURA E ÁREA SEMINATURAL ADJACENTE

1. Introdução geral

1.1. A Oliveira e sua importância económica

A oliveira (*Olea europaea* L. 1753) pertencente à família Oleaceae a qual, compreende diversas espécies distribuídas pelas regiões tropicais e temperadas do mundo. Dos 29 géneros pertencentes a esta família, destaca-se o género *Olea* L., considerado o mais importante do ponto de vista económico, e que inclui de 30 a 35 espécies. Em termos morfológicos a oliveira é uma árvore com grande longevidade, polimórfica, e que produz frutos comestíveis. Apresenta tamanho mediano, de 4-8 metros de altura, folhas persistentes, raízes extensas e flores pequenas actinomorfas, ou seja, com simetria regular. (Bacelar et al., 2009; Böhm & Antunes, 2013; Wrege et al., 2015; Rapoport, 2017).

As oliveiras cultivadas resultaram da domesticação de oliveiras selvagens, *Olea sylvestris* (Zambujeiro) (Böhm, 2013). O seu centro de origem não se encontra bem definido, sendo atribuído a toda zona mediterrânica, que se estende desde as Ilhas Canárias até o Golfo Pérsico, sem, porém, se estabelecer um local único como centro de origem da espécie. Contudo, a área mais consensual é a que se estende de zonas ao sul do Cáucaso, pelas planícies altas do Irão, Palestina e Síria, migrando para a Anatólia, Chipre e Egipto, de onde se expandiu ao longo de milénios através das rotas comerciais até povoar todos os países costeiros do Mediterrâneo (Wrege et al., 2009; Böhm & Antunes, 2013; Civantos, 2017). Atualmente, existem oliveiras plantadas em todas regiões do globo localizadas entre 30° e 40° de latitude em ambos os hemisférios, desde áreas desérticas até climas mais húmidos, estendendo-se desde a América do Sul, continente Africano, China, Japão e Austrália (Fernández Escobar & Rosa, 2017). O seu cultivo está presente em mais de 40 países e em 2017 ocupava 10,8 milhões de hectares em todo o mundo, dos quais 61,8% localizados na Europa, seguido por 17,9% do continente Africano, 16,9% na Ásia, 2,8% nas Américas e os restantes 0,6% na Oceania (FAOSTAT, 2020).

Na União Europeia, a Espanha, Grécia e a Itália são os principais países produtores de azeitona (Lucena et al., 2017). Portugal ocupa o sétimo lugar entre os maiores produtores a nível mundial, com uma área destinada à cultura de 359 949 ha, teve em 2018 uma produção de 738 550 toneladas de azeitonas, sendo o Alentejo, Trás-os-Montes e Beira Interior as principais regiões produtoras (INE, 2020a; FAOSTAT,

2020). A região de Trás-os-Montes, de acordo com os dados estatísticos do Instituto Nacional de Estatística para o ano 2018, produziu cerca de 108 821 toneladas de azeitona (INE, 2020b) sendo esta cultura importante não somente em termos económicos, mas também paisagísticos, sociais e culturais. O azeite produzido nesta região possui características de qualidade e diferenciação que os distinguem dos produzidos noutras regiões, o que foi reconhecido pelo Regulamento (CE) n° 1107/96 da União Europeia a criação da Denominação de Origem Protegida (DOP) Azeite de Trás-os-Montes.

1.2. Caracterização do agroecossistema olival em Portugal

Em Portugal, a estrutura olivícola está muito dependente da região onde se produz. Contudo, podem definir-se genericamente três sistemas de cultivo. Os sistemas tradicionais, extensivos, com baixo número de plantas por hectare, entre as 80 e as 200, muitos deles centenários, conduzidos em sequeiro e que têm por base as variedades tradicionais de cada região. Os olivais intensivos, em que existe um maior número de plantas por área, normalmente entre 200 e 600 plantas, e em que existe uma intensificação dos cuidados culturais, como maior cuidado com a fertilização e rega em alguns dos casos, e muito mecanizados, e por último os olivais super-intensivos ou de alta densidade, com elevado número de plantas por hectare, mais de 1200, regados, mecanizados e com grande intensificação cultural. A distinção entre os primeiros nem sempre é clara havendo sistemas mistos que se distinguem não apenas pela densidade de plantação, mas pela utilização de rega, tecnologia empregada e mecanização (Torres, 2007; Reis, 2014).

Atualmente aproximadamente 80% dos olivais na região de Trás-os-Montes são conduzidos de forma tradicional e de entre eles 46% com uma densidade até 100 árvores/ha e 33% com uma densidade entre 101 e 300 oliveiras/ha. No entanto, estes olivais possuem uma grande fragilidade sócio ecológica devido a oscilação entre o abandono e as práticas culturais menos sustentáveis (Reis, 2014).

O olival tradicional é característico da paisagem da região de Trás-os-Montes, sendo marcado pelo cultivo extensivo, em áreas de minifúndios com condução em sequeiro. Em muitos casos, são árvores com idade avançada, com baixa produtividade, custos de produção elevado, principalmente em mão de obra e com reduzida frequência de aplicações de produtos fitofarmacêuticos, sendo estes predominantemente preventivos quando comparados com sistemas intensivos de produção.

Já os sistemas intensivos e super-intensivos procuram maximizar a produtividade por área, aumentando a densidade de plantas chegando até 2500 oliveiras/ha, introduzindo a rega, uso sistemático de fertilizantes e pesticidas, além da utilização de variedades menos vigorosas e produtivas. Deste modo, nestes sistemas predominantemente em grandes explorações olivícolas no Alentejo e Ribatejo é possível mecanizar de forma eficiente a colheita e a poda revolucionando o cultivo do olival, obtendo em 10 anos a mesma produção acumulada de um olival tradicional conduzido em sequeiro em 70 anos (Barroso et al., 2013; Reis, 2014).

1.3. Pragas do olival

Os organismos fitófagos presentes nos olivais podem afetar de maneira significativa a produção, quer na quantidade quer na qualidade da produção, quer se destine a azeite e/ou azeitona de mesa. A importância dos diferentes inimigos da cultura pode variar de acordo com o ano de produção, a região produtora e, sobretudo a intensidade de ataque registrado. A oliveira apresenta como principais pragas a: (1) a mosca-da-zeitona *Bactrocera oleae* (Rossi), (2) a traça-da-oliveira *Prays oleae* Bernard, (3) a cochonilha negra *Saissetia oleae* (Olivier), (4) caruncho-da-oliveira *Phloeotribus scarabaeoides* Bernard (5), o algodão-da-oliveira *Euphyllura olivina* Costa, (6) a traça-verde *Palpita unionalis* (Hübner) e (7) a euzofera *Euzophera pinguis* (Haworth) (Torres, 2007; Blikeck et al., 2007). No entanto, em Portugal, a mosca-da-zeitona, a traça-da-oliveira e a cochonilha negra destacam-se como umas das principais pragas presentes nos olivais (Pereira & Bento, 2011).

A mosca-da-zeitona, *B. oleae*, é um díptero da família Tephritidae, considerada praga-chave na Bacia do Mediterrâneo, estando dispersa a nível mundial com exceção da América do Sul e Austrália (Daane & Johnson 2010). Em Portugal, a mosca-da-zeitona é umas das principais pragas (Pereira & Bento, 2009), dependendo dos anos, na região de Trás-os-Montes, os ataques podem atingir valores superiores a 80 % dos frutos atacados, causando assim elevados prejuízos (Pereira et al., 2007). Durante o inverno a mosca pode estar em qualquer estado, predominando sob a forma de pupa no solo. No fim do inverno e início da primavera os adultos iniciam as atividades e quando os frutos atingem um desenvolvimento adequado as fêmeas iniciam a sua postura. Após a eclosão, a larva ao desenvolver-se abre galerias na polpa da azeitona, de que se alimenta. No final do seu desenvolvimento, transforma-se em pupa no interior da

azeitona, dando origem a um novo insecto. O processo reinicia-se, sucedendo-se durante o verão e até ao mês de novembro (Alvarado et al., 2017).

A traça-da-oliveira, *P. oleae*, é a segunda praga de importância económica no olival depois da mosca-da-azeitona, estando distribuída em todos os países da Bacia Mediterrânica. É um lepidóptero da família Yponomeutidae, a qual passa por três gerações anuais, estando perfeitamente em sincronia com a evolução fenológica da oliveira (Alvarado et al., 2017). A geração filófaga, desenvolve-se nas folhas, onde a geração antófaga, dos adultos da geração anterior depositam seus ovos nos botões florais fechados, principalmente no cálice. Os adultos da geração carpófaga realizam a postura sobre os frutos jovens (Alvarado et al., 2017).

A cochonilha negra, *S. oleae*, é um hemíptero, da família Coccidae. Trata-se de uma espécie ovípara com reprodução partenogenética, apresentando coloração castanho escuro, tamanho entre 3-4 mm e uma espécie de concha com relevo em formato de “H”. No entanto, apesar dos estragos diretos serem escassos e ter efeito na produção quando em populações elevadas, a cochonilha negra causa estragos nas oliveiras, diminuindo sua brotação e consequentemente a produção (Alvarado et al., 2017).

O caruncho-da-oliveira, *P. scarabaeoides*, é um coleóptero da família Curculionidae, que afeta quase que exclusivamente o olival. Em geral estes passam o inverno no estado adulto em galerias escavadas na axila dos ramos, gomos, folhas e pedúnculos dos frutos. No final do inverno, procuram os ramos de madeira de poda para efetuarem suas posturas. Apesar de considerados pragas secundárias as suas galerias facilitam o desenvolvimento de doenças e pragas e afeta o desenvolvimento das árvores e produção, já em árvores jovens pode comprometer a sua sobrevivência (Alvarado et al., 2017).

1.4. Diversidade de artrópodes edáficos em olivais

Os olivais, sobretudo os tradicionais, devido sua longevidade e baixa pressão agronómica, são considerados importantes repositórios da biodiversidade (Rouini, 2008), abrigando um grande número de artrópodes (Coutinho, 2007). Neste sentido, a artropodofauna presente nos solos dos olivais é extremamente rica em diversidade e com expressiva influência na manutenção de serviços fundamentais do ecossistema, tais como o a limitação e desenvolvimento de pragas (Torres, 2007; Santorufo et al., 2012). No entanto, sua utilização de forma eficiente requer o conhecimento profundo sobre a mesma (Morris & Campos, 1999).

Deste modo, vários estudos têm sido realizados para a melhor compreensão da composição da biodiversidade de artrópodes presentes no agroecossistema olival e para esclarecer seu papel nele. Assim, Santos et al. (2007) obteve como resultado diferentes grupos representantes da fauna do solo tais como Araneae, Acari, Chilopoda, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplopoda, Hemiptera, Isopoda e Orthoptera. em dois olivais sendo um sob modo de produção biológico e outro sob proteção integrada. Gonçalves e Pereira (2012) registaram cinco diferentes grupos, Chilopoda, Malacostraca, Entognatha, Insecta e Arachnida em três diferentes olivais tradicionais localizados na região Nordeste de Portugal, Enquanto que Gonçalves (2014) capturou em dois olivais na região do Algarve (sul de Portugal) diferentes classes como Arachnida (ordem: Araneae), Chilopoda, Entognatha (ordem: Collembola) e Insecta. Já estudos como de Castro et al. (2017), Morente et al. (2018), Carpio et al. (2018), Chafaa et al. (2019) também obtiveram resultados similares.

Nos estudos realizados registam-se potenciais predadores com grande expressão na diversidade da fauna edáfica amostrada. Entre eles, famílias como os carabídeos, estafilínídeos, elaterídeos, formicídeos, assim como aracnídeos (Neuenschwander et al, 1983; Santos et al, 2007; Gonçalves & Pereira, 2012; Eyre et al., 2013; Paredes et al., 2013; Gonçalves, 2014; Dinis et al., 2015; Dinis et al., 2016; Benhadi-Marín et al., 2018; Lantero et al., 2019). Estes grupos, na sua maioria, são considerados importantes auxiliares na limitação natural de pragas-chaves, como por exemplo a mosca-da-azeitona, principalmente enquanto fase de pupa no solo (Neuenschwander et al, 1983). No entanto, a estrutura e papel ecológico da comunidade de artrópodes associados ao cultivo da oliveira ainda não está totalmente compreendido, havendo muitos aspectos a serem esclarecidos, quer em termos da sua valorização quer no seu papel na sua limitação natural de pragas.

1.5. Inimigos naturais no agroecossistema olival

As pragas agrícolas têm um conjunto de inimigos naturais, também chamados de auxiliares, com grande importância na limitação natural das suas populações. Esses inimigos podem ser predadores (e.g. aracnídeos e insetos), parasitoides e entomopatogénicos, e a sua importância advém do fato de poderem reduzir as populações de pragas a níveis sustentáveis conduzindo ao equilíbrio natural (Rouini, 2008; Mulumba et al., 2012). De uma forma geral as populações de inimigos naturais

umentam a sua atividade a partir da primavera que corresponde geralmente ao período no qual os níveis populacionais dos fitófagos aumentam.

Associados à oliveira há um grande número de artrópodes auxiliares (Amaro, 2003). Estudos conduzidos por Belcari e Dagnino (1995) sobre a composição da entomofauna de um olival na região da Toscana (Italia), evidenciou que apenas 9% dos insetos observados eram espécies nocivas à cultura, e 44% poderiam ser considerados auxiliares. Os predadores (artrópodes entomófagos) possuem vida livre em todos os estádios, com a necessidade de consumir um grande número de presas para completar o seu desenvolvimento, sendo muito móveis na sua fase larval ou ninfa para ativamente procurarem as suas presas, matando-as de imediato, sendo ingeridas ou sugadas mais ou menos completamente. Os adultos podem atuar como predadores e/ou alimentar-se de meladas, néctares e pólen (Amaro, 2003).

Os principais grupos de predadores no agroecossistema olival correspondem à ordem Araneae assim como às famílias dos coccinelídeos (Coleoptera), carabídeos (Coleoptera), formicídeos (Hymenoptera), crisopídeos (Neuroptera), sirfídeos (Diptera), antocorídeos (Hemiptera) e nabídeos (Hemiptera) (Mendes et al., 2010). Os crisopídeos podem exercer grande atividade sobre traça-da-oliveira, cochonilha, algodão-da-oliveira (Alcobia & Ribeiro, 2001). Enquanto os antocorídeos possui grande ação sobre a traça-da-oliveira (Alcobia & Ribeiro, 2001). Já os nabídeos mostram especial apetência pelos afídeos (Coutinho, 2007). Com relação aos sirfídeos, as suas larvas são predadores importantes do algodão-da-oliveira, *E. olivina* (Ksantini, 2003; Pinheiro, 2013) de *Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera), *Palpita unionalis* Hübner (Lepidoptera) e *Prays oleae* (Bernard) (Lepidoptera) (Rojo et al., 2003).

Os parasitóides, pertencentes na sua maioria à ordem Hymenoptera, os mais frequentes na limitação natural dos fitófagos da oliveira integram as famílias dos afelinídeos, braconídeos, encirtídeos, pteromalídeos e tricogramatídeos (Amaro, 2003; Godfray, 2007; Mahr et al., 2008). Além parasitoides, foram também descritos alguns fungos entomopatogênicos como agentes potenciais para o controlo de pragas, como *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff), *Cladosporium cladosporioides* e *Cladosporium oxysporum* (Mahmoud 2009; Oliveira et al., 2012; Oliveira et al., 2013).

No que diz respeito à classe dos aracnídeos, as aranhas são descritas por Cárdenas et al. (2015) como potenciais predadoras generalistas importantes neste agroecossistema. Desta forma, devido ao seu hábito alimentar e à diversidade de presas

de que se alimentam (Foelix, 2011), a sua presença nos olivais pode contribuir para a redução da população de pragas importantes. No olival esta Ordem é muito diversa, tendo sido identificadas várias famílias tais como Gnaphosidae, Lycosidae, Zodariidae, Thomisidae, Salticidae, Theridiidae, Linyphiidae e Oxyopidae (Morris, 1997; Cárdenas 2008; Cárdenas et al., 2015; Dinis et al., 2015; Benhadi-Marín et al., 2018).

No que diz respeito à ácaros predadores, o conhecimento da sua presença nos olivais é escasso, uma vez que consomem essencialmente ácaros fitófagos que têm importância reduzida ou nula no olival (Torres, 2007).

No caso dos coleópteros, a família Coccinellidae é a mais importante nos predadores, principalmente de afídeos, cochonilhas, moscas-brancas, psilídeos, tripes e ácaros. Realizando também a predação de ovos e ninfas de lepidópteros nos primeiros instares (Cottrell & Tillman, 2017). As famílias Carabidae (Coleoptera) e Formicidae (Hymenoptera) são os predadores que mais contribuem para a mortalidade da mosca-da-azeitona (Orsini et al., 2007). Sendo, espécies de carabídeos como *Pterostichus* sp., *Calathus fuscipes* (Goeze), *Pseudoophonus rufipes* (De Geer) e *Laemostenus cimmerius* (Fischer von Waldheim) apontadas como predadoras regulares de pupas da *B. oleae* em estudos realizados em laboratório (Odoguardi, et al., 2008). Conforme resultados de Dinis et al. (2015), os formicídeos pertencentes a espécie *Tapinoma nigerrimum* aumentaram significativamente a supressão de pupas da *B. oleae* atingindo 100% de predação em ensaio de caixas de exclusão em olivais transmontanos.

Neste sentido, segundo Amaro (2003), aplicando medidas indiretas que valorizarem a limitação natural, de forma que evite a destruição dos auxiliares indígenas, proibição de pesticidas mais tóxicos e redução sempre que possível das doses e número de aplicações dos pesticidas autorizados, assim como fomento do aumento das suas populações com hospedeiros alternativos, alimento suplementar, abrigos e locais de hibernação, podem garantir a atuação destes organismos no agroecossistema de forma eficiente.

1.6. Organização trófica

O termo nicho ecológico foi sugerido por George Evelyn Hutchinson em 1959, onde abordou que as espécies eram delimitadas a nichos por espécies concorrentes. Grupos concorrentes foram também denominadas com o termo grupo trófico, utilizado para agrupar, numa mesma classe, todas as espécies que empregam uma mesma fonte de recurso alimentar, independentemente do nível trófico e do ecossistema a qual

pertençam (Marinoni, 2001), sendo chamados de *guild* por Root (1967), com definição atual como grupos não filogenéticos de espécies que compartilham um ou uma série de recursos importantes (Blondel, 2003), referindo-se somente às relações interespecíficas para aquisição de recursos (componente trófico).

O termo “grupo trófico” e “*guild*” são conceitos com conotações semelhantes sendo, paralelamente a eles a designação e utilização do termo grupos funcionais que foram referidos como grupos de espécies que possuem a mesma função no ecossistema, fornecendo os mesmos serviços ecossistêmicos (Blondel, 2003). Neste sentido, segundo Swift et al. (2010), não existe consenso sobre o conceito de grupos funcionais e este pode ser modificado, conforme o objetivo da análise realizada, sendo a diversidade funcional um dos parâmetros mais utilizados como variáveis explicativas de como os ecossistemas funcionam e se adaptam às mudanças. Portanto, os conceitos de *guild*/grupo trófico e grupo funcional são diferentes, porém sobrepõem-se, sendo que um grupo funcional pode agrupar mais de um *guild*, enquanto que um *guild* não pode agrupar mais do que um grupo funcional.

Para definir os grupos funcionais geralmente é utilizado um critério trófico, mas também pode ser utilizada a função específica que os organismos desempenham, ou os processos específicos mediados por eles (Swift et al., 2010). De acordo com Swift et al. (2010), os grupos funcionais do solo podem ser reunidos em quatro categorias genéricas: decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, bioturbação e controle de pragas e doenças. Desta forma, os macroinvertebrados são considerados potenciais indicadores das condições ambientais, bem como suas variações (Baretta et al., 2010; Baretta et al., 2011), ocupando todos os níveis tróficos da cadeia alimentar edáfica, afetando direta e indiretamente à produção primária. Neste contexto, serão descritos os *guilds* das ordens Araneae e Coleoptera neste trabalho com o objetivo de aprofundar no conhecimento da estrutura das suas comunidades no agroecossistema olival.

1.7. Ordem Araneae

A ordem Araneae (Filo Arthropoda, Classe Arachnida), representam um dos maiores grupos de invertebrados do mundo, com ampla distribuição em diferentes habitats terrestres com exceção dos polos. Até o momento foram descritas 48 438 espécies de aranhas, distribuídas por 4 154 géneros pertencentes a 120 famílias (World Spider Catalogue, 2020), subdivida em três subordens: Liphistiomorpha,

Theraphosomorpha e Araneomorpha, com somente as duas últimas apresentando representação na fauna ibérica (Barrientos, 2004). Com relação a sua morfologia, as aranhas apresentam seu corpo dividido em dois tagmas, o prossoma (anterior) e opistosoma (posterior). No prossoma distinguem-se duas regiões, uma anterior (cefálica) contendo estruturas relacionadas aos sentidos e aos alimentos, onde localiza-se a maioria dos apêndices externos, incluindo oito pernas, seis a oito olhos, quelíceras, outras peças bucais e o palpo. E uma posterior (torácica) relacionada à locomoção e ao alojamento do sistema nervoso central (Barrientos, 2004; Foelix, 2011; Pechenik, 2016).

No prossoma o primeiro par de apêndices é formado pelas quelíceras, cada uma dividida em um segmento basal e uma presa. O segundo par de apêndices corresponde aos palpos, compostos por seis segmentos (coxa, trocânter, fêmur, patela, tíbia e tarso). As pernas têm as mesmas partes mais o metatarso entre a tíbia e o tarso. Na parte anterior-ventral do opistosoma estão localizadas as aberturas genitais e as aberturas de espiráculos e normalmente três pares de fieiras junto ao tubérculo anal. Também, nela estão presentes os pelos que ocorrem no corpo da aranha sendo órgãos sensoriais que respondem a estímulos mecânicos ou químicos (Barrientos, 2004; Pechenik, 2016).

No geral, as aranhas são consideradas predadores generalistas, sendo a sua riqueza e abundância com influência direta sob os artrópodes pertencentes a níveis tróficos inferiores, sobretudo os insetos os quais representam grande parte de sua dieta. Além dos insetos, ocorre também a predação de outros pequenos invertebrados e aranhas, sendo o canibalismo ativo desde seu nascimento (Nogueira et al., 2006; Cardoso et al., 2011).

Devido a comunidade de aranhas ser considerada organismos predadores importantes e excelentes bioindicadores por responder as variações dos fatores bióticos e abióticos com ampla distribuição nos mais diversos ecossistemas (Nogueira et al., 2006; Gonzaga et al., 2007; Filho, 2012), a sua abundância e diversidade estão diretamente relacionadas a complexidade e a forma estrutural do ambiente no qual se encontram (Cárdenas, 2008; Foelix, 2011). Portanto, apresentam assim grande importância ecológica, levando-as a ser consideradas um grupo de potencial interesse para a utilização na luta biológica em diferentes agroecossistemas.

Para melhor compreender a forma como as aranhas exploram os recursos alimentares, Uetz et al. (1999) classificou-as em oitos *guilds*. Estes autores, estudaram a sua estrutura em diferentes culturas agrícolas nos Estados Unidos da América, e

agruparam as diferentes famílias em dois grandes grupos: aranhas caçadoras ativas e aranhas construtoras de teia. Tal classificação baseou-se em características ecológicas conhecidas para as famílias, forma de utilização das teias e tipo de microhabitat nos agroecossistemas (Uetz et al., 1999). Cardoso et al. (2011) definiram uma classificação em oito *guilds* para famílias a nível mundial, relacionando a diversidade funcional com a estrutura e complexidade do habitat. No entanto, o ciclo circadiano não foi levado em consideração, uma vez que este não seria um fator decisivo para a classificação global em *guilds*, e juntamente com a fenologia e tamanho corporal, poderiam ser utilizados em estudos de menor escala ou baseado nas espécies. Portanto, as espécies que caçam em diferentes horários do ano ou com diferentes tamanhos corporais provavelmente não estão compartilhando recursos.

Como já mencionado a grande abundância da ordem Araneae nos mais diferentes habitats e sua sensibilidade às alterações antrópicas, despertou interesse para a sua utilização como bioindicadores. Os estudos englobam desde a sua diversidade e taxonomia, como também a influência das práticas agrícolas sob sua abundância e capacidade de predação de organismos considerados pragas. Nos olivais a ordem Araneae é evidenciada durante a Primavera o que coincide com a época da floração e aumento das atividades da artropodofauna associada a esta cultura (Cárdenas, 2008). Posteriormente, Cárdenas e Barrientos (2011) ao analisarem a atividade ecológica das aranhas em diversos olivais da região de Andaluzia (sul da Espanha), registaram 142 espécies de aranhas. Noutro estudo, Cárdenas et al. (2015) verificaram que o modo de produção biológico favoreceu a abundância e a diversidade de aranhas na copa da oliveira em comparação com o manejo e proteção integrada e sistemas convencionais. Por sua vez, Benhadi-Marín et al. (2019) propuseram o uso da espécie *Thanatus vulgaris* (Simon, 1870) (Philodromidae) como potencial bioindicador do solo em olivais e a espécie *Ozyptila paxilla* (Simon, 1870) (Thomisidae) em áreas circundantes ao olival.

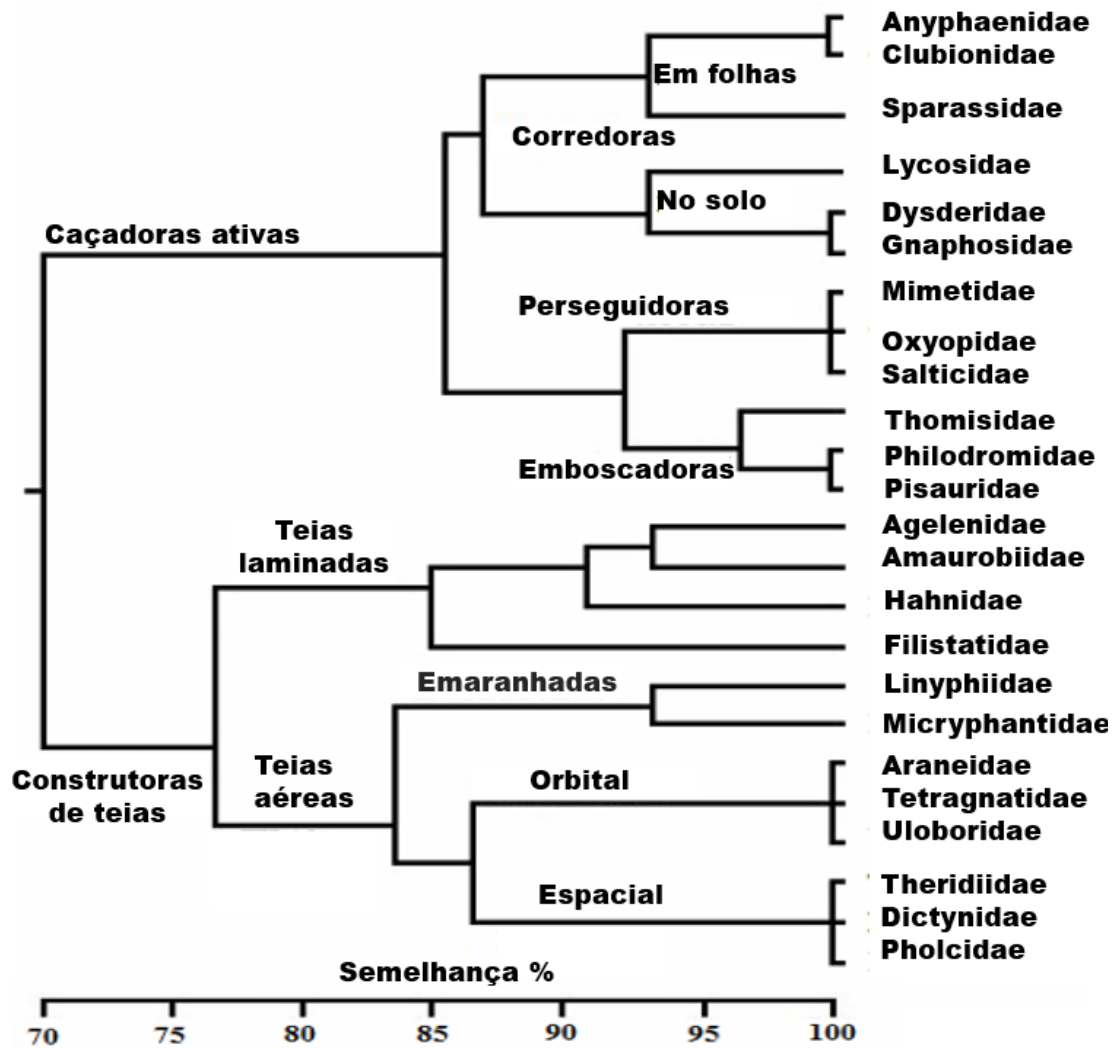


Figura 1.1. *Guilds* de aranhas consoante à estratégia e lugar de caça. Adaptado de Uetz et al. (1999).

1.8. Ordem Coleoptera

A ordem Coleoptera (Filo Arthropoda, Superclasse Hexapoda, Classe Insecta), constitui-se entre os organismos pertencentes a fauna edáfica e destaca-se por sua diversidade taxonómica e funcional, além de apresentar uma diversa gama de hábitos alimentares, tanto na forma larval como nos adultos, apenas não sendo registrada a hematofagia (Marinoni et al., 2001; Gallo et al., 2002; Bouchard, 2014). É a ordem de insetos com o maior número de espécies entre todos os seres vivos do mundo (cerca de 390 000 espécies) com representação de aproximadamente 25% de todos os seres vivos descritos, distribuídas em mais de 160 famílias (Silva & Silva, 2011; Korasaki et al., 2017). Boa parte desta biodiversidade concentra-se em algumas famílias como Curculionidae, Staphylinidae, Chrysomelidae, Carabidae, Scarabaeidae e Cerambycidae (Elzinga, 2000; Bouchard et al., 2009; Korasaki et al., 2017; Gullan & Cranston, 2017).

Em Portugal, até o presente momento, foram registradas 113 famílias da ordem Coleoptera (Naturdata, 2020), havendo uma grande escassez de informações relacionadas com esta ordem, por muitos trabalhos referenciar resultados em termos globais e não exclusivamente referidos à Península Ibérica e Portugal (Serrano, 2000).

Os coleópteros distinguem-se por exibir característica exclusiva onde seu primeiro par de asas é modificado em élitros, sendo pouquíssimas espécies ápteras, com consistência coriácea ou córnea, protegendo seu segundo par de asas membranosas, dobradas quando em repouso, longitudinal e transversalmente. A cabeça é prognata na maioria das espécies, em cujo ápice está o aparelho bucal, sendo ele mastigador com mandíbulas bem desenvolvidas. Os olhos são compostos, com antena na frente (normalmente com 11 antênômeros), sendo muito variável nas famílias (filiforme, flabelada, clavada, capitada, moniliforme, etc...), pernas ambulatórias (em geral), fossoriais e natatórias. Seu tamanho possui uma variação de 0,3 mm (Ptiliidae) a 160 mm (Cerambycidae), sendo seu desenvolvimento holometabólico (metamorfose completa) (Gallo et al., 2002; Triplehorn & Johnson, 2015; Beutel & Lawrence, 2016; Newton, 2016; Gullan & Cranston, 2017).

A maioria dos coleópteros apresentam hábito alimentar semelhante ao nível taxonómico de família, minimizando desta forma, na maioria dos casos os esforços nas identificações (Marinoni, 2001; Fountain-Jones et al., 2015). Marinoni (2001) classifica os coleópteros em cinco grupos tróficos (Tabela 1.1.): os herbívoros e algívoros como consumidores primários; os fungívoros, detritívoros e carnívoros como consumidores secundários ou de nível superior.

Tabela 1.1. Proposta de organização de grupos e subgrupos tróficos dos Coleoptera. Adaptado de Torre-Bueno (1978) e Marinoni (2001).

Grupo trófico	Subgrupo trófico	Substrato alimentar
Herbívoro	Filófago	Folha
	Xilófago	Lenho
	Caulífago	Caule
	Fleófago	Floema
	Antófago	Flor
	Nectarífago	Néctar
	Polinífago	Pólen
	Carpófago	Fruto
	Espermófago	Semente
	Rizófago	Raiz
Algívoro		Algas
Fungívoro	Mixomicófago	Mixomicetos
	Ascomicófago	Ascomicetos
	Basidiomicófago	Basidiomicetos
	Deuteromicófago	Deuteromicetos
Detritívoro	Necrófago	Animais em decomposição
	Coprófago	Excremento
	Fitosaprófago	Restos vegetais
Carnívoro	Predador	Alimenta-se de outros animais
	Parasita	Vive em outro animal, seja na superfície - ectoparasita, ou no interior -endoparasita, obtendo alimento, abrigo ou outras vantagens
	Parasitoide	Vive em um seu hospedeiro, interna ou externamente, matando-o lentamente perto do fim de seu desenvolvimento larval

A diversidade de famílias da ordem Coleoptera destaca-se pela sua elevada abundância de indivíduos, riqueza de espécies, sensibilidade às alterações ambientais, assim como sua íntima relação com importantes funções no solo tais como a decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, regulação da população de outros organismos, além de interferir nas propriedades físicas do solo (Silva & Silva, 2011; Korasaki et al., 2017). Nos olivais, a ordem Coleoptera apresenta uma elevada riqueza tendo sido registadas famílias tais como Anthicidae, Buprestidae, Cantharidae, Carabidae, Chrysomelidae, Cleridae, Coccinellidae, Cucujidae, Curculionidae, Cerambycidae, Elateridae, Melyridae, Nitidulidae, Phalacridae, Scarabaeidae,

Staphylinidae e Tenebrionidae (Torres & Bueno, 2000; Morris et al., 2000; Gonçalves et al., 2005; Gonçalves, 2014). Esta diversidade taxonômica resulta num amplo leque hábitos alimentares e necessidades de habitat. Por exemplo, a família Anthicidae alimenta-se de pequenos artrópodes, pólen e pequenos invertebrados mortos, habitam o solo, sobre flores ou vegetação, embaixo de pedras, madeiras ou excrementos (Audino et al., 2007; Telnov, 2010; Chandler, 2010). Os Scarabaeidae incluem espécies coprófagas, necrófagas, detritívoras ou generalistas, sendo encontrados em áreas abertas e ecossistemas naturais (Silva et al., 2008; Hernández & Endres, 2011). Auxiliam na ciclagem de nutrientes do solo, e podem atuar na regulação de populações de outros artrópodes, tais como pragas nos agroecossistemas assim como atuar como bioindicadores (Nichols et al., 2008; Azevedo et al., 2011; Slade et al., 2011). A família Staphylinidae agrupa espécies predadoras, saprófagas, fitófagas e parasitoides (Navarrete & Newton, 2003; Newton, 2016) presentes em todos os tipos de ecossistemas (Garlet et al., 2015), podendo ser utilizados como bioindicadores de alteração antrópica (Audino et al., 2007). A família Carabidae apresenta hábitos alimentares generalistas e predadores, com hábitos diurnos e noturnos, podendo ser encontrados sob pedras, troncos, folhas, cascas de árvores, detritos, ou correndo sobre o solo (Lövei & Sunderland, 1996; Torres & Bueno, 2000) contribuindo na limitação natural de artrópodes em sistemas agrícolas.

1.9. Efeito da paisagem circundante na diversidade de artrópodes nos agroecossistemas

A contínua intensificação da área agrícola tem vindo aumentar de forma significativa, afetando negativamente ao equilíbrio do agroecossistema, devido ao modelo agrícola altamente industrializado (Zilli et al., 2003). A perda de áreas naturais e aumento da monocultura tem como consequência a diminuição da complexidade da paisagem e como resultado influencia negativamente a biodiversidade da população de invertebrados presente nestes ambientes, sendo sua abundância e riqueza afetada pelos sistemas intensivos de manejo (Barros et al., 2008; Concepción et al., 2008; Schmidt et al., 2008).

Destaca-se que este fato também se tem assistido em olivicultura, tendo ocorrido a conversão de sistemas tradicionais para sistemas intensivos irrigados com densidade de até 1500 árvores/ha (Reis, 2014). Por outro lado, os agroecossistemas e seus

componentes mantêm relações e conexões estreitas com a área circundante e a paisagem (Madeira et al., 2016).

As áreas adjacentes aos olivais são consideradas repositórios de biodiversidade onde se estabelecem interações ecológicas servindo como abrigo para taxa que servem pela sua vez como presa de artrópodes predadores (Picchi et al., 2016). Portanto, toda a área que circunda o olival pode ser crucial para o estabelecimento da diversidade funcional para a manutenção dos principais serviços ecossistêmicos, tais como o a luta biológica (Santos et al., 2007). Neste sentido, para verificar a influência da paisagem circundante com os mais diferentes artrópodes, estudos como de Madeira et al. (2016) obtiveram como resultado o constante deslocamento de carabídeos e aranhas entre áreas circundantes e as áreas de cultivo de trigo, sugerindo que estas áreas adjacentes que apresentam alto valor natural e as reservas protegidas de pastagens, podem ser locais de refúgio e conservação para os artrópodes. Já Scheneider et al. (2013) concluíram que o deslocamento de artrópodes do solo é dependente do tipo de habitat adjacente, sendo o manejo e conservação destas áreas influentes sob as funções ecossistêmicas. Picchi et al. (2016) e Pascual et al. (2017) verificaram também a relevância da diversidade e estrutura da paisagem circundante para as comunidades de artrópodes do olival.

1.10. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivos gerais, avaliar a estrutura da comunidade da ordem Araneae e Coleoptera no solo do olival e nas áreas seminaturais adjacentes em Trás-os-Montes (Portugal) e investigar o papel das áreas seminaturais adjacentes ao olival na comunidade de Araneae e Coleoptera.

Os objetivos gerais foram conseguidos através da concretização dos seguintes objetivos específicos, nomeadamente:

- Identificação das famílias de Araneae e Coleoptera no olival transmontano e nas áreas de mato;
- Estudo dos padrões de abundância e riqueza de famílias de Araneae e Coleoptera no olival transmontano e nas áreas de mato adjacentes.
- Avaliação da diversidade de famílias e funcional dos diferentes grupos de Araneae e Coleoptera no olival transmontano e nas áreas de mato adjacentes;
- Avaliação do papel das áreas de mato mediterrânico adjacentes à cultura como reservatórios de biodiversidade do olival transmontano.

1.11. Referências bibliográficas

- Alcobia, M. D. & Ribeiro, J. R. (2001). Manual do olival em agricultura biológica. 1ª Edição Terra Sã, Alijó, 111 pp.
- Alvarado, M., Civantos, M. & Durán, J.M. (2017). El cultivo del olivo. Em: Barranco, D.; Fernández-escobar, R.; Rallo, L. (ed), El cultivo del olivo, 6ª. Edição. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid, 846 pp.
- Amaro, P. (2003). A Protecção Integrada. ISA/Press, Lisboa, 446 pp.
- Audino, L. D., Nogueira, J. M., da Silva, P. G., Neske, M. Z., Ramos, A. H. B., MORAES, L. D. M. & Borba, M. F. S. (2007). Identificação dos coleópteros (insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul, RS). 1ª Edição. Embrapa Pecuária Sul, Bagé, 92.
- Azevedo, F. R. D., Moura, M. A. R. D., Arrais, M. S. B. & Nere, D. R. (2011). Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. *Revista Ceres*, **58**, 740-748.
- Bacelar, E., Gonçalves, B. & Moutinho-Pereira, J. (2009). Manual de safra e contra safra do olival. Em: Botânica e morfologia da oliveira. Ed. Téc. Rodrigues, M. A., Correia, M. C. – Bragança: Instituto Politécnico, 9-16.
- Baretta, D., Brown, G. G. & Cardoso, E. J. B. N. (2010) Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas de Araucária angustifolia. *Acta Zoológica Mexicana*, **2**, 135-150.
- Baretta, D., Santos, J. P. C., Segat, J. C., Geremia, E. V., Oliveirafilho, L. C. L. & Alves, M. V. (2011). Fauna edáfica e qualidade do solo. Em: Klauberg filho, O.; Mafra, A. L.; Gatiboni, L. C. *Tópicos em Ciências do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, **7**, 141-192.
- Barrientos, J. A. (2004). Capítulo 12: Arañas. Em: Bases para un curso práctico de Entomología. Asociación Española de Entomología. CIBIO & Universitat Autònoma de Barcelona, 189-217.
- Barros, E., Mahieu, J., Tapia-Coral, S., Nascimento, A.R.L. & Lavelle, P. (2008). Comunidade da macrofauna do solo na Amazônia brasileira. Em: Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O.; Brussaard, L. (Ed.). Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. *Lavras: UFLA*, 171-191.

- Barroso, J. M., Peça, J. O., Dias, A. B., Pinheiro, A.C. & Santos, F.L. (2013). Evolução técnica em olivicultura. Em: Böhm, J. O grande livro da oliveira e do azeite. *Dinalivro*, Lisboa, 20-31pp.
- Belcari, A. & Dagnino, A. (1995). Preliminary analysis of the insect caught by a “Malaise” trap in na olive grove in the northern Tuscany. *Agricultura Mediterrânica*, **125**, 184-192.
- Benhadi-Marín, J., Pereira, J. A., Barrientos, J. A., Sousa, J. P., & Santos, S. A. (2018). Stones on the ground in olive groves promote the presence of spiders (Araneae). *European Journal of Entomology*, **115**, 372–379.
- Benhadi-Marín, J., Pereira, J. A., Sousa, J. P. & Santos, S. A. (2019). Distribution of the spider community in the olive grove agroecosystem (Portugal): potential bioindicators. *Agricultural and Forest Entomology*, **22**, 10-19.
- Beutel, R. G. & Lawrence, J. F. (2016). Coleoptera, morphology. Em: Beutel, R. G.; Leschen, R. A. B. (Ed.). Coleoptera, Beetles Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). 2. ed. Berlin/Boston: *Walter de Gruyter GmbH & Co*, 35–40 pp.
- Blibech, I., Ksantini, M. & Jardak, T. (2007). Inventory and role of the third generation parasitoids of *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera, Yponomeutidae) in Sfax region (South of Tunisia). *IOBC WPRS BULLETIN*, **30**, 175.
- Blondel, J. (2003). Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos*, **100**, 223-231.
- Böhm, J. & Antunes, M. T. (2013). A evolução da espécie *Olea europaea*. Em: Böhm, J. (Org). O grande livro da oliveira e do azeite. Portugal Oleícola. *Dinalivro Editora*, Lisboa, 288 pp.
- Böhm, J. (2013) A história da oliveira em cultura. Em: Böhm, J. (Org). O Grande Livro da Oliveira e do Azeite. Portugal Oleícola. *Dinalivro Editora*, Lisboa, 288 pp.
- Bouchard, P. (2014). The book of Beetles. A life size guide to six hundred of nature’s gems. Ivy Press Limited. London, 656pp
- Bouchard, P., Grebennikov, V. V., Smith, A. B. T. & Douglas, H. (2009). Biodiversity of Coleoptera. Em: Footitt, R. G.; Adle, P. H. (Ed.). Insect biodiversity: science and society. Oxford: Blackwell Publishing, 265-301pp.

- Cárdenas, M. & Barrientos, J.A. (2011). Spiders from Andalusian olive groves (Arachnida; Araneae). Faunistic aspects. *Zoologica Baetica*, **22**, 99–136.
- Cárdenas, M. (2008). Análisis de la actividad ecológica de las arañas en el agroecosistema del olival. (Tese de Doutorado). Universidad de Granada-Estación Experimental del Zaidín (CSIC), España, 329pp.
- Cárdenas, M.; Pascual F., Campos M. & Pekár S. (2015): The spider assemblage of olive groves under three management systems. *Environmental entomology*, **44**: 509–518.
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R. & Coddington, J.A. (2011). Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS One*, **6**, e21710.
- Carpio, A. J., Castro, J. & Tortosa, F. S. (2018). Arthropod biodiversity in olive groves under two soil management systems: presence versus absence of herbaceous cover crop. *Agricultural and Forest Entomology*, **21**, 58-68.
- Castro, J., Carpio, A.J., Jimenez, J. & Tortosa, F.S. (2017) Evaluation of methods for estimating richness and abundance of arthropods in olive groves. *Animal Biodiversity and Conservation*, **40**, 193–210.
- Chafaa, S., Mimeche, F. & Chenchouni, H. (2019). Diversity of insects associated with olive (Oleaceae) groves across a dryland climate gradient in Algeria. *The Canadian Entomologist*, **151**, 629-647.
- Chandler, D. S. (2010). Anthicidae Latreille, 1819. Leschen, R. A. B.; Beutel, R. G.; Lawrence, J. F. (Ed.). Coleoptera, Beetles: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim). Walter de Gruyter GmbH & Co., Berlin & New York, 729–741pp.
- Civantos, L. (2017). El cultivo del olivo. Barranco, D.; Fernández-escobar, R.; Rallo, L. (ed), El Cultivo Del Olivo, 6ª. ed. Mundi-Prensa, 846 pp.
- Concepción, E.D., Díaz, M. & Baquero, R.A. (2008). Effects of landscape complexity on the ecological effectiveness of agri-environment schemes. *Landscape Ecology*, **23**, 135–148.
- Cottrell, T. E. & Tillman, P. G. (2017). Four species of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) exhibit limited predation on *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) eggs and nymphs. *Biological Control*, **114**, 73–78.

- Coutinho, C. (2007). Artrópodes auxiliares na agricultura. DRAPN – NDRP, Coleção: “Uma agricultura com norte”. DRAPN-NDRP, Mirandela, 129 pp.
- Daane, K. M., & Johnson, M. W. (2010). Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times. *Annual review of entomology*, **55**, 151-169.
- Dinis, A. M., Pereira, J. A., Benhadi-Marín, J. & Santos, S. A. (2016). Feeding preferences and functional responses of *Calathus granatensis* and *Pterostichus globosus* (Coleoptera: Carabidae) on pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of entomological research*, **106**, 701-709.
- Dinis, A.M., Pereira, J.A., Pimenta, M.C., Oliveira, J., Benhadi-Marín, J., & Santos, S.A.P. (2015). Suppression of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae by soil arthropods in the olive grove. *Journal of Applied Entomology*, **140**, 677-687.
- Elzinga, R. J. (2000) Fundamentals of entomology. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 495pp.
- Eyre, M. D., Luff, M. L., & Leifert, C. (2013). Crop, field boundary, productivity and disturbance influences on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **165**, 60-67
- FAO- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2020). FAOSTAT. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acedido 18 de janeiro de 2020.
- Fernandez-Escobar, R.; Gómez, J.A.; Quesda-Moraga, E.; Orgaz, F.; Trapero, A. & Rosa, R. (2017) - Sistemas de Produção em Olivicultura. Barranco, D.; Fernández-Escobar, R. & Rallo, L. (Ed) - El cultivo del olivo. 7ª ed. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.
- Filho, A. A. C. Diversidade de Araneae e Scorpiones de um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco em diferentes estágios sucessionais. (2012). (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, Brasil.
- Foelix, R. (2011). Biology of spiders. OUP USA, 419 pp.
- Fountain-Jones, N. M., Jordan, G. J., Baker, T. P., Balmer, J. M., Wardlaw, T., & Baker, S. C. (2015). Living near the edge: being close to mature forest increases

- the rate of succession in beetle communities. *Ecological Applications*, **25**, 800-811.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C. de, Berti Filho, E., Parra, J. R., Zucchi, R. A., Alvez, S. B., Vendramim, J. D. Marchini, L. C., Lopes, J. R. & Omoto, C. (2002). Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ. 920pp.
- Garlet, J., Costa, E. C., Boscardin, J., Machado, D. N., & Pedron, L. (2015). Fauna de Coleoptera Edáfica em eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da Matocompetição. *Floresta e Ambiente*, **22**, 239-248.
- Godfray, H. C. J. (2007) Parasitoids. *Encyclopedia of Biodiversity*, 1-13.
- Gonçalves, M. (2014). Diversidade de artrópodes associados à oliveira (*Olea europaea* L.), no Algarve. *Ecologi@-Revista Online da Sociedade Portuguesa de Ecologia*. 70-76.
- Gonçalves, M. F., Pereira, J. A. (2012). Abundância e diversidade de artrópodes do solo no olival ecossistema. *Journal of Insect Science*, **12**, 1-14.
- Gonçalves, M., Santos, S. P., Raimundo, A., Pereira, J. A. & Torres, L. (2005). Coccinellids associated with olive groves in North- Eastern Portugal. 2nd European Meeting of the IOPC/WPRS study group ‘Integrated protection of olive crops’, Florence, Italy/26-28 October, 2005- 56.
- Gonzaga, M. O., Santos, A. J. & Japyassú, H. F. (2007). *Ecologia e comportamento de aranhas*. Editora Interciência.
- Gullan, P. J. & Cranston, P.S. (2017). The insects: an outline of entomology. 5ª Ed – Roca, Rio de Janeiro, 441 pp.
- Hernández, M. I. M. & Endres, A. A. (2011). Besouros Escarabeídeos em Remanescentes de Mata Atlântica no Estado da Paraíba: As Espécies da Mata do Buraquinho, 1-29.
- Hutchinson, G. E. (1959). Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals?. *The American Naturalist*, **93**, 145-159.
- INE- Instituto Nacional de Estatística (2020a). Superfície das principais culturas agrícolas (ha) por Localização geográfica (NUTS-2013) e Espécies Anual.

Produção das principais culturas agrícolas (t) por Localização geográfica (NUTS-2013) e Espécie Anual. URL: https://ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&userLoadSave=Load&userTableOrder=173&tipoSelecao=1&contexto=pq&selTab=tab1&submitLoad=true&xlang=pt. Acedido em 05 de fevereiro de 2020.

INE- Instituto Nacional de Estatística (2020b). Produção de azeitona (t) por Local de proveniência da azeitona (Região agrária); Anual. URL: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000705&selTab=tab0&xlang=pt. Acedido 05 de fevereiro de 2020.

Korasaki, V., Ferreira, R. de S., Canedo-Júnior, E. de O., França, F. & Audino, L. D. (2017). Macrofauna. Em: Toma, M. A.; Boas, R. C. V. & Moreira, F. M. de (Ed.). Conhecendo a vida do solo. 2. Editora UFPA: Lavras. 32pp.

Ksantini, M. (2003). Contribution al 'étude de la dynamique des populations du psylle de l 'olivier *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera–Sternorhyncha-Aphalaridae) et de sa nuisibilité dans la région de Sfax. *These en Biologie. Fac. Sci. Sfax, Tunisie*.

Lantero, E., Ortega, M., Sánchez-Ramos, I., González-Núñez, M., Fernandez, C. E., Rescia, A. J., ... & Pascual, S. (2019). Effect of local and landscape factors on abundance of ground beetles and assessment of their role as biocontrol agents in the olive growing area of southeastern Madrid, Spain. *BioControl*, **64**, 685-696.

Lövei, G. L. & Sunderland, K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual review of entomology*, **41**, 231-256

Lucena, B., Mandique, T. & Méndez, M. A. (2017). La olivicultura en el mundo y en España. Em: Barranco, D., Fernández-escobar, R. & Rallo, L. El cultivo del olivo 7ª. ed. *Mundi-Prensa* y Junta de Andalucía, Madrid, 1-33p.

Madeira, F., Tschardtke, T., Elek, Z., Kormann, U. G., Pons, X., Rösch, V., & Batáry, P. (2016). Spillover of arthropods from cropland to protected calcareous grassland—the neighbouring habitat matters. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **235**, 127-133

Mahmoud M (2009). Pathogenicity of three commercial products of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopilae* and *Lecanicillium lecanii*

- against adults of olive fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) in the laboratory. *Plant Protection Science*, **45**, 98-102.
- Mahr, D., Whitaker, P., & Ridgway, N. (2008). Biological control of insects and mites: an introduction to beneficial natural enemies and their use in pest management. North central regional publication (USA), 120 pp.
- Marinoni, R. C. (2001). Os grupos tróficos em Coleoptera. *Revista brasileira de Zoologia*, **18**, 205-224.
- Mendes, F., Cavaco, M., Pereira, A., Calouro, F., Marcelo, M.E., Carvalho, M.C.M., Santos, M.L., Carvalho, M.T., Morais, N. & Jordão, P. (2010). Estimativa de risco. Produção Integrada Do Olival, 2ª edição. DGADR, Lisboa, 49-91.
- Morente, M., Campos, M. & Ruano, F. (2018). Evaluation of two different methods to measure the effects of the management regime on the olive-canopy arthropod community. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **259**, 111-118.
- Morris, T. I. (1997). Interrelaciones entre olivos, plagas y depredadores (Doctoral dissertation, Universidad de Granada).
- Morris, T. I. Symondson, W. O.C., Kidd, N. A. C. & Campos, M. (2000). Coleópteros depredadores y su incidencia sobre *Prays oleae* (Lepidoptera, Plutellidae) en el olivar. *Phytoma* (España), **118**, 43-52.
- Morris, T. & Campos, M. (1999). Entomofauna depredadora del suelo del olivar. *Zoologica Baetica*, **10**, 149-160.
- Mulumba, J.W., Nankya, R., Adokorach, J., Kiwuka, C., Fadda, C., De Santis, P. & Jarvis, D.I. (2012). A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems of Uganda. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **157**, 70-86.
- Naturdata - Biodiversidade online. (2020). Famílias da Ordem Coleoptera. URL: <https://naturdata.com/especies-portugal/taxon/0@1-animalia:arthropoda:insecta:coleoptera/>. Acedido 05 de fevereiro de 2020.
- Navarrete, J. L. & Newton, A. F. (2003). Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. *Biota Colombiana*, **4**, 2.

- Neuenschwander, P., Bigler, F., Delucchi, V. & Michelakis, S. (1983). Natural enemies of preimaginal stages of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Tephritidae) in western Crete. I. Bionomics and phenologies. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria 'Filippo Silvestri'*, **40**, 3-32.
- Newton, A. F. (2016). Staphylinoidea Latreille, 1802. Beutel, R. G.; Kristensen, N. P. (Ed.). Coleoptera, Beetles Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adepaga, Myxophaga, Polyphaga partim). 2. ed. Walter de Gruyter, Berlin/Boston, 315–442 p.
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezcua, S., Favila, M. E. & Network, T. S. R. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological conservation*, **14**, 1461-1474.
- Nogueira, A. D. A., Pinto-da-Rocha, R. & Brescovit, A. D. (2006). Comunidade de aranhas orbitelas (Araneae, Arachnida) na região da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, **6**, 1-24.
- Odoguardi, R., Bonnacci, T., Bruno, L., BrandMayr, P., & Zetto, T. (2008). Carabid beetles as potential natural predators of olive fly pupae. Young Ideas. Insect Science. *1st meeting of PhD students and Post-Doctoral Fellows. Florence, Italy.* 3pp.
- Oliveira, I., Pereira, J. A., Quesada-Moraga, E., Lino-Neto, T., Bento, A. & Baptista, P. (2013). Effect of soil tillage on natural occurrence of fungal entomopathogens associated to *Prays oleae* Bern. *Scientia horticultrae*, **159**, 190-196.
- Oliveira, I., Pereira, J. A., Lino-Neto, T., Bento, A. & Baptista, P. (2012). Fungal diversity associated to the olive moth, *Prays oleae* Bernard: a survey for potential entomopathogenic fungi. *Microbial ecology*, **63**, 964-974.
- Orsini, M. M., Daane, K. M., Sime, K.R., Nelson, E.H. (2007). Mortality of olive fruit fly pupae in California. *Biocontrol Sci Techn*, **17**, 797–807.
- Paredes, D., Cayuela, L., & Campos, M. (2013). Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, ecosystems & environment*, **173**, 72-80.
- Pascual, S., Rescia, A., Sánchez-Ramos, I., González-Núñez, M. & Ortega, M. (2017) Relationship between landscape structure and abundance of airborne beneficial

- arthropods in an olive agro-ecosystem. *Landscape Management for Functional Biodiversity IOBC-WPRS Bulletin*. Universidad Complutense de Madrid, Spain, **122**, 165–168.
- Pechenik, J. A. (2016). *Biologia dos invertebrados*. 7. Ed – Porto Alegre: AMGH. 606 pp.
- Pereira, J.A. & Bento, A. (2009). 15 anos de estudo da mosca-da-azeitona, *Bactrocera oleae* Gmel no Nordeste de Portugal. V Simpósio Nacional de Olivicultura. Santarém. 18-18.
- Pereira, J.A., Santos, S. & Bento, A. (2007). Protecção contra a mosca da azeitona, *Bactrocera oleae* (Gmelin), em modo de produção biológico. Em: V Congresso Nacional de Entomologia Aplicada, XI Jornadas Científicas de la S.E.E.A. Cartagena. 85p.
- Pereira, J.A. & Bento, A. (2011). Meus diretores de luta contra pragas da oliveira em modo de produção sustentável. Em *Actas do Workshop em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 15p.
- Picchi, M.S., Bocci, G., Petacchi, R. & Entling, M.H. (2016) Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **222**, 138–147.
- Pinheiro, L. A. *Incremento da Sirfideofauna do olival: efeito da vegetação natural no fomento da protecção biológica contra pragas da cultura*. (2012). Tese de Mestrado. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária.
- Rapoport, H. F. (2017). El cultivo del olivo. Em: Barranco, D.; Fernández-escobar, R.; Rallo, L. (ed), *El Cultivo Del Olivo*, 6ª. ed. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía, Madrid, 846 pp.
- Regulamento (CE) N° 1107/96 de 12 de Julho de 1996.
- Reis, P. (2014). O olival em Portugal dinâmicas, tecnologias e relação com o desenvolvimento rural. *Rainho & Neves, LDA*, 37 pp.
- Rojo, S., Gilbert, F. S., Marcos-Garcia, M. A., Nieto, J. M. & Mier, M. P., (2003). Revisión mundial de los sírfidos depredadores (Diptera, Syrphidae: Syrphinae) y sus presas. *CIBIO Ed*, 319 pp.

- Root, R. B. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological monographs*, **37**, 317-350.
- Rouini, I. (2008). Olive fly management with allowed formulation in organic agriculture. IAMB, Valenzano. (Mestrado em Agricultura Orgânica Mediterrânea), Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Marrocos, 525pp.
- Santorufu, L., Van Gestel, C.A., Rocco, A., Maisto, G. (2012). Invertebrados do solo como bioindicadores da qualidade do solo urbano. *Poluição ambiental*. **161**, 57-63.
- Santos, S. A., Cabanas, J. E., & Pereira, J. A. (2007). Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of soil biology*, **43**, 77-83.
- Schmidt, MH, Thies, C., Nentwig, W. & Tschardtke, T. (2008). Respostas contrastantes de aranhas aráveis à matriz da paisagem em diferentes escalas espaciais. *Journal of Biogeography*, **35**, 157-166.
- Schneider, G., Krauss, J., & Steffan-Dewenter, I. (2013). Predation rates on semi-natural grasslands depend on adjacent habitat type. *Basic and applied ecology*, **14**, 614-621.
- Serrano, A. (2000). Estado do conhecimento dos Coleópteros (Insecta) em Portugal. *Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática: PRIBES 2000: trabajos del 1er taller iberoamericano de entomología sistemática*. Sociedad Entomológica Aragonesa, SEA, 155-170p.
- Silva, P. G. da. & Silva, F. C. G. da (2011). Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. *Revista Congrega Urcamp*, **5**, 1-16.
- Silva, P. G. da, da Rosa Garcia, M. A. & Vidal, M. B. (2008). Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae stricto sensu) coletados em ecótono natural de campo e mata em Bagé, RS. *Ciência e Natura*, **30**, 71-91.
- Slade, E. M., Mann, D. J. & Lewis, O. T. (2011). Biodiversity and ecosystem function of tropical forest dung beetles under contrasting logging regimes. *Biological Conservation*. **144**,166-174.
- Swift, M. J., Bignell, D., Moreira, F. M. de S. & Huising, J. (2010). O inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. Em: Moreira,

- F.M.S.; Huising, E. J.; Bignell, D. E. (Eds.). Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. Lavras: Editora da UFPA, 23-41.
- Telnov, D. M. I. T. R. Y. (2010). Ant-like flower beetles (Coleoptera: Anthicidae) of the UK, Ireland and Channel Isles. *British journal of entomology and natural history*, **23**, 99.
- Torre-Bueno, J. R. (1978). A glossary of entomology. New York: New York Entomological Society. 336 pp.
- Torres, L. (2007). Manual de Protecção Integrada do Olival. João Azevedo (Ed.).
- Torres, M. R. & Bueno, A. M. (2000). Introducción al conocimiento de la Entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cualitativos. (I). *Boletín de sanidad vegetal Plagas* **26**, 129-147.
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (2015) Estudo dos insetos. 2. ed. Cengage Learning. São Paulo, 776pp.
- Uetz, G. W., Halaj, J. & Cady, A. (1999). Guild structure of spiders in mayor crops. *The Journal of Arachnology*, **27**, 270-280.
- World Spider Catalog (2020). World Spider Catalog. Version 21.0. Natural History Museum Bern, online <http://wsc.nmbe.ch>, acessado em {05/02/2020} doi: 10.24436/2
- Wrege, M. S., Coutinho, E. F., Pantano, A. P., & Jorge, R. O. (2015). Distribuição potencial de oliveiras no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, **37**, 656-666.
- Wrege, M. S., Coutinho, E. F., Steinmetz, S., Reisser Junior, C., Almeida, I. R. de., Matzenauer, R. & Radin, B. (2009). Zoneamento agroclimático para oliveira no Estado do Rio Grande do Sul. *Embrapa Clima Temperado*, Pelotas, 24pp.
- Zilli, J. É., Rumjanek, N. G., Xavier, G. R., da Costa Coutinho, H. L., & Neves, M. C. P. (2003). Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, **20**, 391-411.

Capítulo 2

MATERIAL E MÉTODOS

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na região de Terra Quente Transmontana próximo a Mirandela (Nordeste de Portugal) (Figura 2.1.). O clima da região de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, é do tipo Csa (Peel et al., 2007), caracterizada por clima temperado com verões quentes e secos e invernos suaves e húmidos, determinando desta forma, uma vegetação e agricultura tipicamente mediterrânica. A precipitação média anual é de 776 mm na área de estudo, com temperatura média anual de 13,8°C (Fick e Hijmans, 2017) e solos predominantemente pouco profundos e classificados como Leptossolos (WRB, 2014).

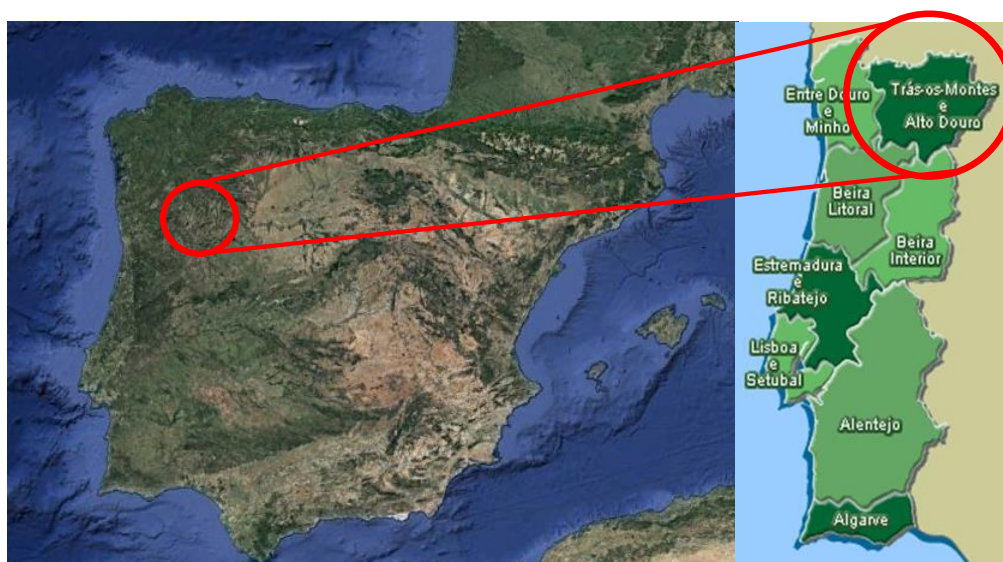


Figura 2.1. Localização da área de estudo na Península Ibérica.

Para realização do presente estudo, foram selecionadas quatro áreas de olival e quatro áreas de mato mediterrânico adjacentes (Figura 2.2) cujas características se encontram descritas da Tabela 2.1. O mato das áreas adjacentes representa um tipo importante de cobertura do solo na região de estudo e corresponde a um habitat típico do Mediterrâneo, caracterizado por um estrato herbáceo dominado por plantas pertencentes às famílias Asteraceae, Poaceae e Fabaceae, um estrato de arbustos dominado por espécies como *Cistus ladanifer* L., *Cytisus* sp., *Lavandula* sp., *Rosmarinus officinalis* L., *Rubus ulmifolius* Schott e *Crataegus monogyna* Jacq e um

estrato superior dominado por árvores tais como *Quercus rotundifolia* Lam., *Quercus pyrenaica* Willd. e *Arbutus unedo* L. (Benhadi-Marín et al., 2019).

Tabela 2.1- Principais características dos olivais e áreas de mato mediterrânico adjacente. DO: Descrição do olival; TO: topografia dos olivais; TM: topografia dos matos; AO: altitude dos olivais; AM: altitude dos matos; O: área dos olivais; M: área dos matagais.

Olivais Coordenadas geográficas	DO	TO	TM	AO (m)	AM (m)	O (ha)	M (ha)
Cedães 1 41°29'15.63"N, 7°7'33.58"O	Olival conduzido sob sistema de produção integrada, compassos de 7 × 7 m, com idade média das árvores de 21 anos.	Inclinado	Inclinado	353	347	8.9	5.22
Cedães 2 41°29'16.86"N, 7°7'51.50"O	Olival conduzido sob sistema produção integrada, compassos de 7 × 7 m, com idade média das árvores de 21 anos.	Plano	Inclinado	342	336	4.01	3.18
Guribanes 41°34'97"N, 7°10'1.08"O	Olival conduzido em modo de produção biológico, compassos de 9 × 9 m com idade média das árvores >100 anos.	Plano	Inclinado	234	265	2.1	2.63
Valbom-dos-Figos 41°32'59.77"N, 7°8'39.15"O	Olival conduzido em modo de produção biológico, compassos de 9 × 9 m com idade média das árvores > 70 anos.	Inclinado	Inclinado	355	371	4	2.23

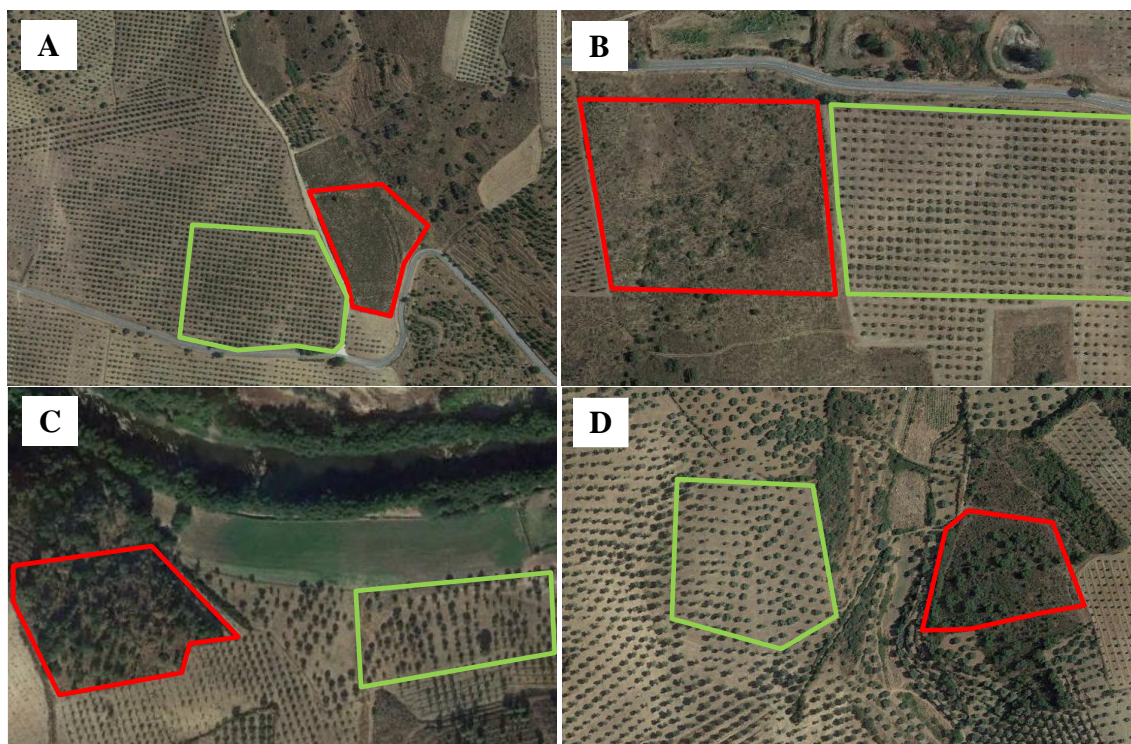


Figura 2.2. Parcelas de olival (verde) e mato mediterrânico (vermelho) selecionadas para o estudo. A: Cedães 1; B: Cedães 2; C: Guribanos; D: Valbom.

2.2. Método de amostragem

A amostragem decorreu na primavera durante sete semanas nos meses de maio a junho nos anos de 2015 (1 de maio até 20 de junho) e 2016 (1 de maio até 20 de junho). Em cada olival e cada área de mato adjacente foram instaladas nove armadilhas de queda, distribuídas regularmente em forma de rede de 3×3 , espaçadas aproximadamente 50 m uma das outras (Figura 2.3A). Nos pontos escolhidos foi realizada uma abertura no solo com largura e profundidade suficiente para fixar os recipientes plásticos de 200 ml (70 mm de diâmetro na parte superior e 90 mm de altura) sendo sua borda nivelada a superfície do solo (Figura 2.3B).

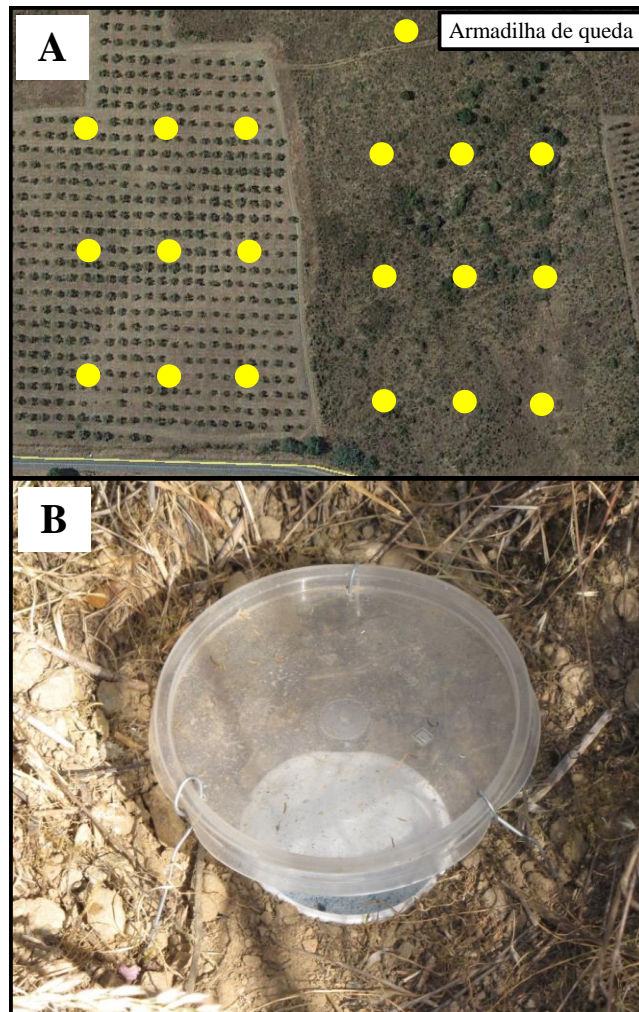


Figura 2.3. A: exemplo do desenho de amostragem numa das áreas de estudo (Cedões 2). B: Armadilha de queda instalada.

Após sua instalação as armadilhas foram preenchidas com 100 mL de uma mistura de etilenoglicol, água e detergente (2:2:1) como solução conservante. Para evitar a entrada da água da chuva e a queda animais de mediano/grande tamanho (e.g. roedores), tornando a solução conservante inviável e comprometendo a qualidade das amostras, foram utilizadas tampas plásticas fixadas ao solo com arame, formando uma espécie de “cobertura” em cada armadilha.

Ao longo do período de amostragem em cada ano de estudo, as armadilhas permaneceram ativas sete dias sendo substituídas por outras durante sete semanas consecutivas. Semanalmente, as armadilhas foram encaminhadas ao Laboratório de Agrobiotecnologia do Instituto Politécnico de Bragança, localizado na Escola Superior Agrária, onde seu conteúdo foi triado e cada amostra identificada de acordo com seu local, sendo estes conservados em etanol 70% para posteriormente realizar a identificação dos organismos.

O conteúdo proveniente de cada armadilha foi triado e as ordens Araneae e Coleoptera (Figura 2.4) separadas e identificadas com recurso à lupa binocular e chaves dicotômicas de identificação.



Figura 2.4. Exemplos da ordem Araneae e Coleoptera. 1: Família Lycosidae (Araneae), 2: Família Carabidae (Coleoptera).

2.3. Análise de dados

A estrutura da comunidade de Araneae e Coleoptera foi avaliada em termos de abundância, riqueza e diversidade. Com o objetivo de evitar o viés causado pela variabilidade interanual, os dados de cada ano de estudo (2015 e 2016) foram tratados de forma independente. Todas as análises estatísticas foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2019).

Em termos de modelação, a abundância foi calculada como o número de indivíduos presentes em cada amostra (N) enquanto que a riqueza foi calculada como o número de famílias (no caso dos Coleoptera e Araneae) ou *guilds* (no caso dos Coleoptera) presentes em cada amostra. O efeito do tipo de parcela (olival e mato) assim como o efeito da semana de amostragem foi investigado com recurso a equações de estimativas

generalizadas (GEE, *generalized estimating equations*), uma extensão dos modelos lineares generalizados (GLM) (Zuur et al., 2009; Pekár & Brabec) assumindo uma estrutura de correlação entre amostras permutável (um único parâmetro de correlação ρ) e a distribuição de Poisson.

Foi confeccionado um diagrama de Venn para cada ordem estudada (Coleoptera e Araneae) e ano de estudo, explicitando a riqueza de famílias, e aplicou-se uma análise de complementaridade (Colwell & Coddington, 1994) comparando a lista de famílias em ambas as áreas (olival e áreas de mato adjacente).

A complementaridade foi calculada como:

$$S_{jk} = S_j + S_k + V_{jk} \quad (1)$$

$$U_{jk} = S_j + S_k + 2V_{jk} \quad (2)$$

$$C_{jk} = U_{jk}/S_{jk} \quad (3)$$

Onde S_j indica a riqueza total da primeira área, S_k indica a riqueza total da segunda área e V_{jk} corresponde ao número de espécies em comum entre as duas áreas. Desta forma, a complementaridade é medida por C_{jk} , onde tem variação de 0 (quando as listas de organismos são idênticas) até 1 (quando as listas de organismos são completamente distintas).

Para representar visualmente a diversidade total em cada tipo de parcela e foram construídas curvas de acumulação de famílias para ambas as ordens estudadas (Coleoptera e Araneae) baseadas no número de indivíduos capturados utilizando o algoritmo do pacote *vegan* (Oksanen et al., 2019).

Finalmente foi calculado o Índice de Simpson como medida de diversidade por amostra. O índice de Simpson (Simpson, 1949) reflete a probabilidade de dois indivíduos capturados aleatoriamente na comunidade pertencerem à mesma espécie. Quanto maior for esta probabilidade, significa que esta comunidade apresenta um menor grau de diversidade. O índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a probabilidade de os indivíduos pertencerem à mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade.

O índice foi calculado para cada ano de estudo e ordem (Coleoptera e Araneae) como:

$$D = \sum ni ((ni - 1)/N(N - 1)) \quad (4)$$

Onde D equivale ao índice Simpson, n_i indica a densidade de cada família (Coleoptera e Araneae) ou *guild* (Araneae), e N representa o número total de indivíduos da amostra. Posteriormente o valor do índice foi transformado como 1-D para facilitar a sua interpretação direta em termos de diversidade, isto é, quanto mais próximo de 0, menor a diversidade e quanto mais próximo de 1, maior a diversidade.

2.4 Referências bibliográficas

- Benhadi-Marín, J., Pereira, J. A., Sousa, J. P. & Santos, S. A. (2019). Distribution of the spider community in the olive grove agroecosystem (Portugal): potential bioindicators. *Agricultural and Forest Entomology*, **22**, 10-19.
- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **345**, 101-118.
- Fick, S.E. & Hijmans, R.J. (2017) Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. URL <http://worldclim.org/version2>. Acedido 05 de fevereiro 2020.
- Peel, M.C., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. & Rubel, F. (2007) Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, **15**, 259–263.
- Pekár, S. & Brabec, M. (2018) Generalized estimating equations: a pragmatic and flexible approach to the marginal GLM modelling of correlated data in the behavioural sciences. *Ethology*, **124**, 86–93.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Friendly, M, Kindt, R, Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O’hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E. & Wagner, H. (2019). Package ‘vegan’. *Community ecology package, version, 2.5-6*. L <https://cran.r-project.org>, <https://github.com/vegandevs/vegan>.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, **163**, 688-688.
- WRB, I. W. G. (2014). World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Report*, 106.

Zuur, A., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A. & Smith, G.M. (2009) *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York, New York.

Capítulo 3

ESTRUTURA DA COMUNIDADE E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ORDEM ARANEAE NO OLIVAL TRANSMONTANO: COMPARAÇÃO ENTRE ÁREA DA CULTURA E ÁREA SEMINATURAL ADJACENTE.

3. ESTRUTURA DA COMUNIDADE E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ORDEM ARANEAE NO OLIVAL TRANSMONTANO: COMPARAÇÃO ENTRE ÁREA DA CULTURA E ÁREA SEMINATURAL ADJACENTE.

Resumo

O cultivo da oliveira (*Olea europaea* L.) tem grande relevância em Trás-os-Montes. A ordem Araneae é um dos grupos de invertebrados mais abundantes nos olivais, podendo estes predadores generalistas ter um contributo importante na limitação natural contra pragas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade de Araneae ao nível taxonómico de família no olival transmontano assim como comparar a diversidade funcional entre áreas do olival e áreas adjacentes de mato mediterrânico. A amostragem dos indivíduos decorreu nos meses de maio e junho de 2015 e 2016 em quatro áreas da região de Mirandela (Nordeste de Portugal). Foram utilizadas nove armadilhas de queda em cada área de olival e mato adjacentes, com desenho de grelha regular e substituição a cada sete dias. Os artrópodes capturados foram triados e as aranhas identificadas até o nível taxonómico de família. No total, foram capturados 6984 indivíduos pertencentes a 26 famílias. As famílias dominantes foram Lycosidae, Gnaphosidae e Zodariidae, observando-se uma grande predominância de *guilds* relacionados com o solo ao longo dos dois anos de estudo. Verificou-se uma baixa complementaridade entre as áreas de olival e mato em termos de famílias. As maiores abundâncias foram observadas no olival, sendo significativo para o ano de 2015 enquanto que a riqueza de famílias foi significativamente superior nas áreas de olival em ambos os anos de estudo. No entanto, em termos de diversidade (1-D) não foram encontradas diferenças significativas entre ambos os ecossistemas quer em termos de famílias quer de *guilds*. Estes resultados sugerem que estas áreas seminaturais adjacentes poderiam atuar como refúgio temporário para as aranhas perante as perturbações derivadas das práticas agronómicas nas áreas de cultura assim como fonte de diversidade fornecendo recursos alimentares alternativos quando estes escasseiam no olival. Desta forma, a manutenção e conservação de estas áreas seminaturais adjacentes à cultura poderá contribuir para a limitação natural de pragas exercida pelas aranhas no agroecossistema olival.

Palavras-chave: aranhas, *guild*, armadilhas de queda, mato mediterrânico.

Abstract

The olive tree agroecosystem (*Olea europaea* L.) is highly in Trás-os-Montes. The order Araneae is one of the most abundant groups of invertebrates in olive groves. Spiders are generalist predators with an important contribution in biological control. The objectives of this work were to characterize the spider community of olive groves and adjacent shrublands in Trás-os-Montes and compare the functional diversity between both areas. Sampling of spiders was carried out in the May and June 2015 and 2016 in four areas of the Miranda region (Northeast Portugal). Nine traps at each olive grove and adjacent shrubland area were placed following a regular grid design and replaced on a weekly basis. The captured arthropods were sorted and identified up to family level. In total, 6984 individuals encompassing 26 families were captured. The dominant families were Lycosidae, Gnaphosidae and Zodariidae, with a great predominance of guilds related to the soil on both years of study. There was a low complementarity between the olive and shrubland areas in terms of families. The highest abundance was observed in the olive groves being statistically significant in 2015 whereas the richness of families was significantly higher in both years of study. However, in terms of diversity (1-D), no significant differences were found between the two ecosystems. These results suggest that the areas of adjacent shrublands could act as a temporary shelter for spiders acting as a spatial buffer during disturbances derived from crop management. Also, these semi-natural areas could provide alternative resources during periods of migration. In this way, the maintenance and conservation of semi-natural areas adjacent to the crop can contribute to natural limitation exerted by spiders in the olive grove agro-ecosystem system.

Keywords: spiders, guild, pitfall trap, Mediterranean shrublands.

3.1. Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L. 1753) é cultivada ao longo da Bacia do Mediterrâneo, onde apresenta uma enorme importância económica, social e paisagística (Barbera et al., 2016; Lucena et al., 2017). Esta cultura é suscetível ao ataque de pragas como a mosca-da-azeitona, *Bactrocera oleae* (Rossi), a traça-da-oliveira *Prays oleae* Bernard e a cochonilha-negra, *Saissetia oleae* (Olivier), que causam importantes prejuízos (Torres, 2007; Pereira e Bento, 2011). Entre os artrópodes que habitam os olivais, as aranhas representam um dos grupos dominantes (Cárdenas et al., 2015), com 48438 espécies descritas atualmente a nível mundial, distribuídas em 4154 géneros pertencentes a 120 famílias (World Spider Catalog, 2020).

As aranhas são predadoras generalistas com grande importância ecológica, sendo a sua riqueza e abundância influente sob as comunidades de artrópodes pertencentes a níveis tróficos inferiores, sobretudo os insectos os quais representam grande parte da sua dieta (Cardoso et al., 2011). Devido ao seu hábito predador e totalmente dependente da heterogeneidade organizacional, ou seja, da artropodofauna associada, levou-as a ser considerado um grupo com potencial interesse na luta biológica contra pragas em diferentes agroecossistemas, incluindo na oliveira. Estudos como Cárdenas (2008), Cardoso et al. (2011), Cárdenas e Barrientos (2011), Cárdenas et al. (2015), Picchi et al. (2016), Benhadi-Marín et al. (2018) e Benhadi-Marín et al. (2019) evidenciam a sua atividade, diversidade funcional e sua extrema importância para o equilíbrio dos mais diferentes agroecossistemas assim como sua eficiência como predadores de pragas de importância económica.

Neste sentido, a sua presença está diretamente associada à qualidade estrutural do ecossistema (Rosa et al., 2019), sendo comumente encontradas em áreas ricas em vegetação (Foelix, 2011), onde podem apresentar alta sensibilidade a diversos fatores ambientais e responder a perturbações antrópicas considerando-as assim como excelentes bioindicadores da qualidade do ambiente (Uetz, 1991). Neste sentido, destaca-se o fato da intensificação dos olivais, o qual ocasiona perdas da complexidade da paisagem afetando negativamente a biodiversidade de invertebrados incluindo a ordem Araneae. As áreas dos olivais limitam com diversas áreas circundantes, que podem atuar como reservatórios da biodiversidade, estabelecendo interações ecológicas e servindo como abrigo para taxa que servem como presa de artrópodes predadores (Picchi et al., 2016). O principal objetivo deste estudo foi caracterizar a comunidade da

ordem Araneae no olival transmontano assim como comparar a sua diversidade funcional entre áreas da cultura e as áreas adjacentes de mato mediterrânico.

3.2. Material e Métodos

A área de estudo, método de amostragem e análise de dados encontra-se descrita no Capítulo 2.

Os indivíduos foram identificados com recurso à lupa binocular e chaves dicotómicas específicas (Roberts, 1995; Nentwig et al., 2020) sendo estes identificados a nível taxonómico de família e posteriormente agrupadas em *guilds* de acordo com a classificação de Uetz et al. (1999) e Cardoso et al. (2011).

3.3. Resultados

No total foram capturados 6.984 indivíduos pertencentes a 26 diferentes famílias da ordem Araneae (Tabela 3.1). Destas, 4.509 indivíduos são provenientes de capturas realizadas em 2015 e 2.475 indivíduos de capturas realizadas em 2016. Durante o primeiro ano de amostragem (2015), identificou-se um total de 25 famílias, sendo Lycosidae [N = 2042 (45,29%)], Gnaphosidae [N= 1139 (25,28%)] e Zodariidae [N = 394 (8,74%)] as famílias dominantes. As áreas de mato amostradas apresentaram um maior número de famílias exclusivas (quatro famílias) quando comparado com os olivais (duas famílias), sendo que, das 25 famílias capturadas, 18 foram comuns às duas áreas, entre elas as famílias mais abundantes Lycosidae, Gnaphosidae e Zodariidae (Figura 3.1).

Nas áreas de mato as famílias Anyphaenidae e Oecobidae registaram-se como exclusivas neste ano, não sendo observadas no ano seguinte, seguido das áreas dos olivais onde a representação exclusiva corresponde às famílias Dictynidae e Phrurolithidae. A análise de complementaridade revelou que a complementaridade entre áreas foi baixa para o intervalo [0,1] (Tabela 3.2).

No segundo ano de estudo (2016), identificaram-se um total de 18 famílias, sendo novamente Lycosidae [N = 1 053 (42,54%)], Gnaphosidae [N= 551 (25,26%)] e Zodariidae [N = 255 (10,30%)] as famílias dominantes.

Tabela 3.1. Abundância de famílias e *guilds* correspondentes à ordem Araneae capturados em olivais e áreas de mato adjacente em 2015 e 2016 em Trás-os-Montes.

Família	Guild	2015		2016	
		Olival	Mato	Olival	Mato
1. Agelenidae	Tecedoras de teia laminadas	11	53	9	47
2. Anyphaenidae	Caçadoras corredoras em folhas	0	1	0	0
3. Araneidae	Tecedoras de teia orbicular	8	2	2	1
4. Clubionidae	Caçadoras corredoras em folhas	2	25	0	0
5. Dictynidae	Tecedoras de teia tridimensional	3	0	0	0
6. Dysderidae	Caçadoras corredoras no solo	1	11	0	26
7. Gnaphosidae	Caçadoras corredoras no solo	788	351	398	153
8. Hahniidae	Tecedoras de teia laminadas	1	4	0	0
9. Imaturos	–	8	5	0	0
10. Linyphiidae	Tecedoras de teias emaranhadas	105	66	166	44
11. Liocranidae	Caçadoras corredoras no solo	0	7	0	4
12. Lycosidae	Caçadoras corredoras no solo	1591	451	679	374
13. Miturgidae	Caçadoras corredoras em folhas	1	1	0	0
14. Mygalomorphae	Tecedoras de teia laminadas	0	0	0	1
15. Oecobidae	Tecedoras de teia laminadas	0	1	0	0
16. Oxyopidae	Perseguidoras	22	5	2	0
17. Philodromidae	Emboscadoras	239	35	49	8
18. Pholcidae	Tecedoras de teia tridimensional	0	0	1	0
19. Phrurolithidae	Caçadoras corredoras no solo	1	0	0	0
20. Pisauridae	Emboscadoras	1	5	3	4
21. Salticidae	Perseguidoras	43	50	32	40
22. Scytodidae	Perseguidoras	5	14	1	4
23. Theridiidae	Tecedoras de teia tridimensional	37	22	43	1
24. Thomisidae	Emboscadoras	107	24	95	20
25. Titanoecidae	Tecedoras de teia tridimensional	1	5	0	0
26. Zodariidae	Especialistas	137	257	88	167
27. Zoridae	Caçadoras corredoras no solo	0	2	4	9
Abundância total (N)		3112	1397	1572	903
Riqueza total (S)		21	23	15	16

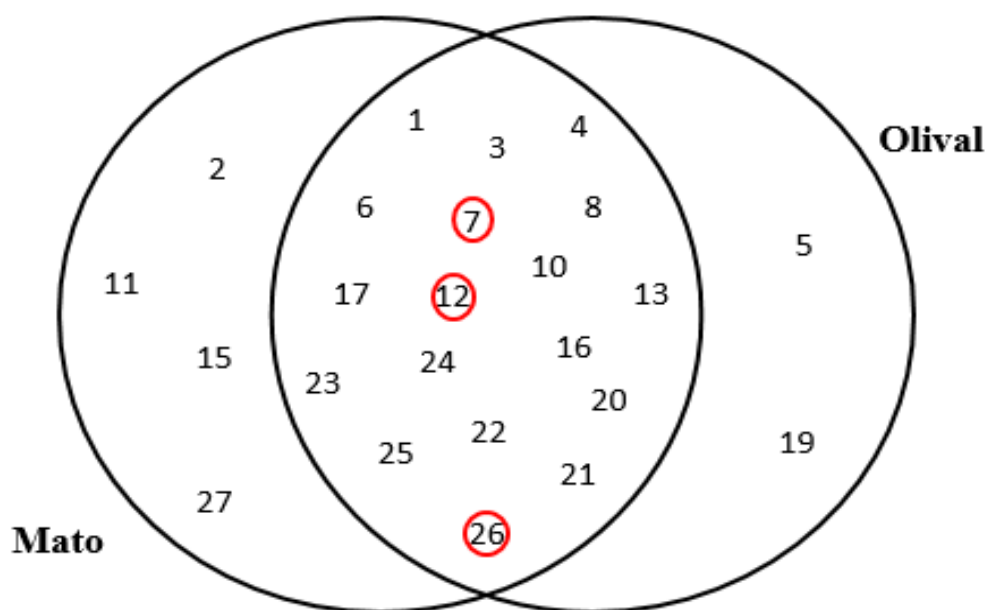


Figura 3.1. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2015. Cada número corresponde a família apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes nas áreas.

Quando comparado com 2015 (Figura 3.2), verificou-se um menor número de famílias exclusivas nas áreas de mato (três famílias), assim como o mesmo número de famílias exclusivas nos olivais (duas famílias). Das 18 famílias capturadas, 13 foram comuns aos dois ecossistemas, entre elas as famílias mais abundantes Lycosidae, Gnaphosidae e Zodariidae. Nas áreas de mato a família Liocranidae teve representatividade exclusiva em ambos os anos. Já nos olivais verificou-se a mudança para as famílias Oxyopidae e Pholcidae como exclusivas da área. A análise de complementaridade revelou novamente que a complementaridade entre áreas foi baixa para o intervalo [0,1] (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Análise de complementaridade da riqueza de famílias de aranhas entre olivais e áreas de mato adjacentes em Trás-os-Montes. C_{jk} : complementaridade de Colwell.

Ano	Área	Riqueza de famílias	C_{jk}
2015	Olival	2	0,10
	Mato	4	
	Olival + Mato	19	
2016	Olival	2	0,11
	Mato	3	
	Olival + Mato	13	

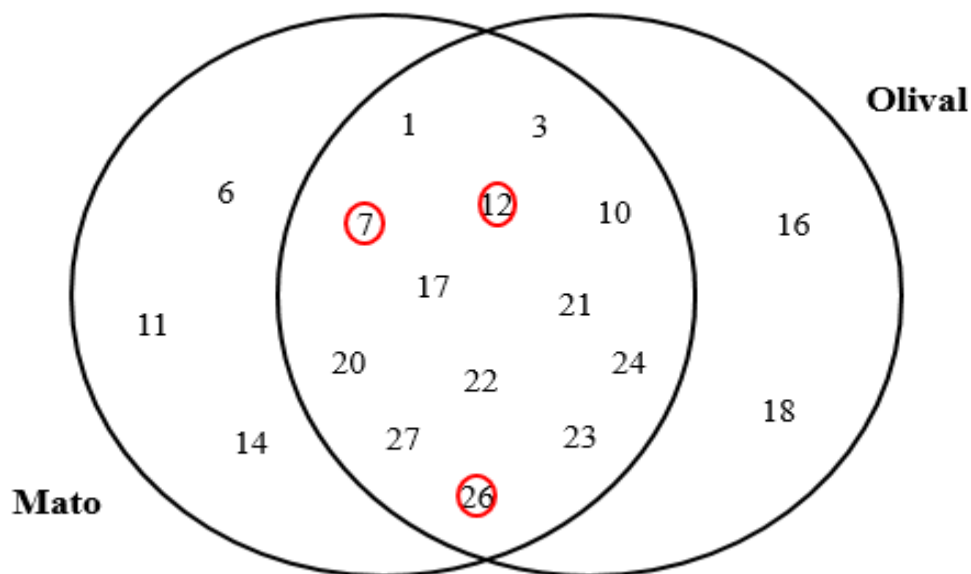


Figura 3.2. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2016. Cada número corresponde a família apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes nas áreas.

A abundância de aranhas foi estatisticamente significativamente superior no olival apenas em 2015 quando comparada com a área de mato (Tabela 3.3 e Figura 3.3), sendo que no mesmo ano, a semana de amostragem teve um efeito estatisticamente significativo no número de aranhas capturadas (Tabela 3.3). Em termos de riqueza, verificou-se que o número de famílias foi estatisticamente significativamente superior no olival em ambos os anos de estudo quando comparado com a área de mato (Tabela 3.3 e Figura 3.4). No entanto, a semana de amostragem teve um efeito significativo apenas em 2016 (Tabela 3.3).

Tabela 3.3. Resumo dos modelos desenvolvidos para testar o efeito da área de amostragem (Plot: olival vs. mato adjacente) e data de amostragem na abundância, riqueza de famílias e Índice de Simpson da comunidade de aranhas em Trás-os-Montes para os ambos os anos de estudo. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$. VD: variável dependente. VI: variável independente. IS: Índice de Simpson (1-D). gl: graus de liberdade.

Ano	VD	VI	Gl	χ^2	P
2015	Abundância	Plot	1	20.80	< 0,001*
		Data	6	20.60	< 0,001*
	Riqueza	Plot	1	12.00	< 0,001*
		Data	6	15.50	0,020
	IS (1-D)	Plot	1	2.19	0,070
		Data	6	1,91	0,930
2016	Abundância	Plot	1	8.09	0,005
		Data	6	11.10	0,090
	Riqueza	Plot	1	21.70	< 0,001*
		Data	6	78.10	< 0,001*
	IS (1-D)	Plot	1	0.20	0,660
		Data	6	9.32	0,160

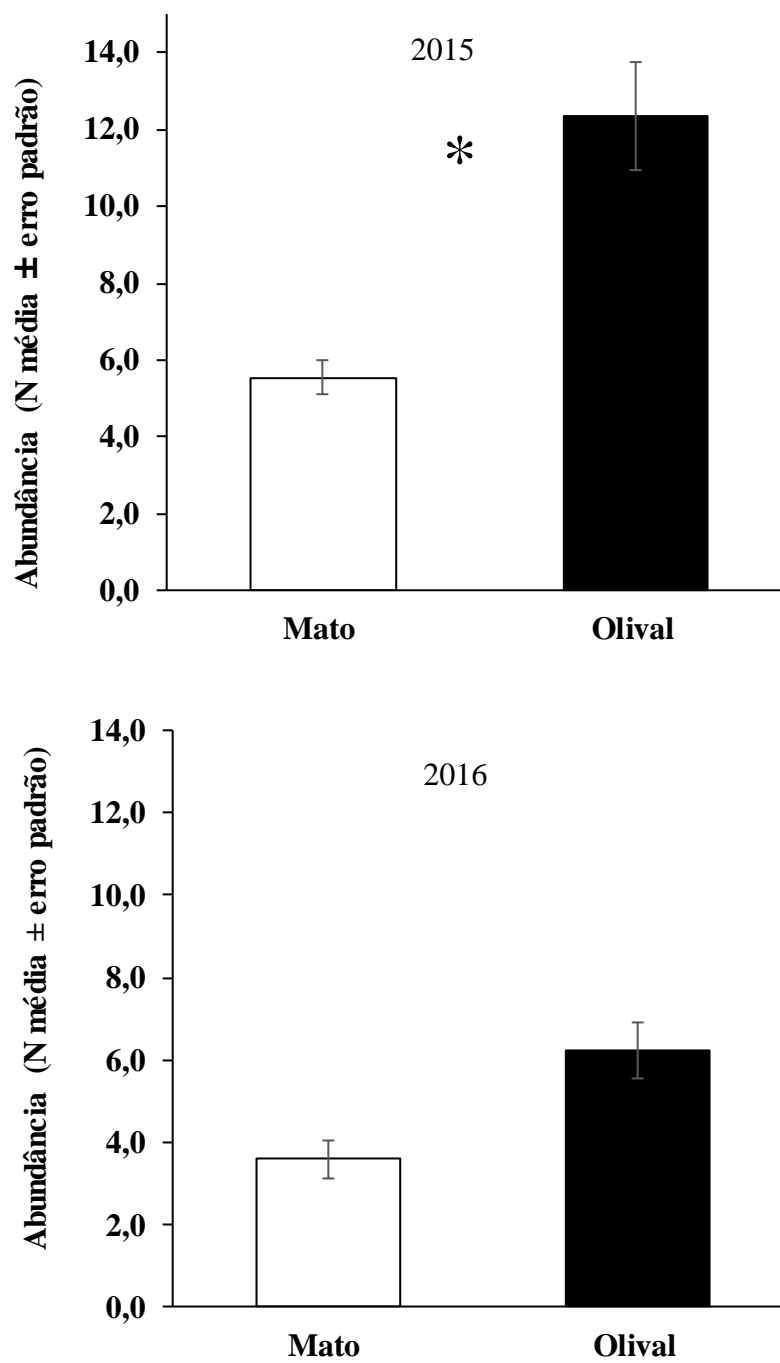


Figura 3.3. Abundância (N) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$.

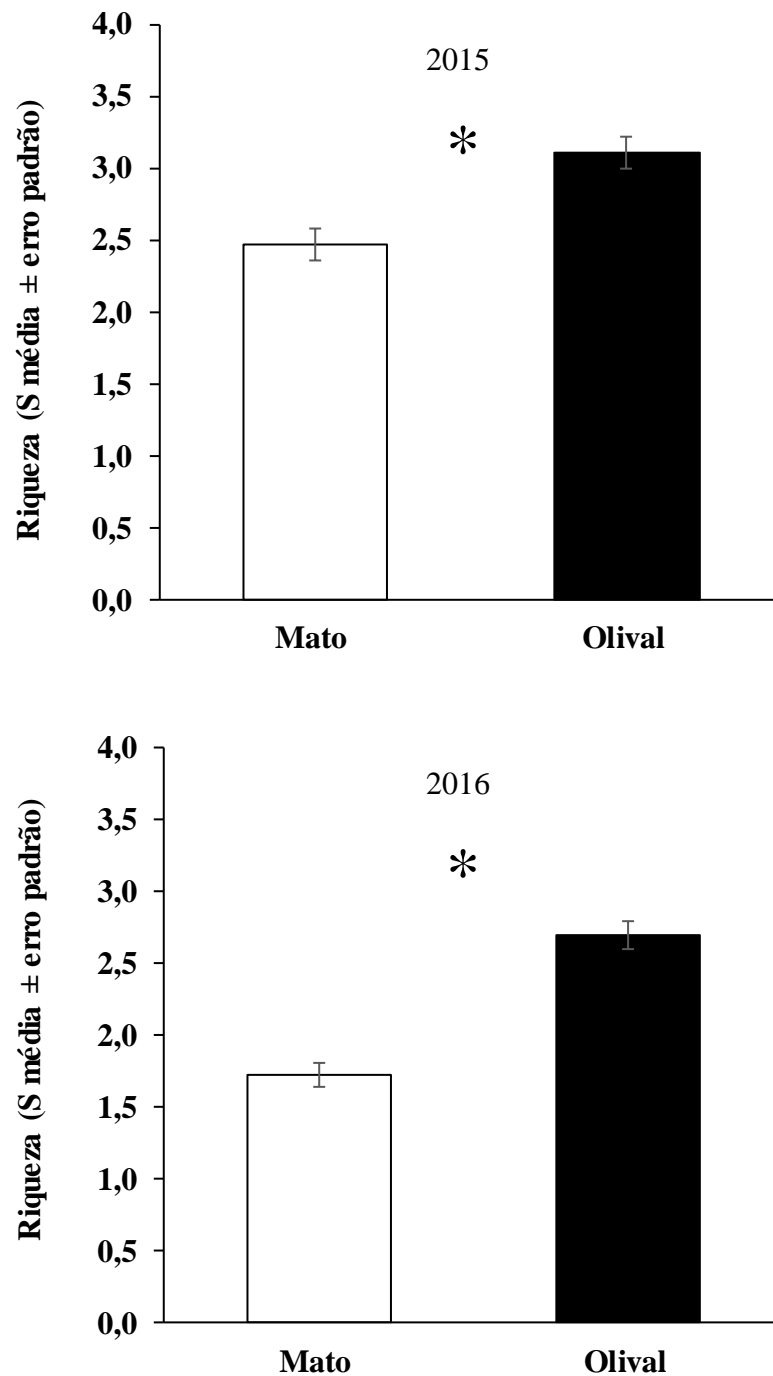


Figura 3.4. Riqueza de família (S) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$.

Relativamente à diversidade total, as curvas de acumulação de famílias indicaram uma diversidade superior em termos de riqueza para densidades baixas de aranhas nas áreas de mato em ambos os anos de estudo (Figura 3.5).

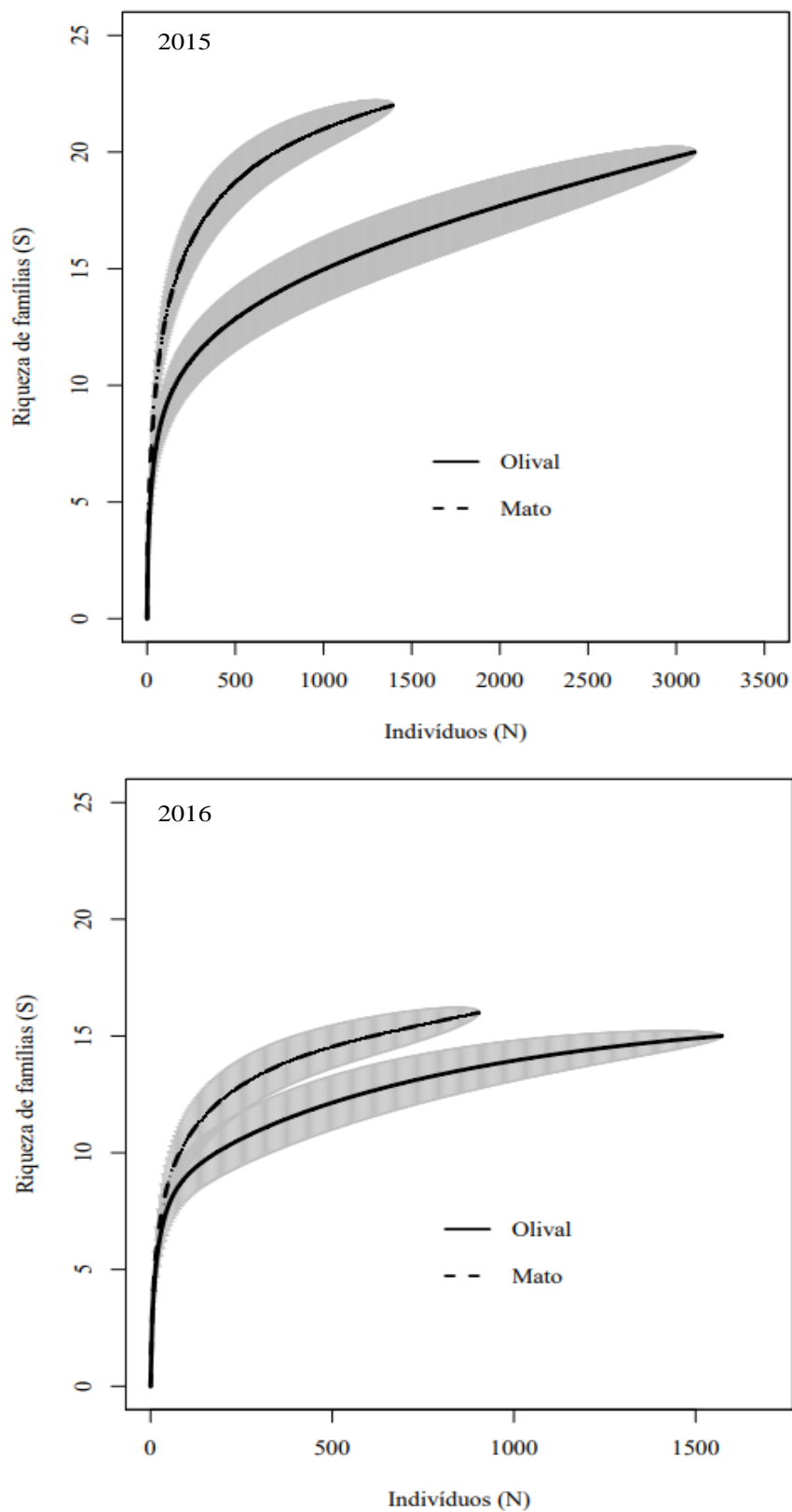


Figura 3.5. Curvas de acumulação de famílias baseadas no número de indivíduos para as comunidades de aranhas amostradas nos olivais e áreas de mato adjacentes nos anos de 2015 e 2016 em Trás-os-Montes.

No que diz respeito ao índice de Simpson (1-D), verificou-se uma diversidade maior nos olivais quando comparados com as áreas de mato em ambos os anos de estudo, no entanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa (Tabela 3.3) (Figura 3.6).

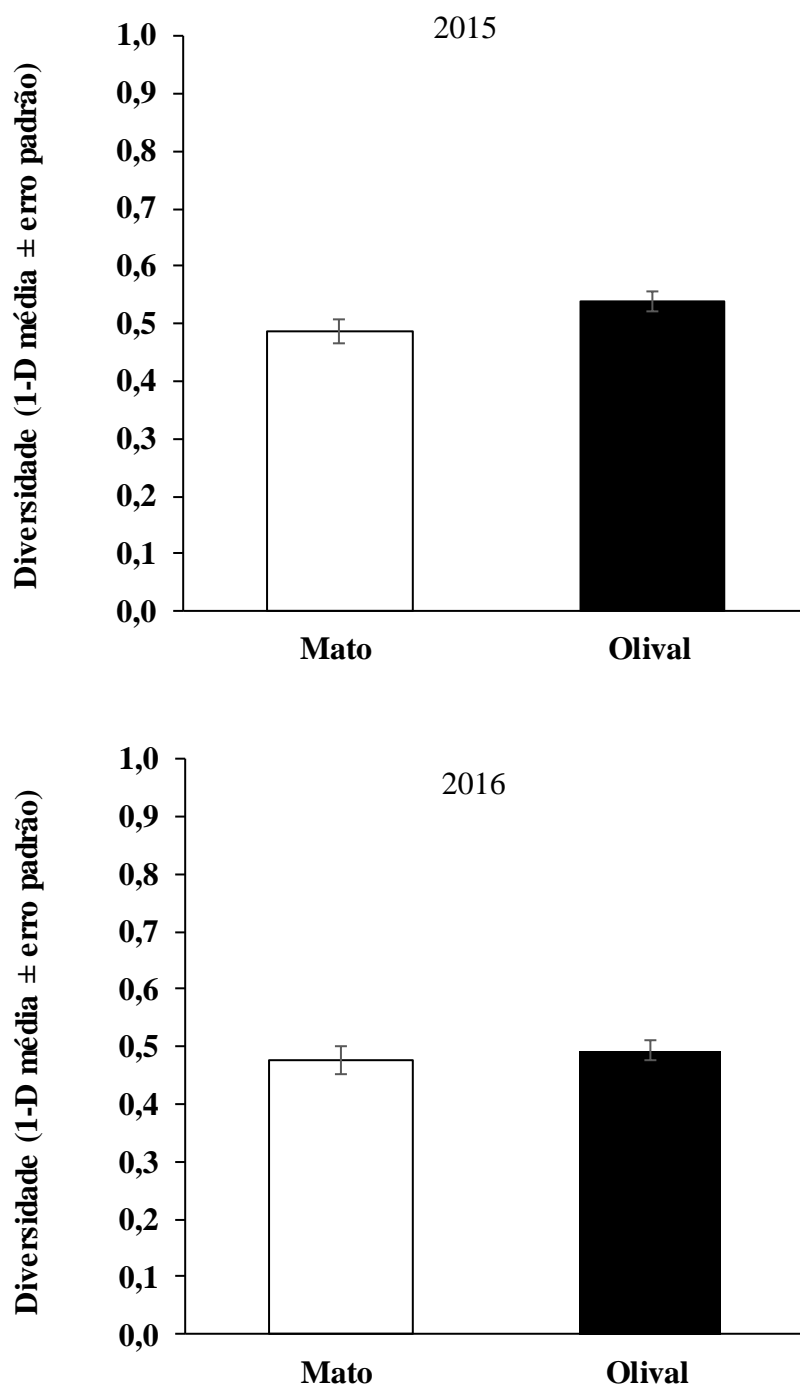


Figura 3.6. Diversidade (índice de Simpson 1-D) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes.

A riqueza de *guilds* foi estatisticamente superior no olival apenas em 2016, não se tendo verificado diferenças significativas em 2015 (Tabela 3.4 e Figura 3.7). De igual forma, a semana de amostragem teve um efeito significativo na riqueza de *guilds* registados apenas em 2016 (Tabela 3.4).

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas em termos de diversidade medida através do índice de Simpson (1-D) entre as áreas do olival e mato para cada estudo (Tabela 3.4 e Figura 3.8). Assim, não se verificou um efeito significativo da semana de amostragem na diversidade de *guilds* (Tabela 3.4).

Tabela 3.4. Resumo dos modelos desenvolvidos para testar o efeito da área de amostragem (Plot: olival vs. mato adjacente) e data de amostragem na, riqueza e diversidade (índice de Simpson 1-D) de *guilds* da comunidade de aranhas em Trás-os-Montes para os ambos os anos de estudo. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$. VD: variável dependente. VI: variável independente. IS: Índice de Simpson (1-D). gl: graus de liberdade.

Ano	VD	VI	gl	χ^2	P
2015	Riqueza	Plot	1	4.42	0,04
		Data	6	12.57	0,50
	IS (1-D)	Plot	1	0.00	0,98
		Data	6	7.70	0,26
2016	Riqueza	Plot	1	21.70	< 0,001*
		Data	6	78.10	< 0,001*
	IS (1-D)	Plot	1	0.20	0,66
		Data	6	9.32	0,16

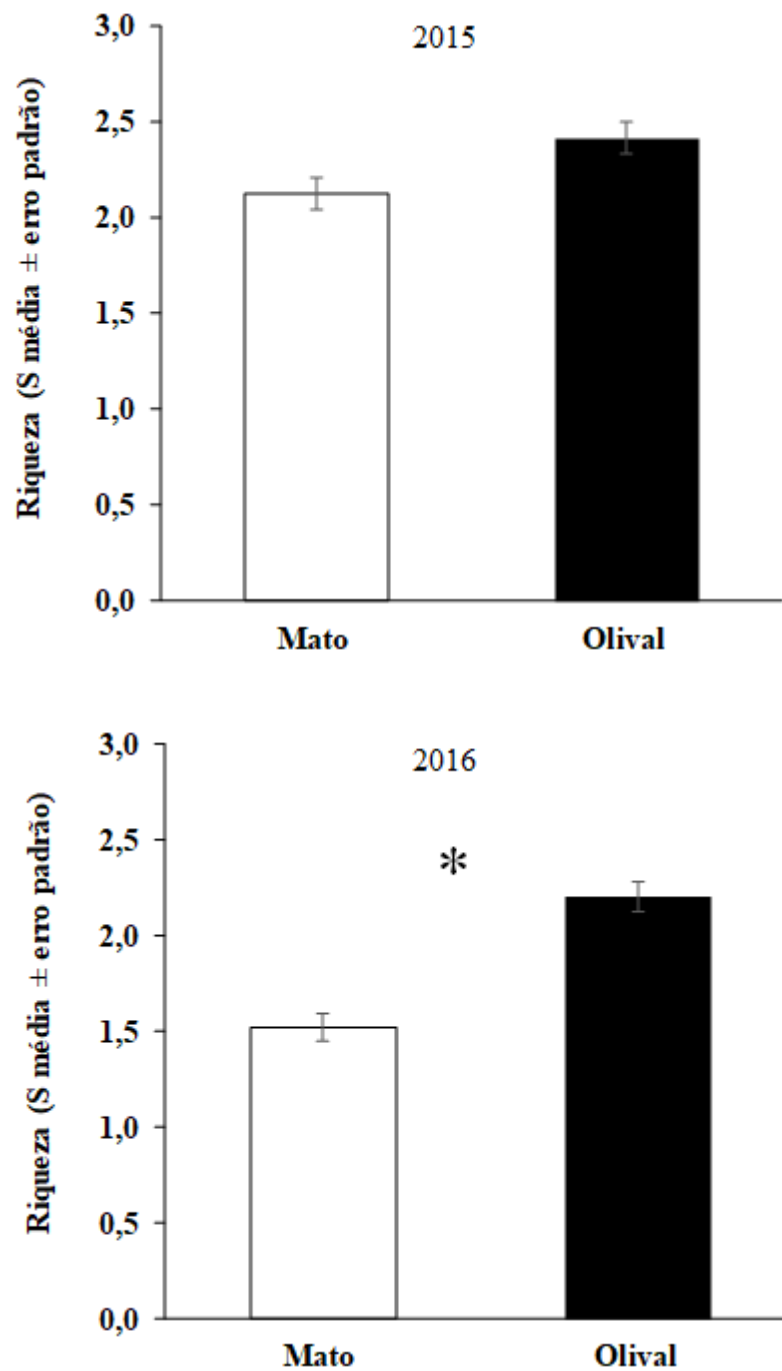


Figura 3.7. Riqueza de *guilds* (S) da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$.

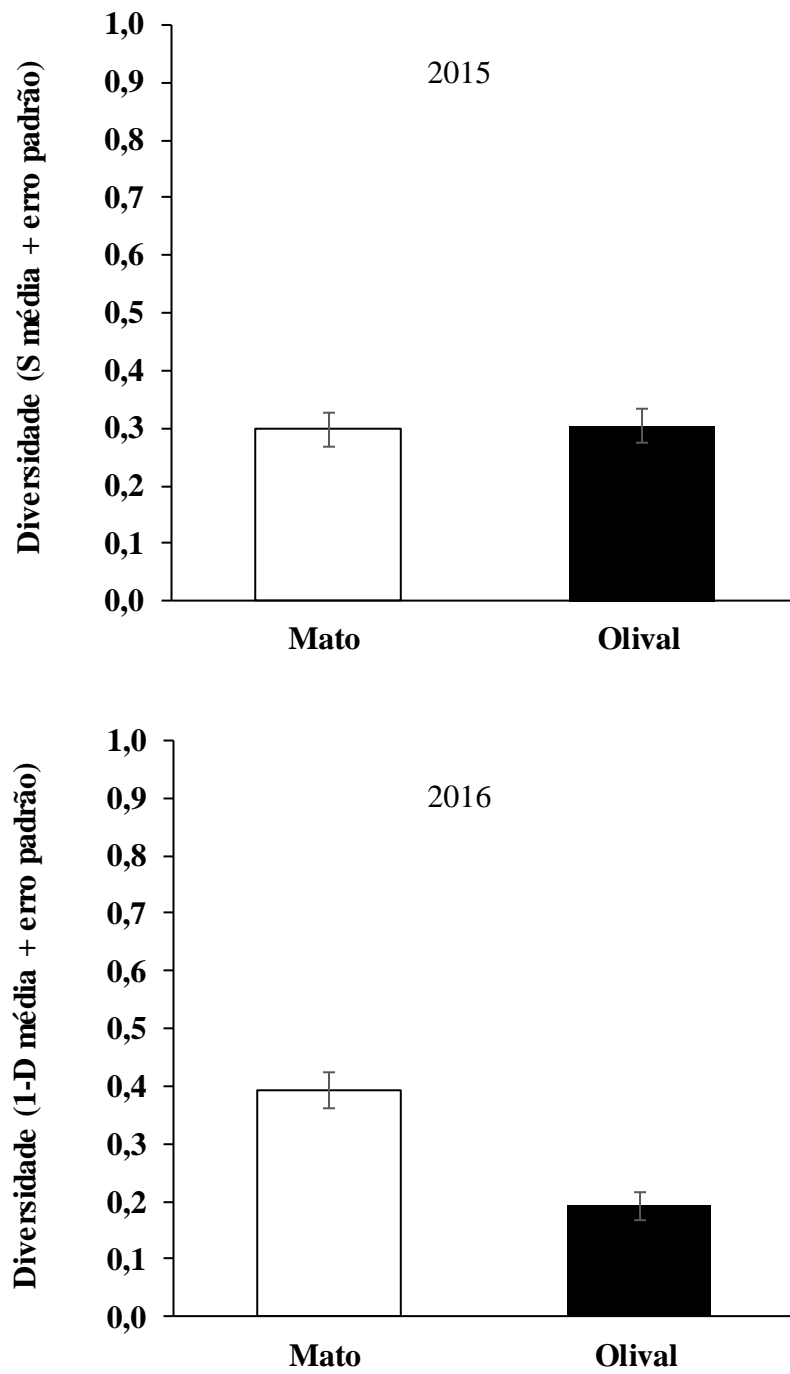


Figura 3.8. Diversidade (índice de Simpson 1-D) de *guilds* da ordem Araneae em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes.

3.4. Discussão

Neste trabalho foram identificadas 26 famílias de aranhas das 56 famílias presentes na Península Ibérica (Branco et al., 2019). As famílias representadas no conjunto de amostras são tipicamente encontradas em habitats mediterrânicos, coincidindo com áreas de cultura do olival. Assim, estes resultados concordam com os obtidos por Cárdenas et al. (2012), Dinis et al. (2016), Picchi et al. (2016) e Benhadi-Marín et al. (2018; 2019) em termos da comunidade de aranhas amostrada.

A composição da comunidade de Araneae neste estudo mostrou-se dominada por famílias representantes do *guild* de aranhas caçadoras no solo. A sua elevada abundância nas áreas de olivais assim como nas áreas de mato adjacentes mostrou ser estável entre os anos. Este resultado pode ser explicado pelo método de amostragem utilizado, as armadilhas de queda podem favorecer uma maior captura de *guilds* relacionados com o solo uma vez que estes indivíduos são muito ativos (Foelix, 2011) e com uma maior tendência a serem capturados. De fato, aranhas pertencentes a outros *guilds* tais como as construtoras de teias orbiculares ou tridimensionais geralmente fazem as suas teias em locais mais elevados, aproveitando a estrutura espacial da vegetação (Foelix, 2011) dificultando sua captura com este método.

De modo geral, as famílias dominantes foram Lycosidae, Gnaphosidae e Zodariidae em ambas as áreas e anos de amostragem. Neste sentido, seguindo o critério de Cohen e Sol (2010) os olivais que apresentam uma menor pressão agronómica (e.g. olivais sob sistema tradicional em Trás-os-Montes), contribuem para uma maior biodiversidade de artrópodes. Outro fator a considerar é o período de amostragem. Sendo que a amostragem decorreu durante a primavera, o que coincide com a época de floração das oliveiras (Rallo e Cueva, 2017), é uma época de grande atividade e abundância da artropodofauna o que representa pela sua vez o aumento do número de presas potenciais para as de aranhas (Cárdenas, 2008) com impacto positivo na sua abundância.

A família Lycosidae inclui forrageadores ativos diurnos e noturnos, que podem eventualmente utilizar estratégia de senta-e-espera para caçar (Ford, 1978; Suter & Benson, 2014). No entanto, dependem de estímulos vibratórios e visuais para localizar e detectar suas presas (Uetz et al., 2016). A sua dieta não é monotípica, apresentando pouca preferência específica sob suas presas (Persons & Rypstra, 2000). A abundância desta família pode ser explicada através de sua preferência por vegetação média (Major et al., 2006) e a não perturbação do solo, onde mantém a sua população em habitats

adequados para sua reprodução, abrigo e pontos de emboscada (Mashavakure et al., 2019).

A família Gnaphosidae é típica em habitats mediterrânicos (Cardoso et al. 2007) sendo representada essencialmente por caçadores noturnos que se movem rapidamente no solo e que comumente são encontradas abrigadas debaixo de pedras ou entre detritos, que funcionam como estruturas físicas para refúgio. A abundância desta família pode ser explicada com base no elevado número de pedras na superfície do solo dos olivais estudados (Benhadi-Marín et al., 2018).

A família Zodariidae pertencente ao *guild* das aranhas especialistas é composta por espécies mirmecófagas (Pekár, 2005). Assim, a abundância deste grupo no olival pode ser explicada com base na presença de formigas no olival, cuja comunidade de artópodes do solo é, de fato, numericamente dominada por Formicidae (Santos et al., 2007).

As curvas de acumulação sugerem que a riqueza total de famílias poderia ser maior nas áreas de mato adjacente para densidades populacionais baixas de aranhas. Este fato pode estar relacionado com a complexidade da estrutura da vegetação no mato. Estas áreas, com uma vegetação mais densa, de maior altura, e grandes estruturas rochosas na superfície do solo, poderia aumentar a diversidade de *guilds* hospedando grupos diferentes às corredoras ao nível do solo (Caprio et al., 2015; Benhadi-Marín et al., 2018). Além disto, estas áreas seminaturais adjacentes poderiam atuar como refúgio para as aranhas perante as perturbações derivadas das práticas agrícolas nas áreas de cultura e fornecer recursos alimentares alternativos quando estes escasseiam no olival.

3.5. Conclusão

Neste estudo, ao longo dos dois anos de estudo, observou-se uma grande predominância de *guilds* relacionados com o solo, tendo-se verificado uma maior abundância de aranhas e riqueza de famílias nos olivais quando comparada com os matos adjacentes. No entanto, a similaridade entre as comunidades em termos de diversidade e complementaridade sugerem um fluxo de diversidade entre ambas as áreas de estudo. Portanto, as áreas de mato adjacentes aos olivais poderiam atuar como reservatório e refúgio da comunidade de aranhas. Contudo, ainda são necessário estudos ao nível de espécie para aprofundar o conhecimento da dinâmica populacional temporal e espacial assim como melhor estabelecer sua contribuição na limitação natural de pragas dos olivais e áreas seminaturais de mato adjacentes.

3.6. Referências bibliográficas

- Barbera, G., & Cullotta, S. (2016). The Traditional Mediterranean Polycultural Landscape as Cultural Heritage: Its Origin and Historical Importance, Its Agro-Silvo-Pastoral Complexity and the Necessity for Its Identification and Inventory. Em: Agnoletti M. & Emanuelli, F. (eds) *Biocultural Diversity in Europe, Environmental History*, Springer, Cham, **5**, 21–48.
- Benhadi-Marín, J., Pereira, J. A., Barrientos, J. A., Sousa, J. P. & Santos, S. A. (2018). Stones on the ground in olive groves promote the presence of spiders (Araneae). *European Journal of Entomology*. **115**: 372- 379.
- Benhadi-Marín, J., Pereira, J. A., Sousa, J. P., & Santos, S. A. (2019). Distribution of the spider community in the olive grove agroecosystem (Portugal): potential bioindicators. *Agricultural and Forest Entomology*, **22**, 10-19.
- Branco, V. V., Morano, E. & Cardoso, P. (2019). An update to the Iberian spider checklist (Araneae). *Zootaxa*, **4614**, 201-254.
- Caprio, E., Nervo, B., Isaia, M., Allegro, G. & Rolando, A., (2015). Organic versus conventional systems in viticulture: comparative effects on spiders and carabids in vineyards and adjacent forests. *Agricultural Systems*. **136**, 61–69.
- Cárdenas M, Castro J. & Campos M, (2012). Short-term response of soil spiders to cover-crop removal in an organic olive orchard in a Mediterranean setting. *Journal of Insect Science*. **12**, 61.
- Cárdenas, M. & Barrientos, J.A. (2011) Spiders from Andalusian olive groves (Arachnida; Araneae). Faunistic aspects. *Zoologica Baetica*, **22**, 99–136.
- Cárdenas, M. (2008). Análisis de la actividad ecológica de las arañas en el agroecosistema del olival. (Tese de Doutorado). Universidad de Granada- Estación Experimental del Zaidín (CSIC), España, 329pp.
- Cárdenas, M., Pascual, F., Campos, M. & Pékar, S. (2015) The spider assemblage of olive groves under three management systems. *Environmental Entomology*, **44**, 509–518.
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R. & Coddington, J.A. (2011). Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS One*, **6**, e21710.

- Cardoso, P., Silva, I., De Oliveira, N. G., & Serrano, A. R. (2007). Seasonality of spiders (Araneae) in Mediterranean ecosystems and its implications in the optimum sampling period. *Ecological Entomology*, **32**, 516-526.
- Cohen, M., Sol, S., Rosset, H. & Maingre, A. (2010). Paysage oléicole et diversité biologique. Résultats préliminaires dans la Sierra Mágina. *El Olivar: Paisaje, Patrimonio y Desarrollo Sostenible*, **23**, 23-55.
- Dinis, A. M., Pereira, J. A., Pimenta, M. C., Oliveira, J., Benhadi-Marín, J. & Santos, S. A. (2016). Suppression of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae by soil arthropods in the olive grove. *Journal of Applied Entomology*, **140**, 677-687.
- Foelix, R. (2011). Biology of spiders. OUP USA, 419 pp.
- Ford, M. J. (1978). Locomotory activity and the predation strategy of the of the wolf-spider *Pardosa amentata* (Clerck)(Lycosidae). *Animal Behaviour*, **26**, 31-35.
- Lucena, B., Mandique, T. & Méndez, M. A. (2017). La olivicultura en el mundo y en España. Em: Barranco, D., Fernández-escobar, R. & Rallo. L. El cultivo del olivo 7ª. ed. *Mundi-Prensa y Junta de Andalucía*, Madrid, 1-33p.
- Major, R. E., Gowing, G., Christie, F. J., Gray, M. & Colgan, D. (2006). Variation in wolf spider (Araneae: Lycosidae) distribution and abundance in response to the size and shape of woodland fragments. *Biological Conservation*, **132**, 98-108.
- Mashavakure, N., Mashingaidze, A. B., Musundire, R., Nhamo, N., Gandiwa, E., Thierfelder, C. & Muposhi, V. K. (2019). Spider community shift in response to farming practices in a sub-humid agroecosystem of southern Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **272**, 237-245.
- Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Gloor, D., Hänggi, A. & Kropf, C. (2020). Version 04.2020, online <https://www.araneae.nmbe.ch> acessado em {04/02/2020}.
- Pekár, S. (2005). Predatory characteristics of ant-eating *Zodarion* spiders (Araneae: Zodariidae): potential biological control agents. *Biological Control*, **34**, 196-203.
- Pereira, J. A. & Bento, A. (2011). Meios diretos de luta contra pragas da oliveira em modo de produção sustentável. Em: Actas do Workshop em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (p. 15).

- Persons, M. H., & Rypstra, A. L. (2000). Preference for chemical cues associated with recent prey in the wolf spider *Hogna helluo* (Araneae: Lycosidae). *Ethology*, **106**, 27-35.
- Picchi, M.S., Bocci, G., Petacchi, R. & Entling, M.H. (2016) Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **222**, 138-147
- Rallo, L.; Cuevas, J. (2017). El cultivo del olivo. Em: Barranco, D.; Fernández-escobar, R.; Rallo, L. El Cultivo Del Olivo. *Mundi-Prensa y Junta de Andalucía*, 6ª. ed. 846 pp.
- Roberts, M.J. (1996). Spiders of Britain & Northern Europe. London: Collins Publishers.
- Rosa, M. G. da, Brescovit, A. D., Baretta, C. R. D. M., Santos, J. C. P., Oliveira Filho, L. C. I. de. & Baretta, D. (2019). Diversity of soil spiders in land use and management systems in Santa Catarina, Brazil. *Biota Neotropica*, **19**, 1-10.
- Santos, S. A., Cabanas, J. E. & Pereira, J. A. (2007). Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of Soil biology*, **43**, 77-83.
- Suter, R. B., & Benson, K. (2014). Nocturnal, diurnal, crepuscular: activity assessments of Pisauridae and Lycosidae. *The Journal of Arachnology*, **42**, 178-191.
- Torres, L. (2007). Manual de Protecção Integrada do Olival J. Azevedo (Ed.).
- Uetz, G. W., Clark, D. L. & Roberts, J. A. (2016). Multimodal communication in wolf spiders (Lycosidae)—An emerging model for study. Em: *Advances in the Study of Behavior*, **48**, 117-159.
- Uetz, G. W., Halaj, J. & Cady, A., (1999). Guild structure of spiders in mayor crops. *The Journal of Arachnology*, **27**, 270-280.
- Uetz, G.W. (1991). Hábitat structure and spider foraging. Em: S. S. Bell, E. D. McCoy, e H. R. Mushinsky (Eds.). Habitat structure: The physical arrangement of objects in space. London: Chapman and Hall. 325-348.

World Spider Catalog (2020). World Spider Catalog. Version 21.0. Natural History Museum Bern, online <http://wsc.nmbe.ch>, acessado em {05/02/2020} doi: 10.24436/2

Capítulo 4

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ORDEM COLEOPTERA
NO OLIVAL TRANSMONTANO: COMPARAÇÃO ENTRE ÁREA DA CULTURA E ÁREA
SEMINATURAL ADJACENTE.**

4. ESTRUTURA DA COMUNIDADE E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA ORDEM COLEOPTERA NO OLIVAL TRANSMONTANO: COMPARAÇÃO ENTRE ÁREA DA CULTURA E ÁREA SEMINATURAL ADJACENTE.

Resumo

O agroecossistema olival (*Olea europaea* L.) apresenta grande valor na região de Trás-os-Montes, sendo importante repositório de biodiversidade. A ordem Coleoptera destaca-se pela abundância de famílias relacionadas com importantes serviços ecossistémicos tais como a predação de pragas da oliveira. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade da ordem Coleoptera no olival transmuntano ao nível taxonómico de família assim como avaliar a diversidade funcional entre áreas do olival e áreas adjacentes de mato mediterrânico. A amostragem dos indivíduos decorreu nos meses de maio e junho de 2015 e 2016 em quatro áreas da região de Mirandela (Nordeste de Portugal). Foram utilizadas nove armadilhas de queda em cada área de olival e mato adjacentes, com desenho de grelha regular e substituição a cada sete dias. Os artrópodes capturados foram triados e os Coleoptera identificados até o nível taxonómico de família. No total, foram capturados 4742 coleópteros agrupando um total de 25 famílias. As famílias dominantes foram Anthicidae, Staphylinidae e Scarabaeidae, enquanto que as menos abundantes foram Buprestidae, Cleridae e Ripiphoridae. A abundância total foi significativamente superior nas áreas de olival em 2016, enquanto que a riqueza de famílias foi significativamente superior nas áreas de olival em ambos os anos de estudo. Pelo contrario, não foram verificadas diferenças significativas em termos de diversidade (1-D). A complementaridade entre áreas (mato e olival) foi baixa em ambos os anos de estudo refletindo comunidades semelhantes em termos de famílias. Observou-se em grande maioria predadores quer nos olivais, quer nas áreas de mato adjacente. Os resultados sugerem que as áreas de mato circundante às áreas de olival poderiam contribuir na conservação da biodiversidade desta ordem atuando como refúgio temporario e consequentemente na limitação natural de pragas no agroecossistema.

Palavras-chave: coleópteros, *guild*, armadilhas de queda, mato mediterrânico.

Abstract

The olive grove agro-ecosystem (*Olea europaea* L.) has a great value in the region of Trás-os-Montes, being an important repository of biodiversity. The order Coleoptera is represented by a number of families related to important ecosystem services, such as olive pest limitation. The objective of this work was to characterize the community of Coleoptera in the olive grove the taxonomic level of family agroecosystem and assess the functional diversity in the olive grove and its adjacent areas of Mediterranean shrublands. Sampling of individuals was carried out in May and June 2015 and 2016 in four areas of the Mirandela region (Northeast Portugal). Nine pitfall traps at each olive grove and adjacent shrubland area were placed following a regular grid design and replaced on a weekly basis. The captured arthropods were sorted and the individuals of Coleoptera were identified to the taxonomic level of family. In total, 4742 beetles were captured encompassing a total of 25 families. The dominant families were Anthicidae, Staphylinidae, and Scarabaeidae, while the less abundant were Buprestidae, Cleridae, and Ripiphoridae. The total abundance was significantly higher in the olive groves in 2016, while the richness of families was significantly higher in olive groves in the two years of study. On the contrary, there were no significant differences in terms of diversity (1-D). The complementarity between areas (shrublands and olive groves) was low in the two years of study, reflecting overlapping communities in terms of families. Most of the predator groups were observed both in olive groves and in the adjacent bush areas. These results suggest that adjacent shrubland areas could provide shelter and alternative resources to the community of Coleoptera inhabiting the olive grove. Thus, natural limitation provided by beetles within the grove could be enhanced if these semi-natural areas are maintained.

Keywords: beetles, guild, pitfall trap, mediterranean shrubland.

4.1. Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L. 1753) é uma planta típica do Mediterrâneo, encontrando-se perfeitamente adaptada na região de Trás-os-Montes (nordeste de Portugal) sendo um importante repositório da biodiversidade da fauna edáfica (Benhadi-Marín et al., 2016).

Entre os invertebrados do solo, destaca-se a ordem Coleoptera pela sua elevada diversidade taxonómica e funcional (Bouchard, 2014), com descrição a nível mundial de aproximadamente 390000 espécies (Korasaki et al., 2017). Os coleópteros ocupam inúmeros nichos ecológicos (Marinoni et al., 2001; Ganho & Marinoni, 2006; Brown et al., 2015) com uma vasta gama de hábitos alimentares, consumindo materiais vegetais e animais, sendo estes herbívoros e predadores respetivamente, até fungívoros, detritívoros e alguns parasitas (Marinoni et al., 2001; Triplehorn & Johnson, 2015; Brown et al., 2015).

Esta variabilidade de hábitos alimentares faz com que os coleópteros desempenhem importantes funções para o ecossistema terrestre onde se encontram, atuando em diversos processos ecológicos fundamentais para o funcionamento desses ambientes, incluindo decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, manutenção da estruturação do solo, dispersão de sementes e, sobretudo, regulação de populações de artrópodes que passam parte de seu ciclo vida no solo, muitas vezes estes fitófagos, considerados pragas de culturas importantes como a oliveira (Gullan & Cranston, 2012; Santos et al., 2007; Bardgett & Van Der Putten, 2014; Dinis et al., 2016; Pompeo et al., 2017). Neste sentido, como forma de compreensão do funcionamento e seu papel em diversos agroecossistemas, estudos como Orsini et al. (2007), Daane e Johnson (2010), Dinis et al. (2015), Dinis et al. (2016), Madeira et al. (2016), evidenciam a ordem Coleoptera sendo de suma relevância quanto a sua diversidade funcional e como potencial predador de pragas de importância económica como por exemplo, a mosca-da-azeitona *Bactrocera oleae* (Rossi).

No entanto, alguns grupos de coleópteros apresentam uma extrema sensibilidade ao ambiente que habitam, sendo capazes de indicar as alterações antrópicas ocasionadas pela intensificação dos mais diferentes usos do solo, considerados, portanto, excelentes bioindicadores de práticas agrícolas (Lavelle et al., 2006; Silva e Silva, 2011). Neste sentido, a intensificação cultural os agroecossistema olival pode ser considerada uma ameaça ao equilíbrio da diversidade deste grupo, onde áreas circundantes ao cultivo de oliveiras poderiam funcionar como refúgio para a comunidade de coleópteros e para a

manutenção dos principais serviços ecossistêmicos, tais como a luta bioógica (Santos et al., 2007). Portanto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a comunidade da ordem Coleoptera no olival transmuntano assim como avaliar a diversidade funcional em áreas de olival e áreas adjacentes de mato mediterrânico na região de Trás-os-Montes.

4.2. Materiais e Métodos

A área de estudo, método de amostragem e análise de dados encontra-se descrita no Capítulo 2.

Os indivíduos foram identificados com recurso a lupa binocular e chaves dicotómicas específicas (Harde & Severa, 1984, Fujihara et al., 2011; Triplehorn & Johnson, 2015) sendo estes identificados a nível taxonómico de família e posteriormente agrupados em grupos tróficos seguindo a classificação de Marinoni (2001) e Marinoni et al. (2001).

4.3. Resultados

No total, foram capturados 4742 coleópteros pertencentes a 25 famílias (Tabela 4.1). Nos dois anos em estudo, as famílias mais abundantes foram Anthicidae, Staphylinidae e Scarabaeidae, enquanto as menos abundantes foram Buprestidae, Cleridae e Ripiphoridae (Tabela 4.1). Em relação aos grupos tróficos verificou-se uma predominância de coleópteros predadores generalistas ($\approx 71\%$), seguidos de coleópteros herbívoros ($\approx 30\%$).

Quanto à distribuição das famílias em relação às áreas estudadas em 2015, verificou-se uma maior abundância de não herbívoros na área de mato, principalmente representados pela família Anthicidae, enquanto que Tenebrionidae foi a família dominante na área dos olivais. Em 2016, verificou-se igualmente uma abundância superior de coleópteros não herbívoros. Relativamente aos herbívoros, à família Curculionidae foi predominante quer nas áreas de mato quer nos olivais em ambos os anos de estudo.

Tabela 4.1. Abundância de famílias e grupos tróficos correspondentes da ordem Coleoptera capturados em olivais e áreas de mato adjacente nos anos de 2015 e 2016 em Trás-os-Montes.

Família	Grupo trófico	2015		2016	
		Olival	Mato	Olival	Mato
1. Anthicidae	Carnívoros	56	566	113	339
2. Buprestidae	Herbívoros	-	1	-	-
3. Cantharidae	Carnívoros	-	1	-	1
4. Carabidae	Carnívoros	140	70	308	83
5. Cerambycidae	Herbívoros	1	-	-	3
6. Chrysomelidae	Herbívoros	6	2	61	46
7. Cleridae	Carnívoros	-	-	1	-
8. Coccinellidae	Carnívoros	5	-	10	4
9. Cucujidae	Carnívoros	-	1	1	-
10. Curculionidae	Herbívoros	100	43	205	54
11. Elateridae	Herbívoros, Detritívoros, Fungívoros	11	3	50	-
12. Histeridae	Carnívoros	10	1	57	5
13. Leiodidae	Herbívoros	2	35	10	19
14. Malachiidae	Carnívoros	-	2	2	16
15. Meloidae	Herbívoros	30	6	12	2
16. Melyridae	Carnívoros	29	18	30	19
17. Mordellidae	Herbívoros	-	-	3	5
18. Oedemeridae	Herbívoros	24	3	11	-
19. Phalacridae	Fungívoros	1	-	2	-
20. Ptinidae	Fungívoros, Detritívoros	-	4	7	9
21. Rhipiphoridae	Carnívoros	-	-	-	1
22. Scarabaeidae	Fungívoros, Carnívoros, Herbívoros	208	34	444	21
23. Silphidae	Detritívoros	-	-	1	-
24. Staphylinidae	Carnívoros	140	167	290	174
25. Tenebrionidae	Fungívoros, Detritívoros	251	45	279	28
Abundância total		1014	1002	1897	829
Total não herbívoros		851	911	700	1595
Total herbívoros		382	127	150	796

Durante o primeiro ano de amostragem (2015), identificou-se um total de 21 famílias, sendo Anthicidae [N = 622 (30,85%)], Staphylinidae [N = 307 (15,23%)] e Tenebrionidae [N = 296 (14,69%)] numericamente representativas. Na figura 4.1 é possível constatar que as áreas de mato apresentaram um maior número de famílias exclusivas (cinco famílias) em relação aos olivais (três famílias), destas 21 famílias capturadas, 13 foram identificadas em ambos os ambientes, as mais abundantes Anthicidae, Staphylinidae e Tenebrionidae. Contudo, quando utilizada a análise de

complementaridade (Tabela 4.2) verificou-se que a complementaridade entre áreas foi baixa para o intervalo [0,1].

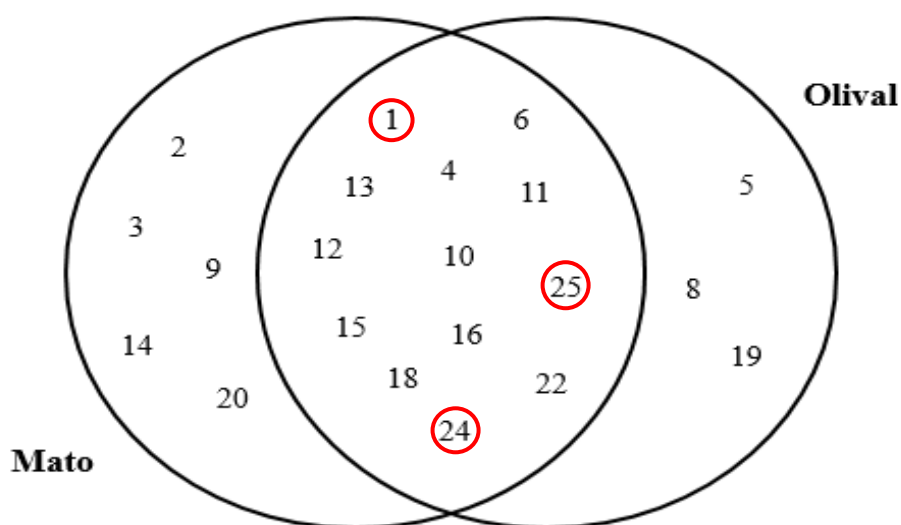


Figura 4.1. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2015. Cada número corresponde às famílias apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes.

Tabela 4.2. Análise de complementaridade da riqueza de famílias de coleópteros entre olivais e áreas de mato adjacentes em Trás-os-Montes. C_{jk} : complementaridade de Colwell.

Ano	Área	Riqueza de famílias	C_{jk}
2015	Olival	3	0,17
	Mato	5	
	Olival + Mato	13	
2016	Olival	6	0,17
	Mato	3	
	Olival + Mato	15	

No segundo ano (2016), identificaram-se 24 diferentes famílias, sendo Scarabaeidae [N = 465 (17,06%)], Staphilinidae [N = 464 (17,02%)] e Anthicidae [N = 452 (16,59%)] as famílias dominantes. No entanto, conforme ao diagrama de Venn (Figura 4.2) verificou-se o oposto ao ano anterior, apresentando as áreas dos olivais o maior número de famílias exclusivas (seis famílias), enquanto que as áreas de mato apresentaram apenas três famílias exclusivas. Das 24 famílias capturadas, 15 apareceram representadas nos dois ecossistemas. Nota-se uma alternância na

exclusividade entre as áreas pelas famílias Cerambycidae (5) e Cucujidae (9) com relação ao ano anterior. Relativamente a análise de complementaridade (Tabela 4.2) verificou-se que a complementaridade entre áreas foi baixa.

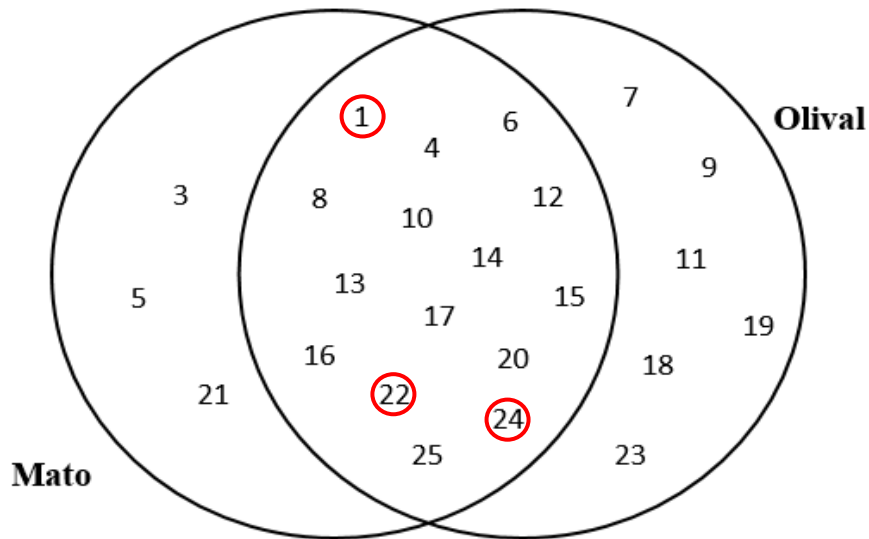


Figura 4.2. Diagrama de Venn para as famílias identificadas nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em 2016. Cada número corresponde às famílias apresentadas na Tabela 1. Círculos vermelhos indicam as famílias mais abundantes.

A abundância de famílias de coleópteros em 2015 não foi significativamente diferente quando comparadas as áreas de olival e áreas de mato adjacentes (Tabela 4.3 e Figura 4.3). Pelo contrário, a abundância de coleópteros foi significativamente superior no olival quando comparada com a área de mato em 2016 (Tabela 4.3 e Figura 4.3). Verificou-se assimismo que a semana de amostragem influenciou significativamente o número de indivíduos capturados apenas em 2015 (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Resumo dos modelos desenvolvidos para testar o efeito da área de amostragem (Plot: olival vs. mato adjacente) e data de amostragem (semana de amostragem) na abundância, riqueza de famílias e Índice de Simpson da comunidade de Coleoptera em Trás-os-Montes para ambos os anos de estudo. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$. VD: variável dependente. VI: variável independente. IS: Índice de Simpson (1-D). gl: graus de liberdade.

Ano	VD	VI	gl	χ^2	P
2015	Abundância	Plot	1	0.0	0,960
		Data	6	40.4	< 0,001*
	Riqueza	Plot	1	10.5	0,001*
		Data	6	43.2	< 0,001*
	IS (1-D)	Plot	1	2.79	0,095
		Data	6	2.03	0,917
2016	Abundância	Plot	1	28.4	< 0,001*
		Data	6	21.2	0,002
	Riqueza	Plot	1	68.7	< 0,001*
		Data	6	12.4	0,055
	IS (1-D)	Plot	1	2.48	0,120
		Data	6	7.84	0,250

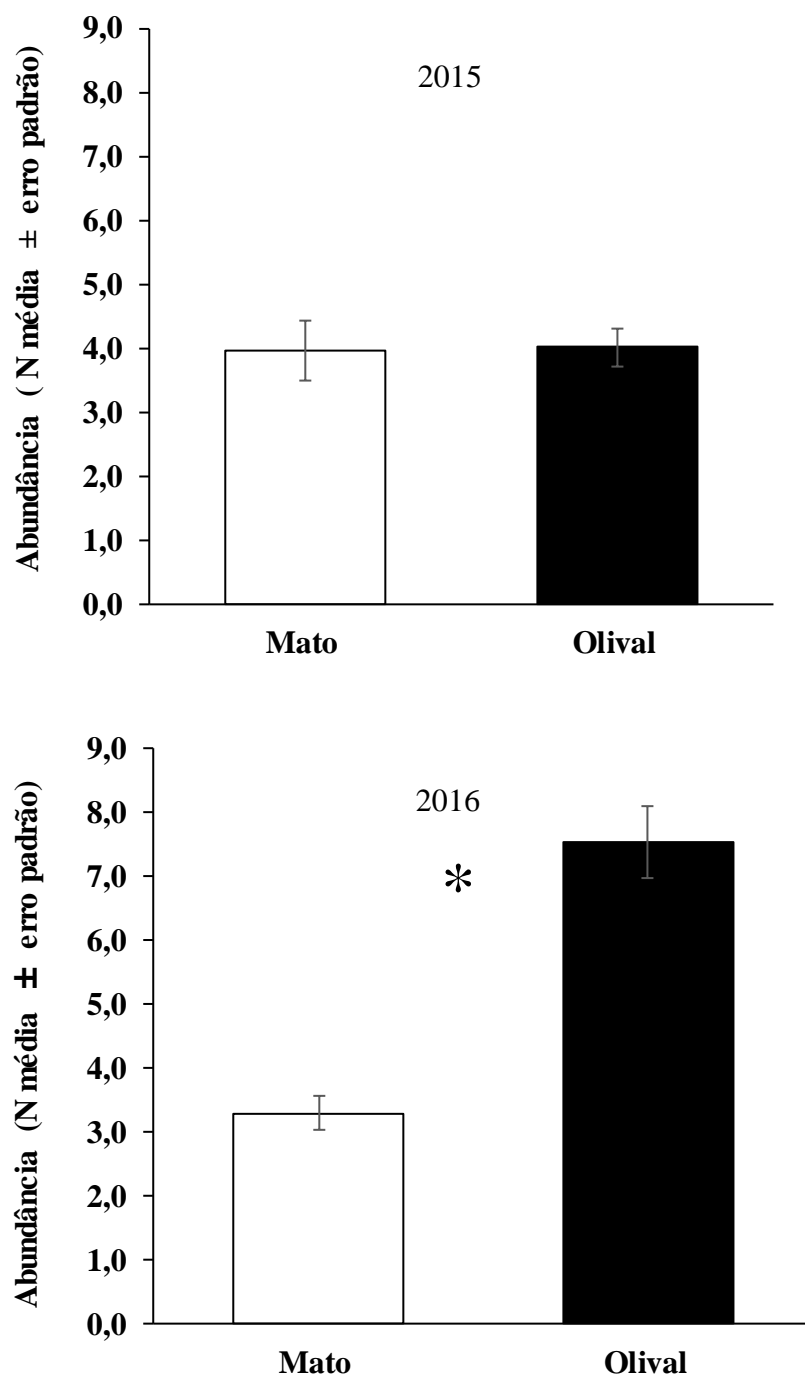


Figura 4.3. Abundância (N) da ordem Coleoptera em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$.

A riqueza de espécies (S) foi estatisticamente significativamente superior na área do olival quando comparada com as áreas de mato adjacente em ambos os anos de estudo (Tabela 4.3 e Figura 4.4). Verificou-se novamente que a semana de amostragem

influenciou significativamente o número de indivíduos capturados apenas em 2015 (Tabela 4.3).

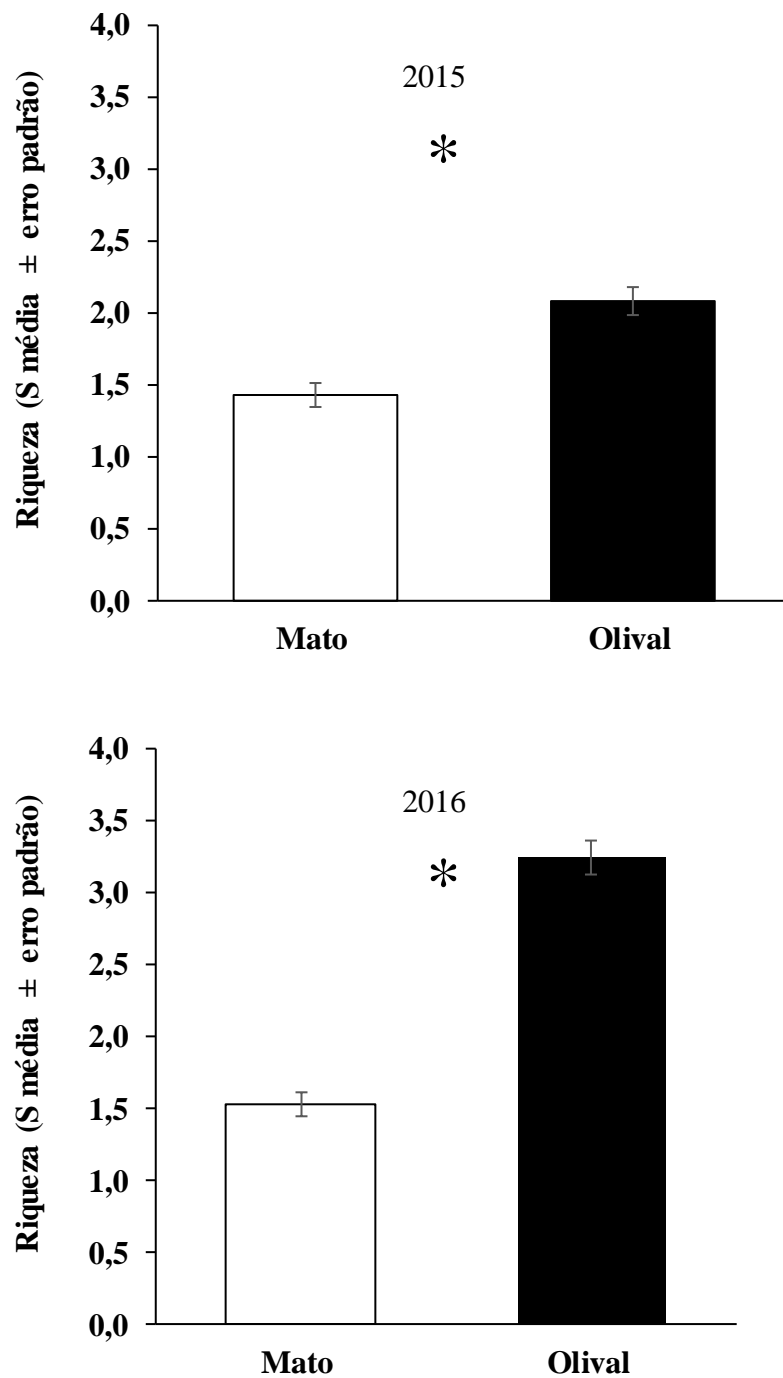


Figura 4.4. Riqueza de famílias (S) da ordem Coleoptera em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes. O asterisco indica significância estatística para $\alpha < 0,001$.

As curvas de acumulação de famílias registaram um padrão de diversidade de coleópteros similar em ambos os anos de estudo (Figura 4.5).

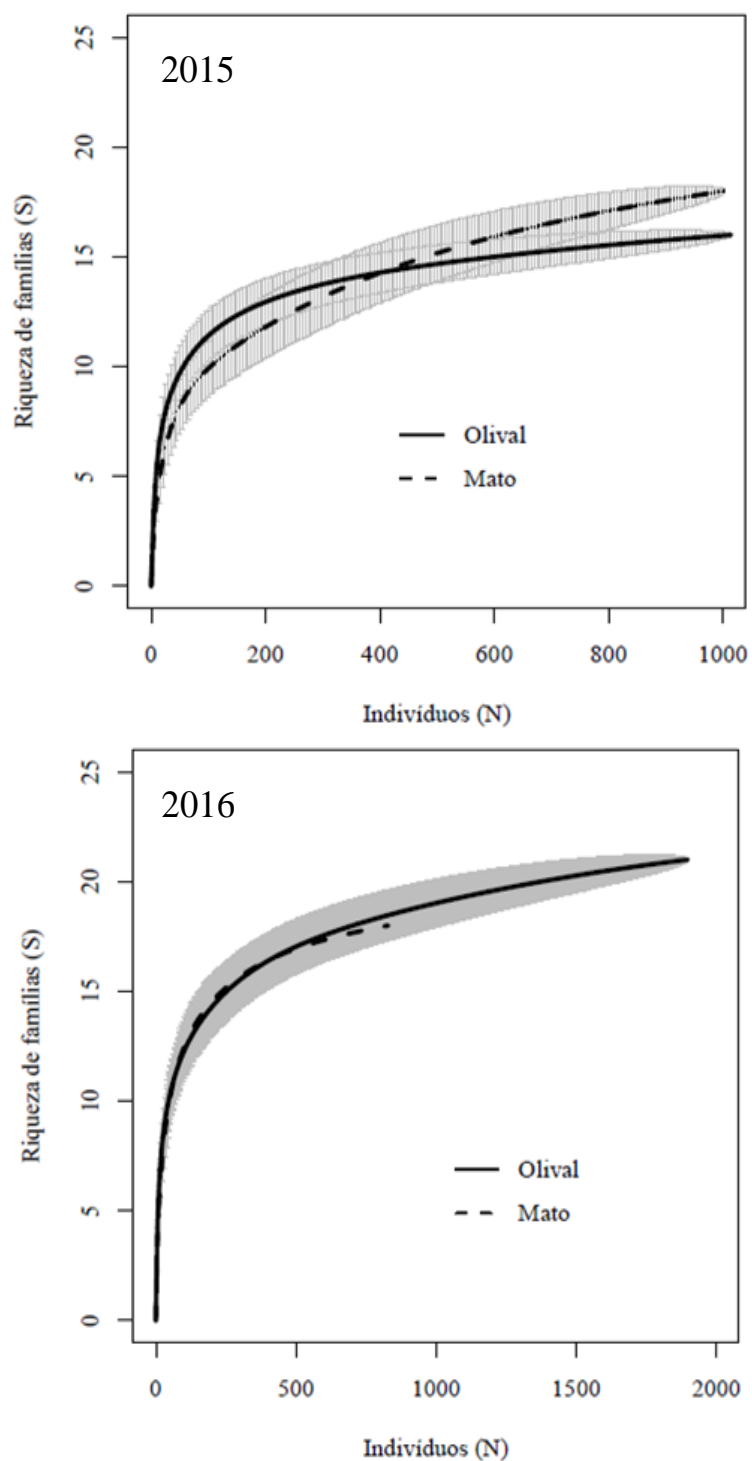


Figura 4.5. Curva de acumulação de famílias baseadas no número de indivíduos para as comunidades de coleópteros amostrados nos olivais e áreas de mato adjacentes nos anos de 2015 e 2016.

No que diz respeito ao índice de Simpson (1-D) não se verificaram diferenças estatisticamente significativas quer entre áreas de estudo quer entre semanas de amostragem (Tabela 3.3 e Figura 3.6).

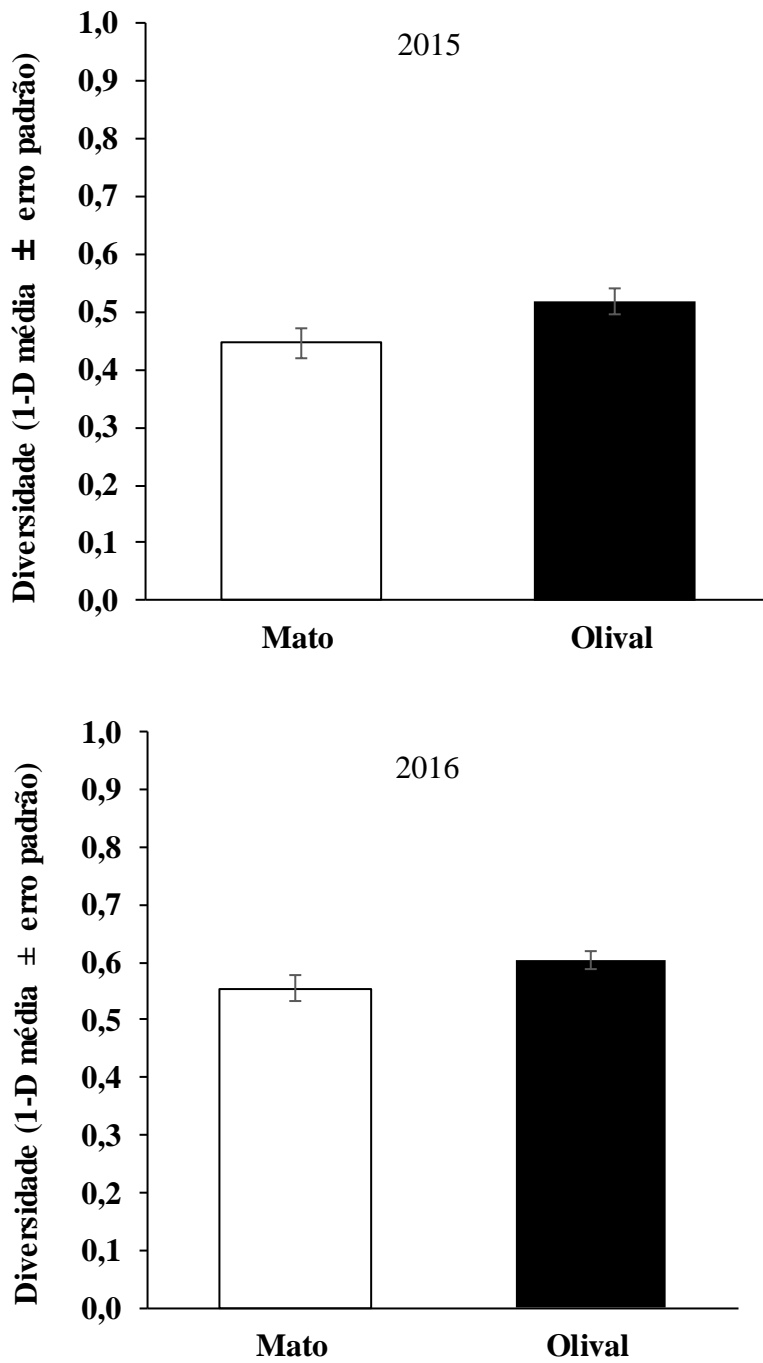


Figura 4.6. Diversidade (índice de Simpson 1-D) da ordem Coleoptera em ambos os anos de estudo (2015 e 2016) nas áreas de olival e mato adjacente estudadas em Trás-os-Montes.

4.4. Discussão

Neste estudo foi avaliada a diversidade da ordem Coleoptera em áreas de olival e as suas correspondentes áreas de mato mediterrânico adjacente ao longo de dois anos. As 25 famílias identificadas representam 23,58% da diversidade ibérica de coleópteros neste nível taxonómico (Alonso-Zarazaga, 2015). No geral, quer a abundância quer a riqueza de famílias de coleópteros foi superior na área de olival quando comparada com o mato adjacente. No entanto, a complementaridade entre ambas as áreas foi relativamente baixa em ambos os anos de estudo indicando uma elevada similaridade em termos de comunidade.

De entre as famílias identificadas, Anthicidae apresentou uma maior predominância nas áreas de mato adjacente quando comparado com os olivais. Segundo Marinoni e Ganho (2003), o fato de uma família ser dominante pode ser devido a fatores como a disponibilidade de alimento. A família Anthicidae é considerada cosmopolita e predadora, ocorrendo em áreas halofílicas, florestais, costeiras, floriculturais, ribeirinhas e até endógenas (Collado & Bolaño, 2014), vivendo geralmente em folhas, flores, sob pedras, troncos, detritos ou associados a formigas, alimentando-se de ovos de Lepidoptera, larvas de primeiros instares, pupas de outros insetos e ainda pequenos invertebrados mortos, podendo também alimentar-se de pólen (Bastos et al., 2003; Audino et al., 2007; Fernandes et al., 2010). Este resultado sugere que as áreas de mato adjacentes favorecem o estabelecimento desta família, devido à maior complexidade vegetal vertical e estruturas rochosas de grande porte encontradas nestes ambientes na área de estudo. No entanto, Carpio et al., (2018) verificaram que a presença da família Anthicidae é favorecida em áreas de solo descoberto. Porém, a sua abundância nas áreas de mato não contribuiu para a existência de diferenças significativas entre as famílias identificadas entre os solos dos olivais e solos das áreas de mato adjacentes para o ano de 2015.

A existência de cobertura vegetal representa uma fonte de alimento e abrigo ao nível do solo para os coleópteros (Cotes et al., 2010; Gonçalves, 2014) e que pode ter contribuído para a maior riqueza média registada nas áreas de olival em ambos os anos de estudo, por exemplo para o caso das famílias Tenebrionidae e Scarabaeidae. Outro fator importante a ser considerado é a condução do sistema produtivo em Modo de Produção Biológico e Produção Integrada dos olivais amostrados, no qual, a conservação de diferentes grupos herbáceos nas entrelinhas, assim como a não

mobilização do solo, podem ter favorecido a conservação biológica da ordem Coleoptera.

A família Scarabaeidae é considerada um indicador ecológico das alterações dos ambientes, onde proporcionam serviços importantes para a manutenção físico-química do solo e regulação de populações de outros artrópodes (Pinheiro et al., 2017). Já as famílias Carabidae e Staphylinidae são comumente relatadas em olivais, onde sua presença é de importância com relação à predação de pragas como a mosca-da-azeitona (Orsini et al., 2008; Gonçalves, 2014; Dinis et al., 2015), sendo o fomento da sua presença benéfico em termos de limitação natural das populações de pragas, contribuindo para a sustentabilidade do ecossistema olival. A distribuição destas famílias nas áreas de mato adjacentes durante os anos de amostragem no presente estudo sugere que a heterogeneidade da paisagem circundante aos olivais poderia contribuir para sua conservação, pois a temperatura e a humidade do solo são fatores que regulam a distribuição dessas famílias (Garlet et al., 2015). Este resultado, coincide com os estudos realizado por Taboada et al. (2011) e Madeira et al., (2016), onde constataram que as áreas adjacentes de estruturas complexas abrigam espécies predadoras benéficas a áreas de cultivo.

Em termos de grupo trófico, as famílias de Coleoptera apresentam uma certa diversidade, e ao considerar os efeitos de complementaridade, a partição de nicho que cada espécie requer em relação às condições do ambiente e diferentes recursos para sua sobrevivência. Observou-se uma sobreposição em termos de famílias entre os olivais e as áreas de mato adjacente. A separação da ordem por grupos herbívoros e não herbívoros permitiu avaliar melhor a estrutura da comunidade conforme as modificações do ambiente, já que ecossistemas conservados possuem uma maior complexidade quanto aos nichos ecológicos e conseqüentemente maior abundância de coleópteros não herbívoros (Marinoni & Ganho, 2003; Marinoni & Ganho, 2006; Gobbi & Fontaneto 2008), o que pode significar uma maior contribuição a luta biológica contra pragas.

Neste estudo, ocorreu uma predominância de grupos não herbívoros, dos quais sua dominância além de estar relacionada com a complexidade da paisagem foi também seguramente favorecida pelo método de amostragem utilizado, uma vez que armadilhas de queda favorecem uma maior captura de grupos tróficos carnívoros, fungívoros e detritívoros. Dentre as famílias consideradas exclusivamente herbívoras, destacam-se os Curculionidae, sendo abundantes nas áreas de mato adjacentes e nos olivais em ambos

os anos estudados. Porém, nos olivais esta família está atrelada à praga denominada como caruncho da oliveira (*Phloeotribus scarabaeoides*) (Gonçalves et al., 2014). Portanto, famílias Tenebrionidae, Scarabaeidae, Carabidae e Staphylinidae identificadas demonstraram estar particularmente associadas a sistemas com cobertura vegetal ao nível do solo assim como se encontra nos sistemas das áreas dos olivais.

4.5. Conclusão

Em ambos os anos verificou-se uma maior abundância média e riqueza nos olivais, significando que a condução do sistema produtivo assim como a diversidade de fonte de alimentos poderia contribuir para o estabelecimento de algumas famílias. Observou-se também que em grande maioria os grupos tróficos foram predadores tanto nos olivais, quanto nas áreas de mato adjacente. Assim, as áreas de mato poderiam contribuir para a conservação das famílias desta ordem e conseqüentemente para a limitação natural de pragas em agroecossistema vizinhos como o olival em Trás-os-Montes. Contudo, são ainda necessários estudos com relação à contribuição de cada família na limitação natural de pragas dos olivais e sua potencial migração entre áreas adjacentes.

4.6. Referências bibliográficas

- Alonso-Zarazaga, M. A. (2015). Orden Coleoptera. *Revista IDE@ - SEA*, 1-18.
- Audino, L. D.; Nogueira, J. M., da Silva, P. G., Neske, M. Z., Ramos, A. H. B., MORAES, L. D. M. & Borba, M. F. S. (2007). Identificação dos coleópteros (insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul, RS). 1ª Edição. *Embrapa Pecuária Sul*, Bagé, 92.
- Bardgett, R. D., & Van Der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, **515**, 505-511.
- Bastos, C. S., Galvão, J. C. C., Picanço, M. C., Cecon, P. R., & Pereira, P. R. G. (2003). Incidência de insetos fitófagos e de predadores no milho e no feijão cultivados em sistema exclusivo e consorciado. *Ciência Rural*, **33**, 391-397.
- Benhadi-Marín, J., Pereira, J.A., Bento, A., Sousa, J.P. & Santos, S.A.P. (2016). Chapter 3. Biodiversity of Spiders in Agroecosystems: Community Structure, Conservation and Roles as Biological Control Agents. pp 43-110. Em: *Natural*

Enemies: Identification, Protection Strategies and Ecological Impacts. S.A.P. Santos (Ed.). Nova Science Publishers. New York. ISBN: 978-1-63485-921-9.

Bouchard, P. (2014). The book of Beetles. A life size guide to six hundred of nature's gems. London, Ivy Press Limited. 656pp.

Brown, G. G., Niva, C., Zagatto, M.R. G., Ferreira, S. de A. Nadolny, H. S. Cardoso, G. B. X., Santos, A., Martinez, G. De A., Pasini, A. Bartz, M. L. C., Thomazini, M. J., Baretta, D., Silva, E. da, Antonioli, Z. I., Decaëns, T. Lavelle, P. M. Souza, J. P. & Carvalho, F. (2015). Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. *Embrapa Florestas-Capítulo*. 122-154.

Carpio, A. J., Castro, J. & Tortosa, F. S. (2018). Arthropod biodiversity in olive groves under two soil management systems: presence versus absence of herbaceous cover crop. *Agricultural and Forest Entomology*, **21**, 58-68.

Collado, J. & Bolaño, J. A. S. (2014). Catálogo comentado de los Anthicidae y Aderidae (Coleoptera) de la provincia de Badajoz (Extremadura, España). *Boletín de la SEA*, **54**, 342-348.

Cotes, B., Campos, M., Pascual, F., García, P.A. & Ruano, F. (2010). Comparing taxonomic levels of epigeal insects under different farming systems in Andalusian olive agroecosystems. *Applied Soil Ecology*, **44**, 228-236.

Daane, K. M. & Johnson, M. W. (2010). Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times. *Annual Review of Entomology*, **55**, 151-169.

Dinis, A. M., Pereira, J. A., Benhadi-Marín, J. & Santos, S. A. (2016). Feeding preferences and functional responses of *Calathus granatensis* and *Pterostichus globosus* (Coleoptera: Carabidae) on pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Bulletin of Entomological Research*, **106**, 701-709.

Dinis, A.M., Pereira, J.A., Pimenta, M.C., Oliveira, J., Benhadi-Marín, J. & Santos, S.A.P. (2015). Suppression of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae by soil arthropods in the olive grove. *Journal of Applied Entomology*, **140**, 677-687.

Fernandes, F. L., Picanço, M. C., de Sena Fernandes, M. E., Xavier, V. M., Martins, J. C. & da SILVA, V. F. (2010). Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitóides em feijoeiro. *Bioscience Journal*, **26**, 6-14.

- Fujihara, R. T., Forti, L. C., Almeida, M. D. & Baldin, E. L. L. (2011). Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias. *Botucatu [Brasil]: Editora FEPAF*.
- Garlet, J., Costa, E. C., Boscardin, J., Machado, D. N. & Pedron, L. (2015). Fauna de Coleoptera Edáfica em eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da Matocompetição. *Floresta e Ambiente*, **22**, 239-248.
- Gobbi, M. & Fontaneto, D. (2008). Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **127**, 273-276.
- Gonçalves, M. (2014). Diversidade de artrópodes associados à oliveira (*Olea europaea* L.), no Algarve. *Ecologi@-Revista Online da Sociedade Portuguesa de Ecologia*. 70-76.
- Gullan, P. J. & Cranston, P.S. The insects: an outline of entomology. 5. Ed – Rio de Janeiro: Roca, 2017.
- Korasaki, V., Ferreira, R. de S., Canedo-Júnior, E. de O., França, F. & Audino, L. D. (2017). Macrofauna. Em: Toma, M. A.; Boas, R. C. V.; Moreira, F. M. de (Ed.). *Conhecendo a vida do solo. 2. Editora UFPA: Lavras. 32pp.*
- Lavelle, P. Decaëns T., Aubert, M., Blouin, M., Mesa, F., Margerie, P., Mora, P. & Rossi, J.P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, **42**, S3-S15.
- Madeira, F., Tschardtke, T., Elek, Z., Kormann, U. G., Pons, X., Rösch, V. ... & Batáry, P. (2016). Spillover of arthropods from cropland to protected calcareous grassland—the neighbouring habitat matters. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **235**, 127-133
- Marinoni, R. C. (2001). Os grupos tróficos em Coleoptera. *Revista brasileira de Zoologia*, **18**, 205-224.
- Marinoni, R. C. & Ganho, N. G. (2006). A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Revista Brasileira de Entomologia*, **50**, 64-71.
- Ganho, N. G. & Marinoni, R. C. (2003). Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias

- capturadas através de armadilhas malaise. *Revista brasileira de Zoologia*, **20**, 727-736.
- Marinoni, R. C., Ganho, N. G., Monné, M. L. & Mermudes, J. R. M. (2001). Hábitos alimentares em coleoptera (insecta). Ribeirão Preto: *Holos*, 63.
- Orsini, M. M., Daane, K. M., Sime, K.R. & Nelson, E. H. (2007). Mortality of olive fruit fly pupae in California. *Biocontrol Science and Technology*, **17**, 797–807.
- Pinheiro, A., Araújo, R. B., Da Silva, L., De Souza, M. D., da Silva Júnior, J. G., Machado, M. P. & Martinovski, P. P. (2017). Ocorrência de escarabeíneos (coleoptera: scarabaeidae, scarabaeinae) em 2 tipos de armadilhas iscadas com etanol em área de transição cerrado sensu stricto & Pantanal, Mato Grosso. *Biodiversidade*, **16**,49-59.
- Pompeo, P. N., Oliveira Filho, L. C. I. D., Santos, M. A. B. D., Mafra, Á. L., Klauberg Filho, O. & Baretta, D. (2017). Morphological diversity of Coleoptera (Arthropoda: Insecta) in agriculture and forest systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **41**, 1-15.
- Santos, S. A., Cabanas, J. E. & Pereira, J. A. (2007). Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of soil biology*, **43**, 77-83.
- Silva, P. G. da. & Silva, F. C. G. da (2011). Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. *Revista Congrega Urcamp*, **5**, 1-16.
- Taboada, A., Kotze, D.J., Salgado, J. & Tárrega, R. (2011). The value of semi-natural grasslands for the conservation of carabid beetles in long-term managed forested landscapes. *Journal of Insect Conservation*, **15**, 573-590.
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (2015). Estudo dos insetos. 2. ed. Cengage Learning. São Paulo, 776pp.

Capítulo 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5. Considerações finais

O agroecossistema olival apresenta elevada importância para a região de Trás-os-Montes, sendo seu cultivo importante para a conservação da biodiversidade de artrópodes. Neste sentido, sua delimitação com áreas circundantes permite a existência de refúgio para estes táxons e contribui em termos de conservação de diversidade e também na limitação natural de pragas-chaves da cultura. Portanto, perante os resultados obtidos, sugere-se que o agroecossistema olival fornece habitats que sustentam a estrutura da comunidade da ordem Araneae e Coleoptera em termos de famílias e grupos funcionais, proporcionando abrigo, alimento e locais para reprodução. As áreas seminaturais adjacentes ao olival tais como o mato mediterrânico, com maior complexidade de estrutura vegetal, poderiam atuar como refúgio temporário para as aranhas e coleópteros perante as perturbações derivadas das práticas agronômicas nas áreas de cultura, assim como atuar como fonte de diversidade e fornecendo recursos alimentares alternativos quando estes escasseiam no olival. Desta forma, práticas de manejo agrícola, como a conservação de diferentes grupos herbáceos nas entrelinhas, e a não mobilização do solo, podem favorecer a conservação das comunidades de aranhas e coleópteros. Também, a manutenção e conservação das áreas seminaturais adjacentes à cultura podem contribuir para a limitação natural de pragas exercida pelas aranhas e coleópteros no agroecossistema olival. Contudo, ainda são necessários estudos ao nível taxonómico de espécie para as ambas as ordens com fim de aprofundar o conhecimento da dinâmica populacional temporal e espacial, assim como melhor estabelecer sua contribuição na limitação natural de pragas do olival.