



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

Influência do modo de produção da vinha na abundância e diversidade de macroinvertebrados

Joana Amaro Ribeiro

Orientador(es) | Isabel Alexandra Joaquina Ramos
Diogo Figueiredo

Évora 2019





Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

Influência do modo de produção da vinha na abundância e diversidade de macroinvertebrados

Joana Amaro Ribeiro

Orientador(es) | Isabel Alexandra Joaquina Ramos
Diogo Figueiredo

Évora 2019





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

- Presidente | Paulo Sá Sousa (Universidade de Évora)
- Vogal | Amália Maria Marques Espiridão de Oliveira (Universidade de Évora)
- Vogal-orientador | Diogo Figueiredo (Universidade de Évora)

Agradecimentos

À Professora Doutora Isabel Ramos, minha orientadora, sempre incansável, preocupada e motivadora, um especial agradecimento pela proposta do tema e por todo o apoio.

Ao Professor Doutor Diogo Figueiredo, meu co-orientador, muito obrigada pelo apoio e conhecimento transmitidos ao longo deste ano.

Ao Eng^o João Barroso, gestor do Programa de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo da CVRA, pela disponibilidade, conhecimento e ajuda no tratamento do tema.

À Fundação Eugénio de Almeida, particularmente à Eng^a Mariana Torres, que amavelmente permitiu o estudo das vinhas no Monte dos Pinheiros e que acompanhou o meu trabalho, disponibilizando todas as informações necessárias.

À família Madeira, proprietária da vinha da Gorita, muito obrigada pela disponibilidade, ajuda e amizade.

À Doutora Amália Oliveira, da Universidade de Évora, pela prontidão com que sempre me ajudou e me forneceu muito material necessário, pelo acompanhamento que fez do meu trabalho e pela disponibilidade em esclarecer todas as minhas dúvidas.

À Doutora Maria Otília Miralto, da Universidade de Évora, sempre muito paciente e disponível, pelo apoio na identificação dos macroinvertebrados.

Ao Professor Doutor Carlos Alexandre, da Universidade de Évora, agradeço a ajuda relativa à interpretação dos solos das vinhas.

À Professora Doutora Andreia Dionísio, da Universidade de Évora, agradeço a revisão da estatística e a disponibilidade.

Ao meu avô Carlos, pela sabedoria, interesse, apoio e pelas cuidadosas e impecáveis revisões.

A toda a minha família e amigos, especialmente aos meus pais, que acompanharam de muito perto todo o processo, que me apoiaram em cada passo e que, incansavelmente, suportaram os meus piores momentos, ajudando-me a ultrapassar alguns obstáculos com que me deparei ao longo do ano.

Influência do modo de produção da vinha na abundância e diversidade de macroinvertebrados

Resumo

A vitivinicultura é um dos principais setores agrícolas sendo importante a utilização de práticas mais sustentáveis que fomentem a biodiversidade. O presente estudo teve como principal objetivo avaliar de que forma diferentes modos de produção da vinha determinam diferentes níveis de abundância e diversidade de macroinvertebrados, tal como de produtividade. Pretendeu-se sugerir medidas de conservação que permitam aumentar a sustentabilidade das vinhas. Os macroinvertebrados do solo foram coletados utilizando armadilhas *pitfall*. Foram estudados três modos de produção: convencional, biológico e produção integrada em optidose. A área de estudo foi a Herdade dos Pinheiros da Fundação Eugénio de Almeida, em Évora, para as vinhas biológica e produção integrada em optidose, e Montoito, para a convencional. Concluiu-se que o modo de produção convencional tem efeitos negativos na abundância e diversidade de macroinvertebrados, havendo um controlo biológico reduzido. Os restantes modos de produção apresentaram valores aproximados entre eles, mas produtividades inferiores ao convencional.

Palavras-chave: Modo de produção da vinha, Abundância, Diversidade, Produtividade, Sustentabilidade

Effects of vineyard agricultural practices on the abundance and diversity of macroinvertebrates

Abstract

Nowadays, vineyards might play a key role in producing win-win solutions for agriculture and biodiversity conservation. Therefore, it is important to enhance sustainability. This study aimed to evaluate the effects of different agriculture practices on macroinvertebrate abundance and diversity, as well as on productivity levels. We suggested conservation measures for vineyard management that improve biodiversity. We compared three differently managed vineyards: conventional, organic and integrated production with *optidoses* (controlled doses of chemicals). Soil macroinvertebrates were sampled by pitfall traps. Study area was Herdade dos Pinheiros (Fundação Eugénio de Almeida), in Évora, for organic and integrated production vineyards, and Montoito, for the conventional vineyard. We learned that conventional management measures have negative effects on the abundance and diversity of macroinvertebrates. Therefore, biological control was lower in this vineyard. In organic and integrated production vineyards we found similar abundance and diversity of macroinvertebrates, but lower levels of productivity compared to the conventional vineyard.

Key words: Vineyard management, Abundance, Diversity, Productivity, Sustainability

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
<i>Abstract</i>	iv
Índice.....	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Tabelas.....	ix
Introdução.....	1
Objetivos do trabalho.....	2
Estrutura do trabalho.....	2
Capítulo 1 – As Práticas Agrícolas e a Biodiversidade.....	4
1.1. As Práticas Agrícolas na Europa.....	4
1.2. A Agricultura em Portugal: A Proteção integrada e os modos de produção sustentáveis.....	6
1.2.1. Modo de Produção Integrada.....	7
1.2.2. Modo de Produção Biológico.....	8
1.3. A Vitivinicultura.....	9
1.4. Proteção Fitossanitária da vinha, os inimigos-chave e os auxiliares.....	10
1.5. Os Macroinvertebrados como bioindicadores.....	12
Capítulo 2 - Materiais e Métodos.....	15
2.1. Caracterização dos locais de estudo.....	15
2.2. Caracterização das vinhas em estudo.....	17
2.3. Monitorização de macroinvertebrados do solo.....	19
2.4. Dados de produtividade.....	22
2.5. Análise de dados.....	22
2.5.1. Análise da riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) total e por modo de produção.....	23
2.5.2. Índices de diversidades por modo de produção.....	24
2.5.3. Análise da riqueza taxonómica e abundância de grupos funcionais.....	25
2.5.4. Análise da riqueza taxonómica e abundância por recolha (tendência temporal).....	26
2.5.5. Análise dos dados de produtividade.....	27
Capítulo 3 – Resultados.....	28

3.1. Riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) total e por modo de produção	28
3.1.1. Riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) no modo de produção integrada em optidose – Talhão A	31
3.1.2. Riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) no modo de produção biológica – Talhão B.....	35
3.1.3. Riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) no modo de produção convencional – Talhão C.....	38
3.1.4. Análise dos dados de abundância absoluta (ni) de macroinvertebrados por modo de produção.....	41
3.2. Diversidade e modos de produção	44
3.3. Riqueza taxonómica e abundância de grupos funcionais	45
3.4. Riqueza taxonómica e abundância por recolha (tendência temporal).....	50
3.5. Riqueza taxonómica e abundância de grupos funcionais por recolha	61
3.6. Dados de produtividade	63
Capítulo 4 – Discussão	66
4.1. Riqueza taxonómica (S), abundância absoluta (ni) e diversidade de macroinvertebrados total e por modo de produção	66
4.2. Riqueza taxonómica (S) e abundância absoluta (ni) de macroinvertebrados por recolha	83
4.3. Níveis de produtividade por modo de produção	87
Capítulo 5 – Sustentabilidade na vinha e medidas de gestão sugeridas	89
Conclusão.....	92
Estudos futuros.....	92
Referências.....	94
Anexos	100

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização dos talhões de vinhas em estudo	17
Figura 2 – Fotografia e esquema das armadilhas de <i>pitfall</i> utilizadas para capturar os macroinvertebrados	20
Figura 3 – Talhão em Modo de Produção Biológico da Herdade dos Pinheiros com a localização das linhas em estudo	21
Figura 4 – Esquema de instalação das <i>pitfall</i> em cada linha	21
Figura 5 – Gráfico das frequências relativas de cada classe no total de macroinvertebrados recolhidos	28
Figura 6 – Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe	29
Figura 7 – Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe no Talhão A (Produção integrada em optidose)	32
Figura 8 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Coleópteros no Talhão A (Produção integrada em optidose)	33
Figura 9 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Hemípteros no Talhão A (Produção integrada em optidose)	34
Figura 10 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Himenópteros no Talhão A (Produção integrada em optidose)	34
Figura 11 – Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe no Talhão B (Produção biológica)	36
Figura 12 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Coleópteros no Talhão B (Produção Biológica)	36
Figura 13 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Hemípteros no Talhão B (Produção Biológica)	37
Figura 14 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Himenópteros no Talhão B (Produção Biológica)	38
Figura 15 – Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe no Talhão C (Produção convencional)	39
Figura 16 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Coleópteros no Talhão C (Produção Convencional)	40
Figura 17 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Hemípteros no Talhão C (Produção Convencional)	40
Figura 18 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Himenópteros no Talhão C (Produção Convencional)	41

Figura 19 – Gráfico da abundância absoluta (ni) dos indivíduos de cada grupo funcional (Detritívoros, Fitófagos, Micetófagos e Predadores) por modo de produção	48
Figura 20 – Gráfico da abundância absoluta (ni) das classes de macroinvertebrados por recolha	51
Figura 21a – Gráfico da abundância absoluta (ni) da classe Arachnida por recolha e modo de produção	55
Figura 21b – Gráficos da abundância absoluta (ni) das classes Chilopoda e Insecta por recolha e modo de produção	57
Figura 21c – Gráfico da abundância absoluta (ni) da classe Malacostraca por recolha e modo de produção	57
Figura 22 – Gráficos da abundância absoluta (ni) das ordens de macroinvertebrados por recolha e modo de produção.....	58
Figura 23 – Gráfico da abundância absoluta (ni) dos grupos funcionais de macroinvertebrados coletados por recolha	62
Figura 24 – Gráfico dos valores de produtividade em cada modo de produção	64

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados de produtividade dos talhões de vinha em estudo	22
Tabela 2 – Valores de abundância absoluta (ni), frequência relativa (Fr) e riqueza de unidades taxonómicas (S) por modo de produção	31
Tabela 3 – <i>P-values</i> do teste <i>Dunn</i> para cada unidade taxonómica nas três combinações possíveis de comparação de modos de produção.....	44
Tabela 4 – Índice de diversidade de Shannon (H'), índice de equitabilidade de Pielou (J) e índice de complementar de Simpson (1-D) por modo de produção tendo em conta a família Formicidae e excluindo a família Formicidae	45
Tabela 5 – Abundância absoluta (ni) de cada grupo funcional (Detritívoro, Fitófago, Micetófago, Predador, Não identificado) no total de macroinvertebrados recolhidos	46
Tabela 6 – Riqueza taxonómica (S) de cada grupo funcional (Detritívoro, Fitófago, Micetófago, Predador) por modo de produção	48
Tabela 7 – Riqueza taxonómica e abundância absoluta (ni) de macroinvertebrados por recolha	50
Tabela 8 – Abundância absoluta (ni) das ordens da classe Insecta por recolha e <i>p-values</i> dos testes <i>Kruskal-Wallis</i> e <i>Dunn</i>	53
Tabela 9 – Riqueza taxonómica (S) do total de macroinvertebrados amostrados por recolha e modo de produção	54
Tabela 10 – Abundância absoluta (ni) do total de macroinvertebrados amostrados por recolha e modo de produção	55
Tabela 11 – <i>P-values</i> da análise dos valores de abundância absoluta (ni) de Coleoptera por recolha em cada talhão	59
Tabela 12 – <i>P-values</i> da análise dos valores de abundância absoluta (ni) de Hemiptera por recolha em cada talhão	60
Tabela 13 – <i>P-values</i> da análise dos valores de abundância absoluta (ni) de Hymenoptera por recolha em cada talhão	61
Tabela 14 – Riqueza taxonómica (S) de cada grupo funcional de macroinvertebrados amostrados por recolha	62
Tabela 15 – Valores de produtividade dos diferentes talhões de vinha nos últimos cinco anos e a sua média	64

Introdução

A agricultura representa a forma dominante de uso do solo na Europa, havendo um elevado grau de biodiversidade associado aos seus *habitats*. Desta forma, a conservação da natureza deve focar-se nestes *habitats*, tornando-os mais sustentáveis (Robinson & Sutherland, 2002). A vitivinicultura é um dos principais setores da agricultura sendo muito importante que práticas agrícolas mais sustentáveis sejam utilizadas (Viers *et al.*, 2013). A proteção fitossanitária da vinha exige um conhecimento da cultura, dos seus inimigos e da intensidade dos seus ataques, mas também de diversos fatores bióticos, abióticos, culturais e económicos e dos organismos auxiliares da cultura. Assim, o controlo biológico tem uma enorme importância na proteção da vinha contra pragas e doenças e pode ser promovido através da utilização de práticas mais sustentáveis que aumentem a diversidade da fauna auxiliar naturalmente existente (Félix & Cavaco, 2009).

O principal objetivo deste trabalho é avaliar de que forma diferentes modos de produção da vinha determinam diferentes níveis de abundância e diversidade de macroinvertebrados. Esta análise foi feita em três vinhas com diferentes modos de produção: um modo de produção totalmente biológico, um modo de produção integrada em optidose e um regime de vinha convencional. A abundância e diversidade foram estudadas através de alguns grupos de macroinvertebrados dando especial atenção aos coleópteros, himenópteros e hemípteros. Estes são indicadores muito eficientes, pois respondem às alterações do tipo de gestão da vinha (L. J. Thomson, Sharley, & Hoffmann, 2007). Assim, os macroinvertebrados foram amostrados, utilizando armadilhas de solo (tipo “pitfall”), para estimar a sua riqueza, abundância e diversidade e comparar os seus valores em diferentes modos de produção de vinha. Os valores de produtividade foram também estimados e comparados.

As vinhas em estudo localizam-se no Alentejo, na região de Évora. As vinhas em modo de produção biológico e em modo de produção integrada em optidose encontram-se na Vinha do Casito situada na Herdade dos Pinheiros da Fundação Eugénio de Almeida. A vinha convencional localiza-se em Montoito (Redondo), pertencendo a um pequeno produtor privado.

Objetivos do trabalho

O principal objetivo do trabalho é verificar se diferentes modos de produção de vinha têm influência nos níveis de abundância e diversidade de macroinvertebrados.

Os objetivos específicos são:

- Comparar a riqueza taxonómica, a abundância e diversidade de macroinvertebrados nos três modos de produção de vinha: um modo de produção totalmente biológico, um modo de produção integrada em optidose e um regime de vinha convencional;
- Avaliar, por recolha, a riqueza taxonómica e a abundância de determinados grupos de macroinvertebrados na vinha;
- Analisar, por modo de produção e recolha, a distribuição dos grupos funcionais de macroinvertebrados;
- Comparar os níveis de produtividade dos três modos de produção;
- Relacionar os valores de riqueza, abundância, diversidade e produtividade determinando o modo de produção mais sustentável;
- Sugerir medidas de conservação que fomentem a biodiversidade nas vinhas e aumentem a sua sustentabilidade e a das áreas envolventes.

Estrutura do trabalho

O presente trabalho divide-se em seis capítulos onde se apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema em estudo e todas as fases do trabalho desenvolvido, explicando as metodologias e apresentando os resultados, a discussão dos mesmos e as principais conclusões retiradas.

O tema central e os seus objetivos, tanto o global como os específicos, constam na Introdução. Aí também é explicada a estrutura do trabalho.

O Capítulo 1 apresenta uma revisão bibliográfica sobre as práticas agrícolas na Europa e, mais especificamente, a agricultura em Portugal e as suas práticas mais sustentáveis. Por outro lado, podemos também encontrar neste capítulo informação acerca da vitivinicultura e a sua relação com a biodiversidade, tal como sobre a proteção fitossanitária da vinha na luta contra inimigos da mesma. Também a fauna auxiliar da vinha é referida no presente capítulo. Por fim, são apontados os macroinvertebrados em estudo e o seu papel como bioindicadores.

Os materiais e os métodos utilizados no estudo são apresentados no Capítulo 2. Neste capítulo descrevem-se os locais de estudo, incluindo uma breve descrição da

paisagem envolvente, do seu clima e do seu tipo de solos. São também caracterizadas as vinhas dos diferentes modos de produção em estudo. Posteriormente, apresenta-se a forma como foram analisados os dados de abundância e diversidade de macroinvertebrados, tal como os dados de produtividade. É também apresentada a análise estatística dos dados.

No Capítulo 3 mostramos os resultados obtidos na análise, por modo de produção e por recolha, dos dados da riqueza taxonómica e da abundância absoluta de diferentes grupos taxonómicos e de grupos funcionais. São ainda apresentados os valores dos índices de diversidade e da produtividade em cada modo de produção. Este capítulo inclui a análise estatística dos dados apresentados.

A discussão dos resultados é apresentada no Capítulo 4 onde se analisam os resultados obtidos à luz dos objetivos do trabalho e das hipóteses colocadas, tendo em conta toda a bibliografia consultada.

O Capítulo 5 reflete os resultados obtidos à luz da sustentabilidade e sugere medidas de conservação que promovam a biodiversidade das vinhas e aumentem a sua sustentabilidade e a das áreas envolventes.

No final são apresentadas as conclusões gerais do trabalho que melhor respondem aos objetivos do mesmo. Propõem-se ainda hipóteses de trabalhos a desenvolver.

Capítulo 1 – As Práticas Agrícolas e a Biodiversidade

1.1. As Práticas Agrícolas na Europa

A agricultura representa a forma de uso do solo dominante na Europa e, portanto, um elevado grau de biodiversidade está associado aos seus *habitats*. No passado, a conservação da natureza estava focada em *habitats* seminaturais ou espécies com distribuições muito localizadas, mas percebeu-se que a biodiversidade de *habitats* agrícolas pode ter maior interesse para a conservação (Robinson & Sutherland, 2002).

Num período pós Segunda Guerra Mundial ocorreu uma alteração das práticas agrícolas devido a novas políticas governamentais e a avanços tecnológicos (Robinson & Sutherland, 2002) um pouco por todo o mundo. Esta revolução das práticas resultou de uma alteração da agricultura tradicional, caracterizada por paisagens mais heterogêneas com diferentes tipos de produção, padrões mais complexos e maior persistência de áreas naturais, para uma agricultura intensiva, muito homogênea em termos de produção e com parcelas muito grandes e uniformes (Fahrig *et al.*, 2011). Os incentivos tecnológicos e económicos para aumentar a produtividade agrícola resultaram numa rápida intensificação das práticas durante os últimos 70 anos, sendo esta a principal causa da grande perda de biodiversidade que se observou nos campos agrícolas nas últimas décadas (Benton, Vickery, & Wilson, 2003). A facilidade de acesso a novas maquinarias facilitou o aumento da área das parcelas e a sua especialização. Atualmente, a degradação da qualidade dos *habitats* e o aumento da homogeneidade da paisagem parecem ser os fatores que mais influenciam a perda de biodiversidade. (Robinson & Sutherland, 2002).

Os mesmos autores referem que, apesar da intensificação da agricultura, da degradação da qualidade dos *habitats* e da homogeneidade da paisagem terem sido os fatores que mais influenciaram a grande perda de biodiversidade verificada, houve também consequências negativas pelo grande aumento da aplicação de herbicidas e pesticidas. Antes de 1930, os pesticidas utilizados eram compostos maioritariamente por cobre e enxofre. No entanto, o número de compostos ativos permitidos e utilizados na agricultura foi aumentado para cerca de 344 em 1997. Desta forma, o número de doenças e pragas que é possível controlar é cada vez maior, permitindo um aumento de produção.

É necessário avaliar os prós e os contras da utilização de pesticidas pois ainda que os seus benefícios sejam muitos, existem muitos problemas associados aos mesmos. Os maiores benefícios da utilização de pesticidas são os seus efeitos diretos

no controlo de doenças e indiretos no aumento de produtividade e na proteção contra as perdas de produção. No entanto, os efeitos negativos do uso de pesticidas são de elevada importância e cada vez mais evidentes, pois afetam a saúde humana e o ambiente através da contaminação de alimentos, água, ar e solo, e eliminam também organismos não alvo, reduzindo deste modo a biodiversidade (Aktar, Sengupta, & Chowdhury, 2009).

A biodiversidade pode ser considerada uma medida da qualidade dos ecossistemas, sendo que a sua perda se traduz numa menor qualidade dos mesmos (Duelli, 1997). Esta perda de biodiversidade afeta serviços dos ecossistemas muito importantes que, de um ponto de vista agrícola, incluem a quantidade de produção, o controlo biológico de pragas, a polinização e processos de decomposição (Tschardtke *et al.*, 2005). Por outro lado, de um ponto de vista humano e a longo prazo, existem outros serviços dos ecossistemas fulcrais que podem ser seriamente afetados, como a fertilidade do solo, a conservação e purificação da água ou o controlo das alterações climáticas e das emissões de carbono (Belfrage, Björklund, & Salomonsson, 2015).

A pegada ecológica da agricultura está a aumentar cada vez mais nos dias de hoje, não só devido à sua intensificação, como ao aumento das necessidades de alimento de uma população mundial em crescimento (Scherr & McNeely, 2008). A agricultura tradicional desenvolveu, ao longo dos séculos, sistemas diversos e adaptados que permitiram gerar alimento para as populações e garantir a biodiversidade nos sistemas agrícolas. Estas práticas tradicionais representam uma fonte de interesse para ecólogos pois, ao perceberem a complexidade de interações que ocorrem em sistemas agrícolas tradicionais que lhes permitem manter a biodiversidade, podem encontrar estratégias para aumentar a biodiversidade em sistemas agrícolas intensivos e degradados (Altieri, 2004). Assim, as paisagens agrícolas podem ser geridas de forma a aumentar a biodiversidade e garantir os seus efeitos positivos na produtividade. Surge então um novo paradigma, a “ecoagricultura”, que reconhece as relações económicas e ecológicas e a interdependência entre agricultura, biodiversidade e serviços de ecossistemas. Sistemas eficazes de “ecoagricultura” apostam em maximizar as relações ecológicas, económicas e sociais (Scherr & McNeely, 2008).

Os mesmos autores sugerem que a agricultura pode passar de uma das maiores ameaças à biodiversidade e aos serviços dos ecossistemas para um dos maiores contributos da sua recuperação e/ou melhoria. É, pois, preciso promover práticas de sustentabilidade que potenciem sinergias entre a agricultura e a conservação da natureza.

1.2. A Agricultura em Portugal: A Proteção integrada e os modos de produção sustentáveis

A Proteção integrada surge na Europa como um conjunto de medidas agroambientais utilizadas para combater os inimigos das culturas agrícolas de forma económica, eficaz e o menos prejudicial possível ao Homem e ao Ambiente. Assim, é feita uma avaliação e uma estimativa de risco dos potenciais inimigos das culturas e da intensidade dos ataques para se recorrer à utilização racional, equilibrada e integrada dos meios de luta disponíveis (genéticos, culturais, biológicos, biotécnicos e químicos). As medidas de Proteção integrada são utilizadas em diferentes sistemas agrícolas tais como a agricultura biológica e a produção integrada (Félix & Cavaco, 2009).

Em Portugal, a evolução das práticas relativas à Proteção integrada deu-se durante a década de 80 e início da década de 90 do século XX. Comparativamente a outros países da Europa, esta evolução foi muito lenta e pouco aceite pela maioria dos agricultores até 1992, ano da implementação do REG. (CEE) nº 2078/92, de 30 de junho. A Proteção integrada passou a ser melhor aceite pelos agricultores principalmente devido ao regime de ajudas constante neste Regulamento e ao desenvolvimento de ações de formação específica sobre o modo de produção em causa (Oliveira et al., 2014).

Podem destacar-se os seguintes princípios básicos da Proteção integrada, apresentados em Oliveira *et al.*, 2014:

- Prevenir ou evitar o desenvolvimento dos inimigos das culturas através de medidas visando a sua limitação natural;
- Reduzir ao mínimo as intervenções fitossanitárias nos ecossistemas agrícolas;
- Utilizar todos os meios de luta disponíveis, integrando-os de forma harmoniosa e privilegiando, sempre que possível, as medidas indiretas;
- Recorrer aos meios de luta diretos, apenas quando não houver alternativa, nomeadamente o uso de produtos fitofarmacêuticos;
- Selecionar os produtos fitofarmacêuticos em função da sua eficácia, persistência, custo e efeitos secundários em relação ao Homem, aos auxiliares e ao ambiente.

Em 2009, deu-se ainda a publicação da Diretiva nº 2009/128/CE de 21 de outubro, a Diretiva Quadro do Uso Sustentável dos Pesticidas (DUS). Esta diretiva estabelece um quadro de ação para o uso sustentável de pesticidas que permite reduzir os riscos e os efeitos da sua utilização para a saúde humana e ambiente. A proteção fitossanitária com baixa utilização de pesticidas dá prioridade a métodos

não químicos e à adoção de práticas e produtos fitofarmacêuticos com menor risco. A diretiva estabelece os princípios gerais, obrigatórios, a serem aplicados pelos utilizadores profissionais no Volume I da Circular externa DSMDS/DGAPF nº 02/2014 (Oliveira et al., 2014).

1.2.1. Modo de Produção Integrada

De acordo com a definição adotada, em 1993, pela OILB/SROP (*Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée / Section Régionale Ouest Paléarctique*) quanto às Regras Gerais de Produção Integrada: “a produção integrada é um sistema agrícola de produção de alimentos de alta qualidade e de outros produtos utilizando os recursos naturais e os mecanismos de regulação natural em substituição de fatores de produção prejudiciais ao ambiente e de modo a assegurar, a longo prazo, uma agricultura viável”¹ (Cavaco, Calouro, & Clímaco, 2005).

De acordo com os mesmos autores a produção integrada tem por base os seguintes princípios, aprovados pela OILB/SROP, em 2004:

- Regulação do ecossistema, importância do bem-estar dos animais e preservação dos recursos naturais;
- Diminuição dos efeitos secundários inconvenientes das atividades agrícolas;
- Exploração agrícola no seu conjunto, como a unidade de implementação da produção integrada;
- Atualização regular dos conhecimentos dos agricultores sobre produção integrada;
- Manutenção da estabilidade dos ecossistemas agrários;
- Equilíbrio do ciclo dos nutrientes, reduzindo as perdas ao mínimo;
- Preservação e melhoria da fertilidade intrínseca do solo;
- Fomento da biodiversidade;
- Entendimento da qualidade dos produtos agrícolas como tendo por base parâmetros ecológicos, assim como critérios usuais de qualidade, externos e internos;
- Proteção das plantas tendo obrigatoriamente por base os objetivos e as orientações da proteção integrada;

A **produção integrada em optidose** (modo de produção em estudo) está relacionada com a quantidade de produtos utilizada. Isto porque, em optidose, as quantidades são otimizadas, ou seja, as doses recomendadas pelos fabricantes são adequadas ao problema em questão. Desta forma, se um problema de infestantes,

¹ Tradução livre dos autores

doenças ou parasitas das vinhas pode ser resolvido com menores quantidades de pesticidas ou herbicidas, não é utilizada a totalidade da dose recomendada pelos fabricantes (Cavaco, Calouro, & Clímaco, 2005).

1.2.2. Modo de Produção Biológico

O **modo de produção biológico** é definido no ponto n° (1) do REG (CE) n° 834/2007 do Conselho, de 28 de junho², como “ um sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais e método de produção em sintonia com a preferência de certos consumidores por produtos obtidos utilizando substâncias e processos naturais, desempenhando, assim, o modo de produção biológica um duplo papel social, visto que por um lado, abastece um mercado específico que corresponde à procura de produtos biológicos por parte dos consumidores e, por outro, fornece bens públicos que contribuem para a proteção do ambiente e o bem-estar dos animais, bem como para o desenvolvimento rural.”

Este regulamento estabelece os objetivos gerais (Artigo III), os princípios gerais (Artigo IV) e os princípios específicos (Artigo V) da produção biológica (“Regulamento (CE) n° 834/2007 do Conselho,” 2007).

Neste modo de produção são utilizadas práticas culturais respeitadoras do equilíbrio natural do meio e trabalha-se em compatibilidade com os ciclos e sistemas naturais da terra, das plantas e dos animais. Segundo os princípios do modo de produção biológico é necessário manter e promover a biodiversidade, proteger *habitats* da flora e da fauna selvagens e utilizar, sempre que possível, recursos renováveis. Promove-se o uso responsável da água e a utilização de materiais biodegradáveis (Barrote, 2010).

De um modo geral, segundo a Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, em Barrote (2010), a produção biológica assenta em dois princípios básicos:

- A fertilidade e a atividade biológica dos solos devem ser mantidas ou melhoradas através de:
 - sistemas adequados de rotação;
 - incorporação nos solos de matérias orgânicas adequadas;
 - utilização de consociações de culturas no mesmo terreno;

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32007R0834>

- prática da adubação verde ou sideração com o cultivo de plantas melhoradas.
- A luta contra parasitas, pragas, doenças e infestantes deve ser feita através de:
 - escolha de espécies e variedades adequadas;
 - programas de rotação de culturas;
 - processos mecânicos de cultura;
 - utilização dos inimigos naturais dos parasitas das plantas.

1.3. A Vitivinicultura

Um dos setores da agricultura que mais influencia a biodiversidade é a vitivinicultura. Esta ocupa *habitats* chave e tem vindo a simplificar a estrutura da paisagem devido à intensificação das áreas agrícolas que ocupa (Viers *et al.*, 2013).

A vitivinicultura expandiu-se rapidamente em muitos países, nomeadamente nos maiores produtores do mundo como a França, a Itália e os Estados Unidos da América, sendo um setor de grande importância económica. Tipicamente, a vinha é uma cultura muito homogénea, que depende fortemente de muitos *inputs* de pesticidas e herbicidas para controlo de doenças, pragas e infestantes. A simplificação da paisagem fez com que muitos organismos auxiliares da vinha, que fariam o controlo biológico das pragas e doenças, não tenham condições para habitar nestas áreas. Assim, os pesticidas são ainda mais utilizados para substituir este controlo e a biodiversidade nas áreas agrícolas de vinha decresce cada vez mais. No entanto, atualmente, começou a haver uma maior consciencialização para todos os prejuízos causados pelo uso excessivo de pesticidas, o que conduziu ao aparecimento de práticas mais sustentáveis que permitam aumentar a biodiversidade e restabelecer o controlo biológico na vinha (Orre-gordon *et al.*, 2013).

Neste sentido, Viers *et al.* (2013) desenvolveram o conceito de “*vinecology*” que integra a ecologia, os princípios e as práticas agrícolas, contextualizando-os num regime sustentável de gestão da vinha. A vitivinicultura é considerada um ponto de entrada de práticas mais sustentáveis no mundo da agricultura, por ser um setor económica e biologicamente importante. Assim, o principal objetivo é promover a conservação da biodiversidade na produção da vinha, garantindo benefícios económicos, na proteção de espécies e *habitats* e, a longo prazo, na provisão de serviços dos ecossistemas.

A crescente consciencialização ecológica levou à adoção de práticas mais adequadas, sendo que a proteção integrada foi adaptada à produção vitivinícola do nosso país, exatamente por ser dos sectores agrícolas mais importantes. Desta forma, já existem vinhas em modo de produção integrada e vinhas em modo de produção biológica. As vinhas que não cumprem os princípios dos modos de produção anteriormente referidos serão doravante denominadas de vinhas em modo de produção convencional. Assim, a sua definição pode ser variável, mas consideramos que vinha convencional é, normalmente, característica de cada região. Neste tipo de gestão são utilizados *inputs* externos de herbicidas e pesticidas, sem qualquer preocupação com o ambiente ou com a biodiversidade, de forma a obter altas taxas de produtividade.

As vinhas em modo de produção integrada e em modo de produção biológico visam obter uvas sãs, de boas características organolépticas e de conservação, assim como de boas características enológicas, de modo a respeitar as exigências das normas nacionais e internacionais relativas à qualidade do produto e segurança alimentar, assegurando o desenvolvimento fisiológico equilibrado das plantas e preservação do ambiente (Félix & Cavaco, 2009; Oliveira et al., 2014).

Em Portugal, a vitivinicultura é um dos setores mais dinâmicos da agricultura, sendo que no contexto da União Europeia é o quinto maior produtor de vinho, com valores muito próximos da Alemanha, embora que ainda um pouco distantes da Itália, França e Espanha (Simões, 2008). A estrutura empresarial do setor vitivinícola é diversificada, sendo que existem empresas familiares, grupos económicos de importância internacional e, ainda, o setor cooperativo, com grande importância devido ao número elevado de produtores abrangidos. Assim, podem existir em termos de volume de negócios micro, pequenas, médias e grandes empresas. É comum, em Portugal, que as micro e pequenas empresas sejam do tipo familiar, pois não atingem volume adequado de produção de vinho para comercialização, fazendo parte, a maioria das vezes, do setor cooperativo (MADRP, 2007).

1.4. Proteção Fitossanitária da vinha, os inimigos-chave e os auxiliares

A vinha apresenta muitos problemas fitossanitários que podem originar perdas significativas de produção, diminuição da qualidade da uva e aumento do custo de produção. Desta forma, é muito importante possuir ferramentas para prevenção e combate destes problemas (Oliveira et al., 2014).

A prática da proteção fitossanitária, quer no modo de produção integrada ou em agricultura biológica, exige o conhecimento da cultura, dos seus inimigos e da

intensidade do seu ataque, de diversos fatores bióticos, abióticos, culturais e económicos e ainda, dos organismos auxiliares da cultura. Assim, é possível fazer uma estimativa de risco da presença dos inimigos e adotar os melhores meios de luta existentes e permitidos nos diferentes modos de produção. As medidas indiretas têm um carácter preventivo e fomentam condições desfavoráveis ao desenvolvimento dos inimigos da vinha e praticam-se através de luta cultural (utilização de castas menos suscetíveis, bom arejamento e penetração da luz, adequada orientação das cepas e drenagem evitando, todavia, o excesso de adubação que provoca vigor excessivo e prejudicial). Se as medidas indiretas não forem suficientes utilizam-se medidas diretas, através de luta biológica (recurso a tratamentos biológicos e medidas que reduzam a destruição dos auxiliares), luta biotécnica (método da confusão sexual e reguladores e inibidores de crescimento de insetos) e luta química (utilizando produtos fitofarmacêuticos de acordo com as indicações rotuladas) (Félix & Cavaco, 2009; Oliveira et al., 2014).

Em produção integrada a proteção fitossanitária assenta nos meios de luta disponíveis de forma racional e oportuna, recorrendo à luta química como último recurso e utilizando apenas os produtos fitofarmacêuticos permitidos. Assim, em Portugal, os critérios adotados, para a seleção de produtos fitofarmacêuticos e respetivas substâncias ativas permitidas em produção integrada, foram definidos pela Direção Geral de Agricultura e do Desenvolvimento Rural. Em agricultura biológica a proteção fitossanitária é encarada de forma mais preventiva do que curativa. Não são permitidos, salvo raras exceções, produtos de síntese, sendo que apenas são aconselhados, como último recurso, produtos fitofarmacêuticos de origem vegetal, animal ou mineral. Os produtos utilizados são os que constam no Anexo II do Regulamento (CE) nº 889/2008 de 5 de setembro, homologados em Portugal no âmbito da legislação específica relativa à colocação de produtos fitofarmacêuticos no mercado (Decreto-Lei nº 94/98, de 15 de abril) (Félix & Cavaco, 2009; Oliveira et al., 2014).

Os mesmos autores referem ainda que os principais problemas fitossanitários da vinha são doenças como o oídio (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.), o míldio (*Plasmopara viticola* (Berk. & Curt) Berl. & de Toni), a podridão-cizenta (*Botrytis cinerea* Pers.) e a escoriose (*Phomopsis viticola* Sacc.). Para além das doenças, também existem fitófagos (potenciais pragas) como a traça da uva (*Lobesia botrana* Den. & Schiff. e *Eupoecilia ambiguella* Hb), a cigarrinha-verde [*Empoasca vitis* (Gothe) e *Jacobiasca lybica* (Berg & Zanon)], a conchonilha-algodão (*Planococcus ficus* (Signoret)), a áltica (*Haltica ampelophaga* Guérin), os ácaros tetraniquídeos e eriofídeos, a pírale (*Sparganothis pilleriana* Den & Schiff) e os insetos “roedores de gomos”.

A proteção fitossanitária da vinha é muito influenciada pela fauna auxiliar e pelo controlo biológico existente. Este controlo biológico consiste na limitação natural das pragas, através de medidas que promovem a biodiversidade de fauna auxiliar naturalmente existente. Assim, o aumento da disponibilidade de recursos leva a um bom desempenho dos auxiliares e a um melhor controlo biológico. Por outro lado, também existe o tratamento biológico que introduz um agente biológico para reduzir ou anular o inimigo. Os principais auxiliares da vinha são os ácaros predadores (família Phytoseiidae), os coleópteros predadores (como a família Coccinellidae), os sirfídeos (dípteros da família Syrphidae), os antocorídeos (heteropteros da família Anthocoridae), os crisopídeos, hemeróbídeos e coniopterigídeos (ordem Neuroptera) e os himenópteros parasitoides (famílias Braconidae, Ichneumoidae, Chalcididae e Trochogrammatidae) (Félix & Cavaco, 2009; Oliveira et al., 2014).

1.5. Os Macroinvertebrados como bioindicadores

Algumas espécies de insetos podem ser consideradas bioindicadores, ou seja, podem ser indicadores ambientais, ecológicos e de biodiversidade. São indicadores ambientais pois respondem às perturbações ou mudanças ambientais e são indicadores ecológicos porque demonstram os efeitos das mudanças ambientais como alteração de *habitats*, fragmentação, mudanças climáticas ou poluição. Para além disso, são também indicadores de biodiversidade pois refletem os índices da mesma (McGeoch, van Rensburg, & Botes, 2002).

A promoção de práticas de gestão sustentáveis, que aumentem a biodiversidade na vinha, requer a identificação de elementos indicadores dessa biodiversidade e o conhecimento dos impactes de diferentes práticas na mesma. Os invertebrados estão intimamente relacionados com a produção vitivinícola e podem desempenhar diversas funções, tais como polinização, condicionamento do solo, fitofagia (alguns são considerados pragas potenciais) e ações no ciclo de nutrientes. Assim, os invertebrados são indicadores muito eficientes pois respondem a diferentes tipos de gestão da vinha (Thomson, Sharley & Hoffman, 2007).

A ordem Coleoptera é a ordem da classe Insecta com maior número de espécies, tendo aproximadamente quatrocentas mil espécies descritas, estando incluídos os insetos conhecidos como besouros ou escaravelhos (Borror & DeLong, 1969). Esta ordem engloba quatro subordens: Archostemata, Myxophaga, Adepfaga e Polyphaga (Lawrence *et al.*, 1999). Esta ordem de insetos distingue-se das restantes pela presença de asas anteriores endurecidas, os élitros, sendo estas as únicas asas utilizadas para o voo (Borror & DeLong, 1969). Para além disto, os Coleópteros podem

ser encontrados em quase todos os tipos de *habitats* onde ocorrem insetos, apresentando regimes alimentares muito variados (predadores, fitófagos, micetófagos, necrófagos, xilófagos) (Marioni *et al.*, 2001). Muitos dos seus representantes são atualmente utilizados como bioindicadores da qualidade ou da degradação ambiental. (Giovâni da Silva & Garcês da Silva, 2011). Na vinha as famílias Coccinellidae e Carabidae são de extrema importância biológica, uma vez que a maioria das espécies desta família é predadora de insetos fitófagos, potenciais pragas, como é o caso de afídeos (ordem Hemiptera), conchonilhas (ordem Hemiptera) e ácaros tetraniquídeos (ordem Acari) (Félix & Cavaco, 2009; Giovâni da Silva & Garcês da Silva, 2011). As famílias Curculionidae e Chrysomelidae têm um impacto negativo na vinha, por se alimentarem de diversas partes da videira, incluindo gomos e rebentos novos (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013).

Nos insetos, a ordem Hymenoptera é também uma das principais e mais abundantes, encontrando-se presente numa grande variedade de *habitats* terrestres (Hanson & Gauld, 2006). Inclui as superfamílias Adrenidae, Apidae, Halictidae, Colletidae e Megachilidae. Pertencem a este grupo de insetos as abelhas, as vespas, as formigas e os mosquitos. No que respeita aos grupos funcionais da ordem Hymenoptera destacam-se os parasitoides, os predadores e, principalmente, os polinizadores (Fernández & Sharkey, 2006). Em Portugal, há ainda pouco conhecimento relativamente às espécies mais eficazes contra as pragas da vinha, mas sabe-se que são potenciais controladores naturais (parasitoides) da conchonilha-algodão e de alguns lepidópteros (tal como os noctuídeos) (Félix & Cavaco, 2009). As famílias Eulophidae, Ecyrtidae e Ichneumonidae foram descritas como importantes parasitoides de algumas pragas da vinha tais como a conchonilha-algodão e a traça-da-uva, tendo um impacto positivo na vinha (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013).

A ordem Hemiptera, contando com cerca de setenta e cinco mil espécies de insetos, é também uma ordem muito representativa de insetos. A maioria destes artrópodes são fitófagos (picadores-sugadores), alimentando-se da seiva das plantas. Há também algumas espécies que são predadoras. Esta ordem inclui insetos como os percevejos, os pulgões e a cigarrinha verde, sendo caracterizados por um aparelho bucal picador-sugador. Inicialmente, esta ordem estava dividida em duas subordens, os Heteroptera e Homoptera. Atualmente, esta ordem encontra-se dividida em três sub-ordens: Auchenorrhyncha, Coleorrhyncha e Sternorrhyncha (Southwood & Leston, 1959). As famílias Cicadellidae e Pseudococcidae são importantes pragas da vinha com impactos muito negativos na sua produtividade e viabilidade. À primeira, pertence a cigarrinha-verde e a cigarrinha-da-flavescência-dourada. À segunda pertence a conchonilha-algodão (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013). Na vinha existe uma família muito importante de heterópteros auxiliares, os Anthocoridae. Estes são

predadores generalistas de ácaros, afídeos, tripes e lagartas. No entanto, na vinha a sua eficácia potencial é maior para ácaros (Félix & Cavaco, 2009). Para além destes, também os insetos das famílias Nabidae, Miridae, Lygaeidae, Reduviidae, Pentatomidae e Rhopalidae são benéficos para a vinha (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013).

O presente estudo utiliza a abundância e a diversidade de macroinvertebrados, dando principal atenção às famílias de Coleópteros, Hemípteros e Himenópteros, para identificar a influência de diferentes modos de gestão na biodiversidade e, conseqüentemente, na qualidade do ecossistema. Os grupos Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera foram escolhidos por serem das ordens mais abundantes e diversas em *habitats* de vinha (Gonçalves *et al.*, 2017) e por desempenharem funções de grande importância ecológica no ecossistema (L. J. Thomson *et al.*, 2007).

Capítulo 2 - Materiais e Métodos

2.1. Caracterização dos locais de estudo

Os locais de estudo estão situados no distrito de Évora, Alentejo, Portugal. As duas principais zonas de estudo são o Monte dos Pinheiros da Fundação Eugénio de Almeida em Évora e uma área de vinha particular designada Gorita, em Montoito, Redondo. A distância entre estas zonas é de, aproximadamente, 30 km. Na Herdade dos Pinheiros encontram-se as vinhas em modo de produção, quer integrada em optidose, quer em biológica. Na vinha da Gorita o modo de produção é o considerado convencional.

O clima da região é mediterrânico com influência nitidamente continental, o que significa que existe uma estação húmida bem acentuada, durante o Outono e o Inverno, e uma estação muito quente e seca, durante os meses de Verão. A influência continental é notória devido às amplitudes térmicas diárias e anuais existentes (Câmara Municipal de Évora, 2014).³

No que respeita ao ano de 2018, a que se refere o presente estudo, este foi considerado pelo IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) como um ano normal, sem desvios significativos na temperatura e na precipitação média anual. No entanto, é de destacar que ao analisar os valores mensais é possível notar que em fevereiro existiu uma temperatura mínima muito inferior à normal 1971-2000, que em março houve uma temperatura máxima muito inferior à normal 1971-2000 e em julho e novembro os valores da temperatura máxima do ar também foram inferiores à normal 1971-2000. Por outro lado, os meses de agosto e setembro foram extremamente quentes e secos (anomalias superiores a 3 °C relativamente à normal 1971-2000). No ano de 2018 ocorreram cinco ondas de calor: duas no verão (uma em junho e outra em agosto) e três no outono (duas em setembro e uma em outubro). Relativamente à precipitação destacaram-se os valores mensais nos meses de março (extremamente chuvoso) e dezembro (muito seco)(IPMA, 2018).⁴

O Monte dos Pinheiros da Fundação Eugénio de Almeida encontra-se muito próximo da cidade de Évora e confina com a estrada IP2, que leva à mesma. Esta estrada forma uma significativa descontinuidade na paisagem pois tem uma extensão e um tráfego bastante consideráveis. A paisagem envolvente às vinhas em estudo é dominada por grandes extensões de vinha com algumas áreas de pastagens, sendo

³ <http://www.cm-evora.pt/pt/site-municipio/Concelho/Paginas/OConcelho.aspx>

⁴ <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmb-Tema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>

que se observa uma grande homogeneidade devido à exploração intensiva da vinha. Na área existem pequenas barragens, estando a mais próxima a cerca de 500m de distância dos talhões em estudo.

No Monte dos Pinheiros existem vinhas em modo biológico e vinhas em modo de produção integrada em optidose. Foi escolhido um talhão para cada modo de produção, na designada vinha do Casito. Na Figura 1-a) encontram-se identificados os talhões em estudo, estando o Talhão A em modo de produção integrada em optidose e o Talhão B em modo de produção biológico. A escolha do Monte dos Pinheiros deveu-se, principalmente, ao facto de ser possível ter dois tipos de gestão de vinhas diferentes no mesmo local. Assim, variáveis como o clima, a qualidade e tipo de solo e a instalação da vinha são controladas e idênticas, para que o modo de produção seja o único fator a influenciar os níveis de biodiversidade e produtividade.

No entanto, na Fundação Eugénio de Almeida não existe nenhuma vinha em modo de produção convencional, sendo que foi estudada uma vinha convencional na mesma região, mas noutra zona. O talhão de vinha da Gorita, no Redondo, está identificado com a letra C na Figura 1-b) e foi escolhido para este estudo como o talhão de modo de produção convencional. Este pertence a uma vinha particular de um pequeno produtor da região. Considerou-se que as condições edafoclimáticas eram aproximadamente iguais às condições dos talhões situados na Herdade dos Pinheiros e tentou-se que todas as outras características da vinha fossem o mais semelhantes possível para evitar que estas influenciassem os resultados e adicionassem variáveis que afetassem os níveis de abundância, diversidade e produtividade.

O talhão de gestão convencional, situado na Vinha da Gorita, está muito próximo da pequena vila de Montoito. Na região apenas existem estradas de acesso local e uma nacional de pequena extensão e com pouco tráfego. É possível observar uma maior heterogeneidade na paisagem agrícola, com parcelas de plantações de menor extensão e mais diversas, onde se incluem vinhas, olivais e pastagens diversas. Neste caso a barragem mais próxima é a Barragem da Vigia, que fica a cerca de 5 km.

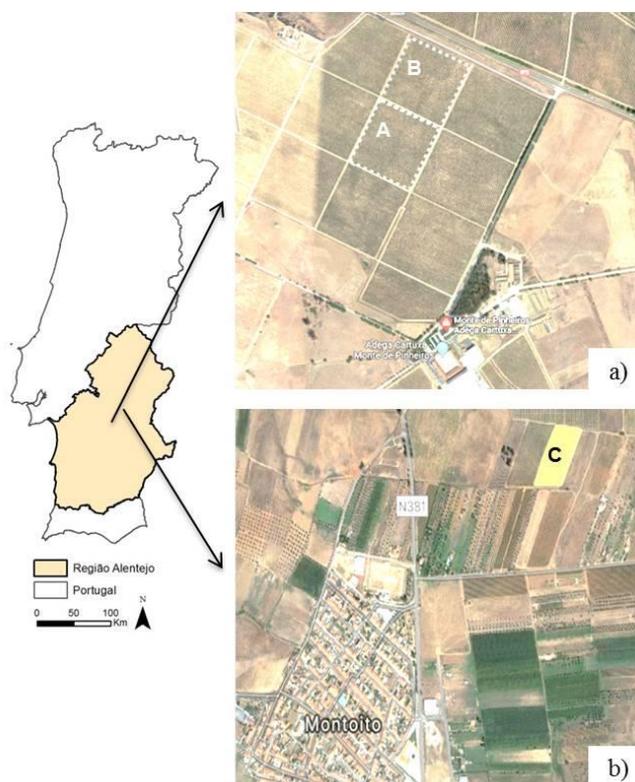


Figura 1 - Localização dos talhões de vinha em estudo.

- a)** Imagem satélite dos talhões da Herdade dos Pinheiros (Vinha do Casito), Évora. A – Modo de Produção Integrada em Optidose. B – Modo de Produção Biológico
b) Imagem satélite do talhão de Montoito (Vinha da Gorita). C – Modo de Produção Convencional

2.2. Caracterização das vinhas em estudo

Os principais aspetos para a caracterização de uma vinha são: a área, a idade, a instalação (ex. distância entre plantas e entre linhas), a orientação, o solo (tipo e perfil), a irrigação e as entrelinhas (Delenne *et al.*, 2008). Considerando estes aspetos, os talhões de cada modo de produção foram escolhidos de forma a que as suas características fossem o mais semelhantes possível.

Todos os talhões em estudo são da casta Trincadeira o que permite eliminar diferenças, principalmente, a nível de produtividade. A casta Trincadeira é muito popular nas regiões Alentejo e Douro. A sua produtividade é, normalmente, elevada. Caracteriza-se por ser uma casta tinta de cachos médios e muito compactos, sendo sensível a doenças. Está perfeitamente adaptada ao clima seco do Alentejo e do Ribatejo (Martins, 2006).

No que respeita aos talhões da vinha do Casito (modo de produção integrada e modo de produção biológico), da Fundação Eugénio de Almeida, ambos têm uma idade de 20 anos, com 2,50 m entre cada linha e 1 m entre cada planta. Desta forma há uma densidade de plantas de, aproximadamente, 4 000 plantas/ha. Para além disto, cada talhão tem 83 linhas com cerca de 200 m, com uma orientação Noroeste-Sudeste.

Na Carta de Solos de Portugal (40-A (Évora), escala 1:50 000, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, 1969), os solos das vinhas da Fundação Eugénio de Almeida são caracterizados como solos Pmg (Solos Argiluvitados Pouco Insaturados). Os solos Argiluvitados Pouco Insaturados têm expansibilidade elevada devido ao alto teor de argila que apresentam, o que se reflete numa permeabilidade muito lenta. Nos terrenos cultivados o teor de matéria orgânica é baixo, podendo atingir níveis muito altos em terrenos incultos. Em condições normais apresentam uso agrícola aceitável. Os Pmg são solos mediterrânicos normais e pardos de materiais não calcários.

O Talhão A [Figura 1 a)], em modo de produção integrada em optidose, tem uma área de 4,14 ha. Os tratamentos utilizados incluem pesticidas e herbicidas químicos, sendo que as doses são aplicadas de acordo com a altura da vegetação e o risco de doença. Podem ser utilizados todos os produtos permitidos pela Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV). O controlo das ervas nas linhas é feito com herbicidas e a fertilização com adubos ternários. Existe também um sistema de irrigação gota-a-gota subterrâneo.

O Talhão B [Figura 1 a)], em modo de produção biológico, tem uma área de 4,08 ha. Os tratamentos permitidos são à base de cobre, enxofre e produtos naturais. O controlo das ervas na linha é feito com um intercepas, método mecânico que corta as ervas 40 cm para cada lado da linha das plantas. Para a fertilização apenas é utilizada matéria orgânica. É feita poda em verde, desfolha adequada e recurso a um sistema de irrigação da vinha gota-a-gota subterrâneo. A poda em verde trata-se do corte de alguns lançamentos da videira para promover o crescimento dos ramos mais produtivos. A desfolha consiste na redução da parte vegetativa, promovendo a circulação de ar e sendo uma estratégia para o controlo de doenças que afetam as folhas da videira, como o oídio.

A manutenção de cobertura do solo nas entrelinhas é muito importante e, portanto, tanto um talhão como outro possuem enrelvamento (ADVID, 2014). No entanto, no talhão em modo biológico é plantada uma sementeira de leguminosas (como a ervilhaca e a tremocilha) e gramíneas (como a aveia ou o centeio). Por outro lado, no talhão de produção integrada em optidose existe um enrelvamento natural.

Como já referido, os enrelvamentos e sementeiras são muito importantes no controlo da erosão e promovem a limitação natural de pragas ao proporcionar recursos e refúgios propícios aos insetos auxiliares. Com o tempo, estas práticas podem ainda promover a acumulação de matéria orgânica no solo e contribuir para o seu maior controlo biológico, arejamento e drenagem.

Tentou-se que as características do talhão de vinha em modo de produção convencional [Talhão C – Figura 1 b)] fossem o mais semelhantes possível às dos talhões da Fundação Eugénio de Almeida. No entanto, apesar de ser uma vinha da mesma casta – Trincadeira – a idade é um pouco inferior, tendo cerca de 16 anos. Para além disso, a distância entre linhas é de 2,80 m e entre plantas de 1,20 m. Assim, tem uma menor densidade de plantas por hectare, apresentando, aproximadamente, 3000 plantas/ha. A orientação das linhas é Nordeste-Sudoeste.

Com 27 linhas, de 256 m de comprimento, esta parcela apresenta uma área de 1,25 ha. Os tratamentos podem ser pesticidas, herbicidas e bioestimuladores de crescimento, sendo que são apenas utilizados os produtos permitidos pela Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV). O controlo da erva na linha é feito com herbicidas e a fertilização com adubos ternários. Ocorrem três mobilizações por ano (inverno, primavera e verão) o que impede o desenvolvimento de enrelvamentos naturais. Para além disso, esta vinha tem também um sistema de irrigação gota-a-gota, mas não subterrâneo.

Os tratamentos e operações que decorrem na vinha, ao longo do ano de 2018, estão descritos na Tabela 1 dos Anexos para cada um dos três modos de produção. Estas informações foram fornecidas pelos proprietários.

Na Carta de Solos de Portugal (40-B (Monteito), escala 1:50 000, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, 1968), os solos da vinha da Gorita são caracterizados como solos Pac + Vcm com predominância de Pac. São ambos Solos Argiluvitados Pouco Insaturados com expansividade alta, elevado teor de argila e permeabilidade muito lenta. Os solos Pac são solos mediterrânicos pardos de materiais calcários, de margas, calcários margosos ou de calcários não compactos associados com xistos, grés argilosos, argilitos ou argilas. Os solos Vcm são solos mediterrânicos vermelhos ou amarelos, de materiais calcários, de margas ou calcários margosos.

2.3. Monitorização de macroinvertebrados do solo

Os dados de abundância e diversidade foram interpretados através dos macroinvertebrados capturados, dando principal atenção às famílias de Coleópteros,

Hemípteros e Himenópteros. A monitorização destes macroinvertebrados foi feita por metodologias de *pitfall* com três coletas em cada talhão de vinha (produção integrada em optidose, produção biológica e produção convencional), com 10 pontos de coleta por talhão (total de 30 pontos de coleta por talhão de vinha). As coletas começaram no início de julho e terminaram em meados de agosto de 2018, com intervalos de recolha de 15 dias.

As *pitfall* são armadilhas de solo em que é colocado um copo no solo (com, aproximadamente, 15 cm de altura e 8 cm de diâmetro) com as bordas superiores ao nível do mesmo e um telhado que evita que animais maiores caiam na armadilha, tal como pode ser observado na Figura 2. No interior das armadilhas foi colocado um líquido anticongelante com uma concentração de 20% e algumas gotas de detergente para a loiça.

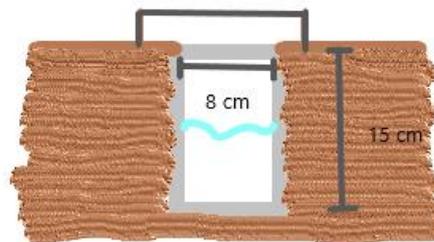


Figura 2 – Fotografia e esquema das armadilhas de *pitfall* utilizadas para capturar os macroinvertebrados.

Em cada talhão de vinha foram instaladas 10 *pitfall* em duas das linhas mais centrais (cinco *pitfall* em cada linha). As armadilhas encontravam-se separadas por uma distância de 20 m e a primeira armadilha da linha foi colocada 20 m depois do início da mesma. O facto de serem estudadas duas linhas centrais e de haver 20m de distância entre armadilhas e entre a primeira armadilha e o início da linha permite evitar a influência dos efeitos de orla nos resultados. A Figura 3 representa a forma como as *pitfall* foram instaladas em cada linha. Nos talhões da Herdade dos Pinheiros foram colocadas nas linhas 41 e 44, como pode ser observado na Figura 4. Para o talhão da vinha da Gorita foram colocadas nas linhas 13 e 16.

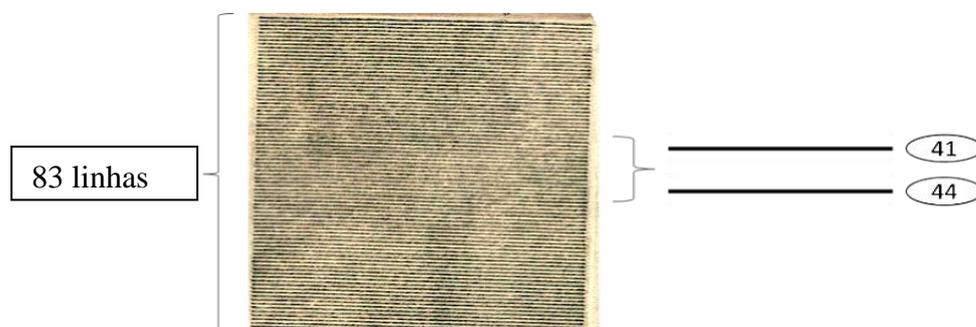


Figura 3 - Talhão em Modo de Produção Biológico da Herdade dos Pinheiros com a localização das linhas em estudo.

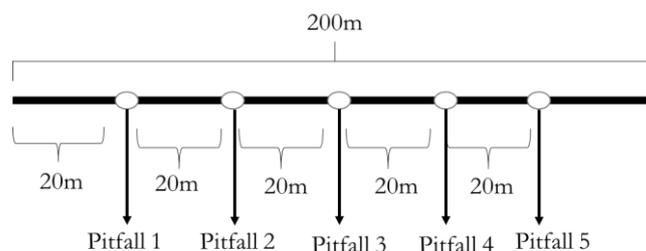


Figura 4 - Esquema de instalação das *pitfall* em cada linha

Entre a recolha e a triagem os macroinvertebrados foram conservados em sacos com álcool 70% e no frio. A triagem consistiu na separação dos macroinvertebrados capturados em cada amostra em quatro tubos com álcool a 70%, de forma a facilitar a identificação e a contagem. O primeiro tubo continha todos os indivíduos da classe Arachnida. No segundo tubo foram apenas colocadas as formigas (classe Insecta, ordem Hymenoptera) e no terceiro tubo foram colocados os indivíduos da classe Myriapoda e da ordem Isopoda (classe Malacostraca). Havia ainda um quarto tubo para os restantes macroinvertebrados, onde foram colocados os insetos em geral, nomeadamente Coleópteros, Himenópteros e Hemípteros.

A identificação dos macroinvertebrados foi feita até à família, exceto, para as classes Arachnida e Chilopoda, onde se identificou até à ordem, e algumas ordens da classe Insecta, tais como: Blattaria, Collembola, Dermaptera, Diptera, Embioptera, Ephemeroptera, Odonata, Lepidoptera, Orthoptera, Psocoptera, Thysanoptera e Zygentoma. No entanto, houve também alguns casos de insetos das ordens Coleoptera, Hymenoptera e Hemiptera em que não foi possível chegar à família ou porque o estado de desenvolvimento do exemplar era muito precoce, ou porque as suas condições de conservação não o permitiam. Nesta identificação foi utilizado o

Guía de Campo de los Insectos de España y de Europa de Michael Chinery (Chinery, 2010) e um artigo de Patrice Boucharde, e outros, com chaves de identificação de coleópteros (Bouchard *et al.*, 2011).

2.4. Dados de produtividade

Os dados de produtividade das vinhas foram disponibilizados pela Fundação Eugénio de Almeida, para as vinhas do Casito, e pelo proprietário da vinha da Gorita. Os dados de produtividade dos últimos cinco anos para cada talhão de vinha, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de produtividade dos talhões de vinha em estudo de 2014 a 2018

*Nota: Talhão A – Produção integrada em optidose; Talhão B – Produção biológica; Talhão C – Produção convencional

Produtividade (Kg / ha)			
Ano	Talhão A	Talhão B	Talhão C
2014	4681	6590	11500
2015	4449	2584	10000
2016	2113	1662	12300
2017	1512	1295	11000
2018	2785	5314	13000

2.5. Análise de dados

A análise dos dados das contagens e identificações permitiu inferir a riqueza taxonómica (S) e a abundância absoluta (ni) de classes, ordens e famílias de macroinvertebrados no total de recolhidos, por modo de produção e por recolha (tendência sazonal). Por outro lado, foi também possível estimar a diversidade por modo de produção através dos índices de diversidade, dominância e equitabilidade.

É importante notar que os insetos da ordem Collembola não foram considerados para a análise de dados pois são extremamente dependentes das condições climáticas, nomeadamente a queda de chuva e, como observado no presente estudo, apresentam um número de capturas muito elevado, sendo que a sua dominância influenciaria os valores de abundância e diversidade (Detsis, 2000; Hillbrand *et al.*,2008).

A análise dos dados de produtividade, fornecidos pelos proprietários das vinhas, permitiram verificar as diferenças entre os valores de cada vinha por ano e calcular a média dos mesmo para comparação.

2.5.1. Análise da riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) total e por modo de produção

A riqueza taxonómica do total de macroinvertebrados foi calculada contabilizando o nível taxonómico mais específico a que se conseguiu chegar em cada um dos indivíduos. Como riqueza taxonómica (S) entende-se o número total de unidades taxonómicas. Desta forma, nas ordens em que se identificou até à família contabilizou-se o número de famílias, adicionando o número de ordens encontradas em que não se identificou até à família, como é o caso dos Dípteros. Não foram contabilizados os indivíduos não identificados como larvas de Coleoptera ou ninfas de Hemiptera.

Foram calculadas as abundâncias absolutas (ni) e as frequências relativas (Fr) das diferentes classes, ordens e famílias de macroinvertebrados encontradas relativamente ao total de macroinvertebrados recolhidos.

Para além disso, foi também calculada a frequência relativa (Fr) das ordens em cada classe e das famílias nas ordens de Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera.

A riqueza taxonómica (S) por modo de produção foi calculada da mesma forma que a riqueza taxonómica total, acima descrita, contabilizando a presença ou ausência dos níveis taxonómicos encontrados nos diferentes modos de produção.

Calculou-se o total de macroinvertebrados recolhidos por modo de produção, tal como as abundâncias absolutas (ni) e as frequências relativas (Fr) das diferentes classes, ordens e famílias de macroinvertebradas em cada um dos três regimes.

Foram também calculadas, por modo de produção, as abundâncias absolutas (ni) e frequências relativas (Fr) das ordens relativamente à classe a que pertencem e das famílias de Coleópteros, Hemípteros e Himenópteros dentro destas ordens.

As diferenças entre os valores de abundância absoluta (n_i) das unidades taxonómicas por modo de produção foram analisadas no programa Rstudio (R Core Team, 2017). Utilizou-se a ANOVA e, para uma análise *a posteriori*, o teste *Tukey pairwise*. Quando os dados não cumpriam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade utilizou-se o teste *Kruskal-Wallis* não paramétrico e, para uma análise *a posteriori*, o teste *Dunn*. Os testes *a posteriori* são utilizados para determinar entre que grupos estão as diferenças significativas quando existem mais do que dois grupos e rejeitamos a H_0 da ANOVA ou do *Kruskal-Wallis*, que apenas indica que existem diferenças significativas em pelo menos dois dos grupos sem os identificar. Para verificar a normalidade e a homocedasticidade, foram utilizados, respetivamente, os testes *Shapiro Wilk* e *Bartlett*. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$ em todos os testes (Landeiro, 2011).

2.5.2. Índices de diversidades por modo de produção

A diversidade combina, neste caso, a riqueza taxonómica (S) e a abundância absoluta (n_i). Esta diversidade foi calculada com o auxílio de índices de diversidade, abundância e equitabilidade. Os índices calculados foram o índice de diversidade de Shannon (H'), o índice de equitabilidade de Pielou e o índice complementar de Simpson.

O índice de diversidade de Shannon (H') mede o grau de incerteza sobre a unidade taxonómica a que pertence um indivíduo da amostra escolhido ao acaso. Assume que os indivíduos são sempre escolhidos ao acaso e que todas as unidades taxonómicas estão representadas na amostra. Varia entre 0 e $H'_{\text{máx}} = \ln S$ sendo que é 0 se a amostra tiver apenas uma unidade taxonómica e $\ln S$ se todas as unidades taxonómicas da amostra estiverem presentes com a mesma abundância, sendo a diversidade máxima. Assim, H' é tanto maior quanto maior for a diversidade de unidades taxonómicas e equitabilidade existente, ou seja, menor a dominância (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Este índice é calculado através da seguinte fórmula, sendo n_i a abundância absoluta de cada unidade taxonómica e N a abundância absoluta do total de unidades taxonómicas da amostra:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

O índice de equitabilidade de Pielou (J) mede a proporção da diversidade observada (H') relativamente à diversidade máxima esperada (H_{max}), em que H_{max} = lnS, e é representado pela seguinte expressão:

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Este índice varia entre 0 e 1, sendo 1 o valor máximo de equitabilidade, ou seja, em que todas as unidades taxonómicas são igualmente abundantes (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Assim, quanto maior o J, maior a diversidade e menor a dominância.

O índice de Simpson (D) manifesta a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso de uma amostra serem da mesma unidade taxonómica. Varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 menor é a diversidade e maior a dominância (Moreno, 2001). Este índice é calculado através da seguinte expressão, em que $p_i = n_i/N$, n_i é a abundância absoluta de indivíduos de uma unidade taxonómica e N a abundância absoluta total da amostra:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Sendo este índice menos intuitivo que os dois anteriores, no presente trabalho utilizamos o complementar do mesmo, com a expressão $1 - D$. Assim, o valor é tanto maior quanto maior a diversidade e equitabilidade e menor a dominância (Moreno, 2001).

2.5.3. Análise da riqueza taxonómica e abundância de grupos funcionais

Calculou-se a abundância absoluta e frequência relativa dos diferentes grupos funcionais de macroinvertebrados (predadores, fitófagos, micetófagos ou detritívoros) relativamente ao total amostrado.

Para além disto, foi calculada a riqueza taxonómica dos diferentes grupos funcionais por modo de produção e as abundâncias absolutas e frequências relativas de cada grupo funcional por modo de produção. Para estes cálculos não foram considerados os Coleópteros, Hemípteros e Himenópteros não identificados até à família, larvas ou ninfas. As Formigas (classe Insecta, ordem Hymenoptera) e os

Dípteros (classe Insecta) também não foram considerados porque a identificação não foi específica o suficiente para determinar apenas um grupo funcional, visto que podem pertencer a vários.

As diferenças entre os valores de abundância de grupos funcionais por modo de produção foram analisadas no programa Rstudio (R Core Team, 2017). Utilizou-se a ANOVA e, para uma análise *a posteriori*, o teste *Tukey pairwise*. Quando os dados não cumpriam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade utilizou-se o teste *Kruskal-Wallis* não paramétrico e, para uma análise *a posteriori*, o teste *Dunn*. Os testes *a posteriori* são utilizados para determinar entre que grupos estão as diferenças significativas quando existem mais do que dois grupos e rejeitamos a H0 da ANOVA ou do *Kruskal-Wallis*, que apenas indica que existem diferenças significativas em pelo menos dois dos grupos sem os identificar. Para verificar normalidade e homocedasticidade, foram utilizados, respetivamente, os testes *Shapiro Wilk* e *Bartlett*. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$ em todos os testes de acordo com Landeiro (2011).

2.5.4. Análise da riqueza taxonómica e abundância por recolha (tendência temporal)

Estudou-se a riqueza taxonómica e as abundâncias absolutas do total de macroinvertebrados por recolha, sendo R1 a primeira recolha na primeira quinzena de julho, R2 a segunda recolha na segunda quinzena de julho e R3 a última recolha na primeira quinzena de agosto. Calcularam-se ainda as abundâncias das diferentes classes, ordens da classe Insecta e famílias das ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera por recolha.

Por outro lado, calculou-se a riqueza taxonómica e as abundâncias absolutas das classes e das ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera por recolha e por modo de produção.

Analisou-se a riqueza taxonómica e abundância absoluta de macroinvertebrados dos diferentes grupos funcionais por recolha. Da mesma forma que na análise por modo de produção, para estes cálculos, não foram considerados os Coleópteros, Hemípteros e Himenópteros não identificados até à família, larvas ou ninfas, tal como as Formigas (classe Insecta, ordem Hymenoptera) e os Dípteros (classe Insecta).

As diferenças entre os valores de abundância absoluta por recolha e de abundância de grupos funcionais por recolha foram analisadas no programa Rstudio

(R Core Team, 2017). Utilizou-se a ANOVA e, para uma análise *a posteriori*, o teste *Tukey pairwise*. Quando os dados não cumpriam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade utilizou-se o teste *Kruskal-Wallis* não paramétrico e, para uma análise *a posteriori*, o teste *Dunn*. Os testes *a posteriori* são utilizados para determinar entre que grupos estão as diferenças significativas quando existem mais do que dois grupos e rejeitamos a H₀ da ANOVA ou do *Kruskal-Wallis*, que apenas indica que existem diferenças significativas em pelo menos dois dos grupos sem os identificar. Para verificar normalidade e homocedasticidade, foram utilizados, respetivamente, os testes *Shapiro Wilk* e *Bartlett*. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$ em todos os testes de acordo com Landeiro (2011).

2.5.5. Análise dos dados de produtividade

Os dados de produtividade foram analisados no programa Rstudio (R Core Team, 2017), utilizando a análise de variância ANOVA. Foram analisadas as diferenças entre os valores de produtividade dos diferentes talhões de vinha nos últimos cinco anos. Utilizou-se como teste *a posteriori* o teste *Tukey pairwise*. Os testes *a posteriori* são utilizados para determinar entre que grupos estão as diferenças significativas quando existem mais do que dois grupos e rejeitamos a H₀ da ANOVA, que apenas indica que existem diferenças significativas em pelo menos dois dos grupos sem os identificar. Para verificar os pressupostos da ANOVA, normalidade e homocedasticidade, foram utilizados, respetivamente, os testes *Shapiro Wilk* e *Bartlett*. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$ de acordo com Landeiro (2011).

Capítulo 3 – Resultados

3.1. Riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) total e por modo de produção

No total foram recolhidos 14 635 macroinvertebrados (N), pertencentes a 68 unidades taxonómicas diferentes (S). Estes resultados não contabilizam a ordem Colembolla, pelas razões apresentadas no capítulo anterior. As unidades taxonómicas observadas e as respetivas abundâncias absolutas podem ser consultadas na Tabela 2 dos Anexos.

Os macroinvertebrados observados pertencem a quatro classes diferentes: Arachnida, Chilopoda, Insecta e Malacostraca. A classe com maior número de indivíduos foi a Insecta, com 12 102 insetos. A classe Arachnida segue-se com uma abundância de 1994 indivíduos. As classes Chilopoda e Malacostraca apresentaram abundâncias absolutas de 242 e 283 indivíduos, respetivamente. Foram ainda observados 14 indivíduos que não conseguimos identificar ou porque o estágio de desenvolvimento dos exemplares era muito precoce ou porque as suas condições de conservação não o permitiam. A Figura 5 representa o gráfico das frequências relativas das diferentes classes no total de macroinvertebrados coletados.

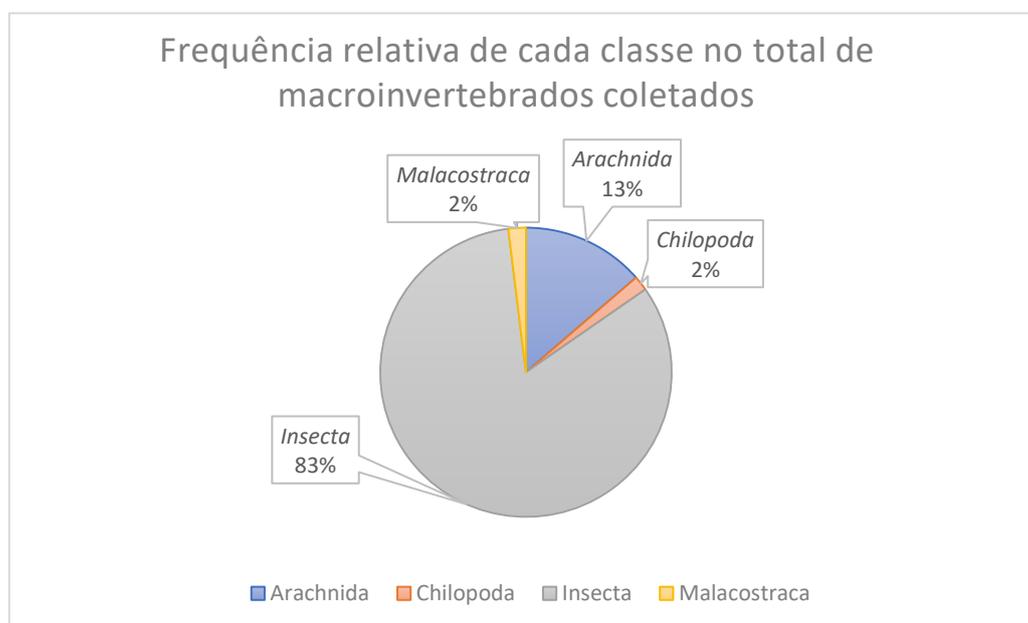


Figura 5 - Gráfico das frequências relativas de cada classe no total de macroinvertebrados recolhidos.

Na classe Arachnida foram encontrados indivíduos pertencentes a quatro ordens diferentes: Acari, Araneae, Opiliones e Pseudoscorpiones. A ordem mais comum desta classe foi a Araneae com 91% do total de indivíduos, tal como se pode observar na Figura 6, que representa os valores das abundâncias absolutas de cada ordem observada, e na Tabela 2 dos Anexos.

Na classe Chilopoda observaram-se indivíduos pertencentes a três ordens diferentes: Lithobiomorpha, Scolopendromorpha e Scutigleromorpha. A ordem mais comum desta classe foi a Lithobiomorpha com 90% do total de indivíduos, tal como se pode observar na Figura 6 e na Tabela 2 dos Anexos.

Na classe Insecta foram identificadas 12 ordens diferentes: Blattodea, Coleoptera, Diptera, Embioptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata, Orthoptera, Psocoptera, Thysanoptera e Zygentoma. As ordens mais comuns foram a Hymenoptera com 68% do total da classe, a Diptera com 11%, a Hemiptera com 10% e a Coleoptera com 5%. As abundâncias absolutas (ni) destas ordens podem também ser observadas na Figura 6 e na Tabela 2 dos Anexos.

No que respeita a classe Malacostraca foram identificados indivíduos da ordem Isopoda e a sua abundância absoluta pode ser observada na Figura 6 comparativamente às restantes ordens e na Tabela 2 dos Anexos.

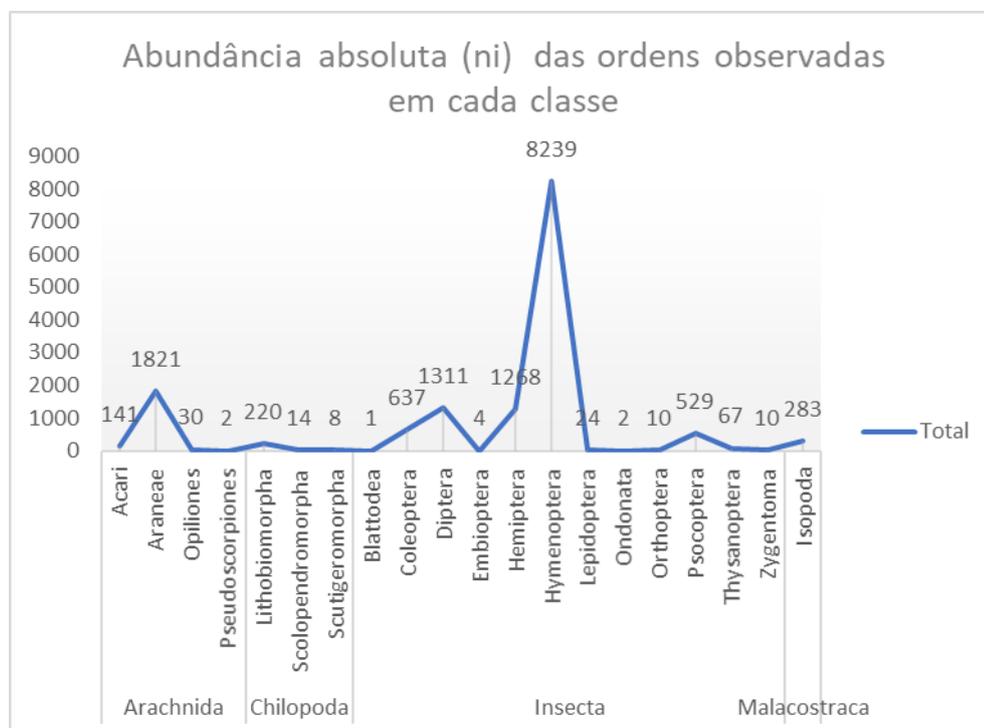


Figura 6 - Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe.

Relativamente ao total de macroinvertebrados recolhidos as ordens mais comuns foram: a Hymenoptera com uma frequência relativa de 56% do total, a Araneae com 12% do total, as ordens Diptera e Hemiptera cada uma com 9% do total e a ordem Coleoptera com 4 % do total.

Considerando a ordem Coleoptera, com um total de 637 indivíduos distribuídos em 23 famílias diferentes, observou-se que as famílias mais comuns foram: Dermestidae com 21% do total de Coleópteros, Staphilinidae com 12% e Silphidae com 6%. As abundâncias absolutas de cada família de Coleópteros podem ser consultadas na Tabela 2 dos Anexos.

A ordem Hemiptera foi representada por 13 famílias e observou-se um total de 1268 indivíduos. As famílias com maior abundância foram: Cicadellidae com uma frequência relativa de 47% do total de Hemípteros, Aphididae com 15% e Lygaeidae com 8%. As abundâncias absolutas de cada família de Hemípteros podem ser consultadas na Tabela 2 dos Anexos.

Foram identificados 8239 indivíduos da ordem Hymenoptera, pertencentes a 14 famílias diferentes. Neste caso, 99% dos indivíduos são da família Formicidae. Dos restantes 1% as famílias mais comuns foram Diapriidae e Pompilidae. As abundâncias absolutas da cada família de Himenópteros pode ser consultada na Tabela 2 dos Anexos.

Na análise por modo de produção verificou-se, como apresentado na Tabela 2, que 7493 macroinvertebrados foram coletados no Talhão A (Produção integrada em optidose), 4014 no Talhão B (Produção biológica) e 3118 no Talhão C (Produção convencional). Assim, 51% do total de macroinvertebrados foram coletados no Talhão A, com o modo de produção integrada em optidose. Foi também neste talhão que se observou a maior riqueza de unidades taxonómicas visto que se identificaram 57 das 68 unidades taxonómicas identificadas no total (Tabela 2). No Talhão B, em produção biológica, foram coletados 28% do total de macroinvertebrados recolhidos distribuídos por 52 das 68 unidades taxonómicas existentes no total (Tabela 2). No Talhão C, em produção convencional, apenas foram coletados 21% do total de macroinvertebrados recolhidos distribuídos por 47 das 68 unidades taxonómicas identificadas (Tabela 2).

As unidades taxonómicas encontradas por modo de produção e as respetivas abundâncias absolutas podem ser consultadas na Tabela 3 dos Anexos.

Tabela 2 - Valores de abundância absoluta (ni), frequência relativa (Fr) e riqueza de unidades taxonômicas (S) por modo de produção.

*Nota: Talhão A – Produção integrada em optidose; Talhão B – Produção biológica; Talhão C – Produção convencional

Modo de Produção	ni	Fr	S
Talhão A	7493	51%	57
Talhão B	4014	28%	52
Talhão C	3118	21%	47

Foram encontradas diferenças significativas entre os valores de abundância absoluta total dos três modos de produção (*Kruskal-wallis p-value* = 0,005205). O teste *Dunn a posteriori* revelou diferenças significativas entre os Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica) (*Dunn p-value* = 0,03085) e entre os Talhões A e C (produção convencional) (*Dunn p-value* = 0,001498). Por outro lado, os Talhões B e C demonstraram valores de abundância absoluta total semelhantes e sem diferenças significativas.

Analisando os valores de abundância absoluta total sem contabilizar a família Formicidae continuam a existir diferenças significativas da abundância absoluta total dos três modos de produção (ANOVA *p-value* = 0,04054). O teste *Tukey pairwise* revelou diferenças significativas dos valores de abundância absoluta total entre os Talhões A e C (*Tukey p-value* = 0,007434) e os Talhões B e C (*Tukey p-value* = 0,01277). Por outro lado, os Talhões A e B demonstraram valores de abundância absoluta total semelhantes e sem diferenças significativas.

3.1.1. Riqueza taxonômica (S) e abundância (ni) no modo de produção integrada em optidose – Talhão A

No Talhão A, em produção integrada em optidose, foram coletados indivíduos das quatro classes amostradas. Do total de macroinvertebrados amostrados no Talhão A, 11% são da classe Arachnida (ni=898), 2% da classe Chilopoda (ni=159), 84% da classe Insecta (ni=6323) e 1% da classe Malacostraca (ni=104). As abundâncias absolutas de cada classe no Talhão A podem ser observadas na Tabela 3 dos Anexos.

Na classe Arachnida foram identificados indivíduos das quatro ordens observadas no total de macroinvertebrados. As abundâncias absolutas destas ordens podem ser observadas na Figura 7 e na Tabela 3 dos Anexos. Nesta classe, 87% pertencem à ordem Araneae e 11% à ordem Acari, sendo estas as ordens mais representadas. Na classe Chilopoda, foram identificados indivíduos das três ordens

amostradas no total de macroinvertebrados. Neste caso, a ordem Lithobiomorpha apresentou uma maior abundância absoluta, representando 94% das capturas desta ordem na classe Chilopoda no Talhão A (Figura 7 e Tabela 3 dos Anexos). No que respeita a classe Insecta, foram identificados indivíduos pertencentes a nove das 12 ordens amostradas no total de macroinvertebrados. As ordens mais comuns foram: Hymenoptera com 78% do total de insetos amostrados no Talhão A, Hemiptera com 9%, Diptera com 7% e Coleoptera com 5%. As abundâncias absolutas das ordens de insetos podem ser consultadas na Figura 8 ou na Tabela 3 dos Anexos. A classe Malacostraca está representada neste talhão pela única ordem amostrada no total de macroinvertebrados, Isopoda, contando com uma abundância absoluta de 104 indivíduos (Figura 7 e Tabela 3 dos Anexos).

No total de macroinvertebrados recolhidos no Talhão A, as ordens mais comuns foram Hymenoptera (67%), Araneae (11%), Hemiptera (8%), Diptera (6%) e Coleoptera (4%), tal como se pode observar na Figura 7.

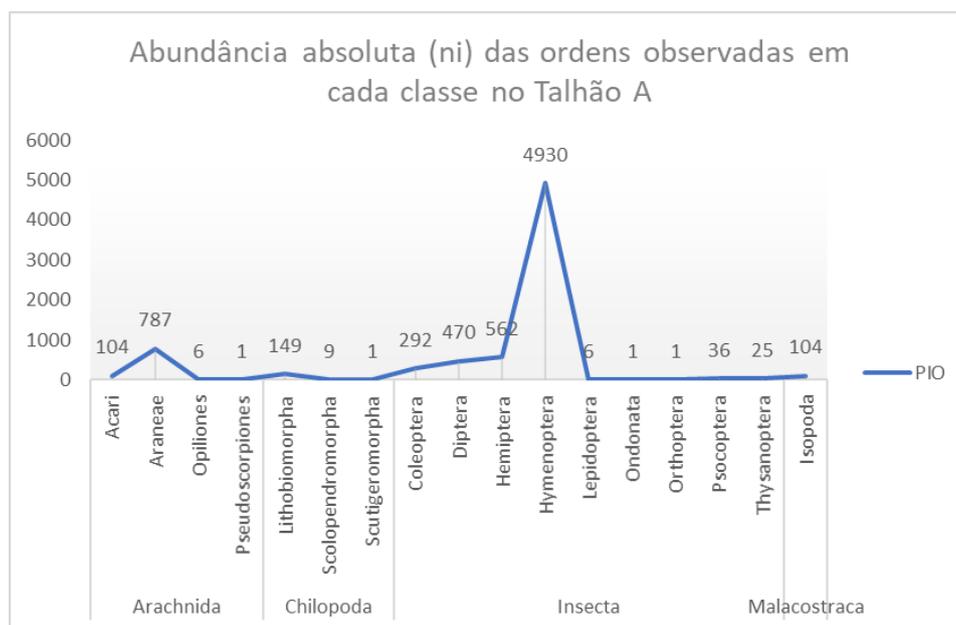


Figura 7 - Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe no Talhão A (Produção Integrada em optidose).

Tendo em conta a ordem Coleoptera, com um total de 292 indivíduos recolhidos no Talhão A, sendo uma das ordens mais representadas no total de macroinvertebrados recolhidos neste talhão, foram encontradas 19 das 23 famílias de Coleópteros identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 8 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Dermestidae (26% do total de

coleópteros recolhidos neste talhão), Staphilinidae (12% do total de coleópteros recolhidos neste talhão) e Corylophilidae (9% do total de coleópteros recolhidos neste talhão). Importante referir que aproximadamente 17% dos Coleópteros capturados não foram possíveis de identificar até à família principalmente por se encontrarem em estados larvares muito precoces ou em mau estado de conservação. As abundâncias absolutas das famílias de coleópteros podem ser encontradas na Figura 8 ou na Tabela 3 dos resultados.

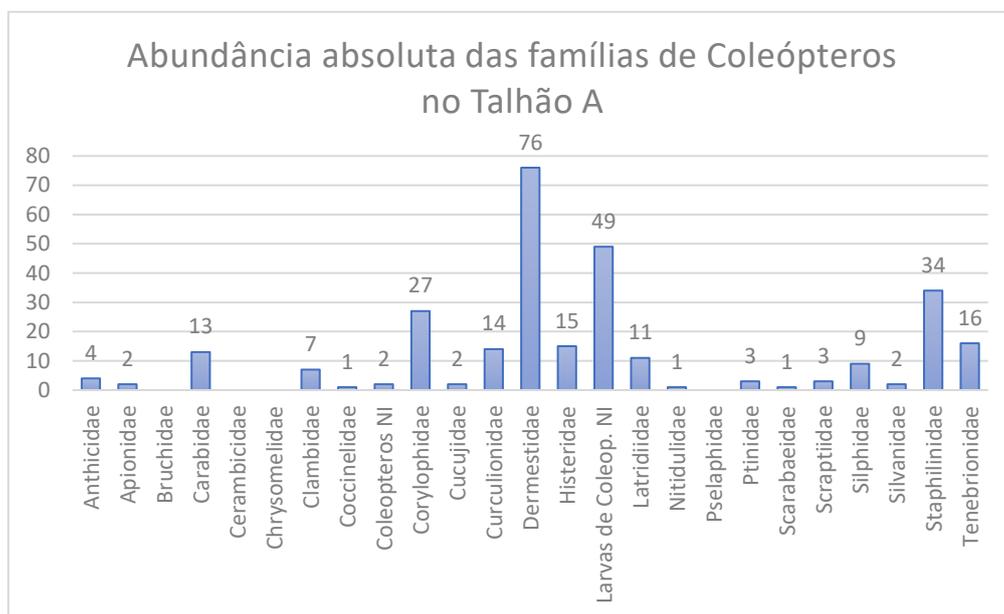


Figura 8 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Coleópteros no Talhão A (Produção integrada em optidose).

*Nota: "Coleópteros NI" são coleópteros adultos não identificados. "Larvas de Coleop. NI" são larvas de coleóptero em que não foi identificada a família

No que respeita a ordem Hemiptera, com um total de 562 indivíduos e sendo também uma das ordens mais representadas no total de macroinvertebrados recolhidos no Talhão A, foram encontradas 12 das 13 famílias identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 9 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Cicadellidae (45% do total de hemípteros recolhidos neste talhão), Lygaeidae (9% do total de hemípteros recolhidos neste talhão) e Aphididae (5% do total de hemípteros recolhidos neste talhão). Importante referir que aproximadamente 27% dos hemípteros recolhidos no Talhão A foram ninfas em estados precoces, sendo que não foi possível identificar a sua família. As abundâncias absolutas das famílias de hemípteros podem ser consultadas na Figura 9 e na Tabela 3 dos Anexos.

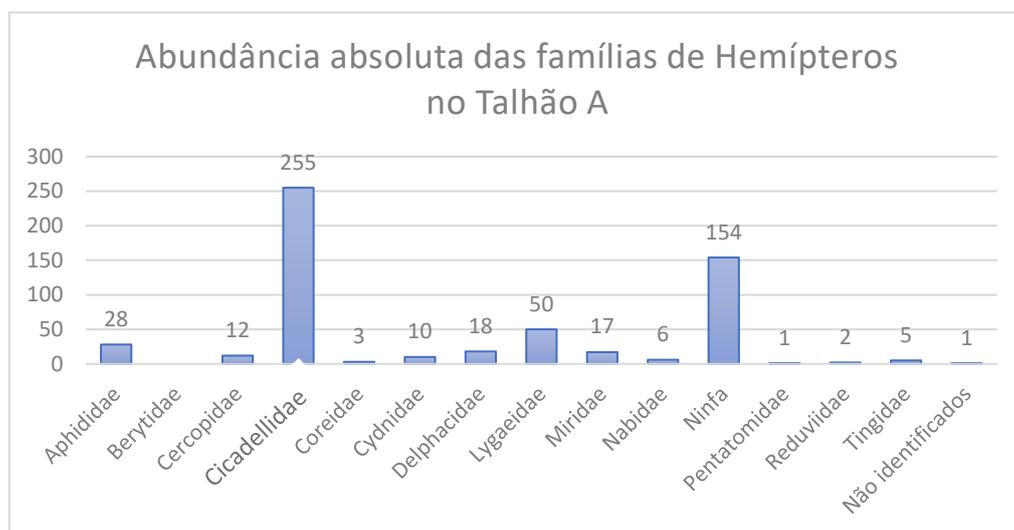


Figura 9 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Hemípteros no Talhão A (Produção integrada em optidose).

Na ordem Hymenoptera foi contabilizado um total de 4930 indivíduos sendo a ordem mais representada no total de macroinvertebrados recolhidos no Talhão A. Nesta ordem foram encontradas 11 das 14 famílias de Hymenoptera identificadas. No entanto, é importante referir que 99% do total de Hymenoptera são indivíduos da família Formicidae, contando com um total de 4897 indivíduos (Tabela 3 dos Anexos). Dos restantes 33 indivíduos da ordem Hymenoptera a família mais comum é a Diapriidae (Figura 10 e Tabela 3 dos Anexos).

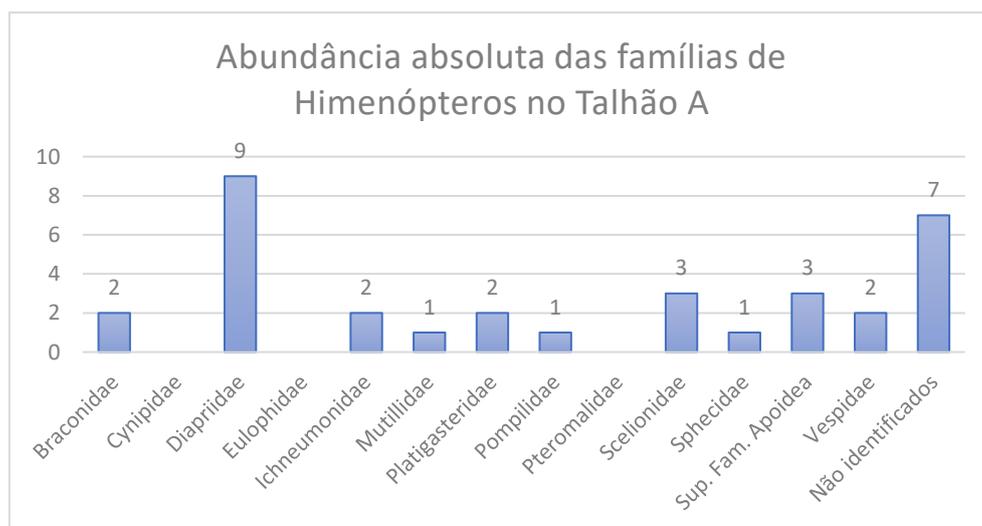


Figura 10 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Himenópteros no Talhão A (Produção integrada em optidose).

*Nota: Neste gráfico não está incluída a família Formicidae.

3.1.2. Riqueza taxonómica (S) e abundância (ni) no modo de produção biológica – Talhão B

No Talhão B, em produção biológica, foram identificados indivíduos das quatro classes amostradas. Do total de macroinvertebrados amostrados no Talhão B, 18% são da classe Arachnida (ni=709), 2% da classe Chilopoda (ni=69), 78% da classe Insecta (ni=3126) e 2% da classe Malacostraca (ni=108). As abundâncias absolutas de cada classe no Talhão B podem ser consultadas na Tabela 3 dos Anexos.

Na classe Arachnida foram encontradas as quatro ordens identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos. As abundâncias absolutas destas ordens podem ser observadas na Figura 11 e na Tabela 3 dos Anexos. Neste talhão a ordem mais representada da classe Arachnida foi a Araneae com 93% dos indivíduos. Na classe Chilopoda foram encontradas todas as ordens identificadas no total de macroinvertebrados. Tal como se pode ver na Figura 11 e na Tabela 3 dos Anexos, a ordem mais representada é a Lithobiomorpha, com 91% dos indivíduos da classe neste talhão. Na classe Insecta foram encontrados indivíduos pertencentes a 9 das 12 ordens identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 11 e Tabela 3 dos Anexos). As ordens mais comuns foram: Hymenoptera com 49% dos insetos amostrados no Talhão B, Hemiptera com 20%, Diptera com 19% e Coleoptera com 8%. As abundâncias absolutas das ordens de insetos no Talhão B podem ser consultadas na Figura 11 ou na Tabela 3 dos Anexos. A classe Malacostraca está representada neste talhão pela ordem Isopoda, única ordem identificada no total de macroinvertebrados recolhidos, contando com 108 indivíduos (Figura 11 e Tabela 3 dos Anexos).

No que respeita ao total de insetos amostrados no Talhão B, as ordens mais comuns foram: Hymenoptera (38%), Araneae (16%), Hemiptera (16%), Diptera (15%) e Coleoptera (7%), tal como se pode observar na Figura 11 e na Tabela 3 dos Anexos.

Para a ordem Coleoptera, com um total de 266 indivíduos recolhidos no Talhão B, sendo uma das ordens mais representadas no total de macroinvertebrados recolhidos neste talhão, foram identificadas 19 das 23 famílias de Coleópteros identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 12 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Dermestidae (21% do total de coleópteros recolhidos neste talhão), Silphidae (11% do total de coleópteros recolhidos neste talhão), Latridiidae (10% do total de coleópteros recolhidos neste talhão) e Clambidae (9% do total de coleópteros recolhidos neste talhão). Importante referir que aproximadamente 17% dos Coleópteros capturados não foram possíveis de identificar até à família principalmente por se encontrarem em estados larvares muito precoces ou em mau estado de conservação. As abundâncias absolutas das famílias

de coleópteros do Talhão B podem ser encontradas na Figura 12 ou na Tabela 3 dos resultados.

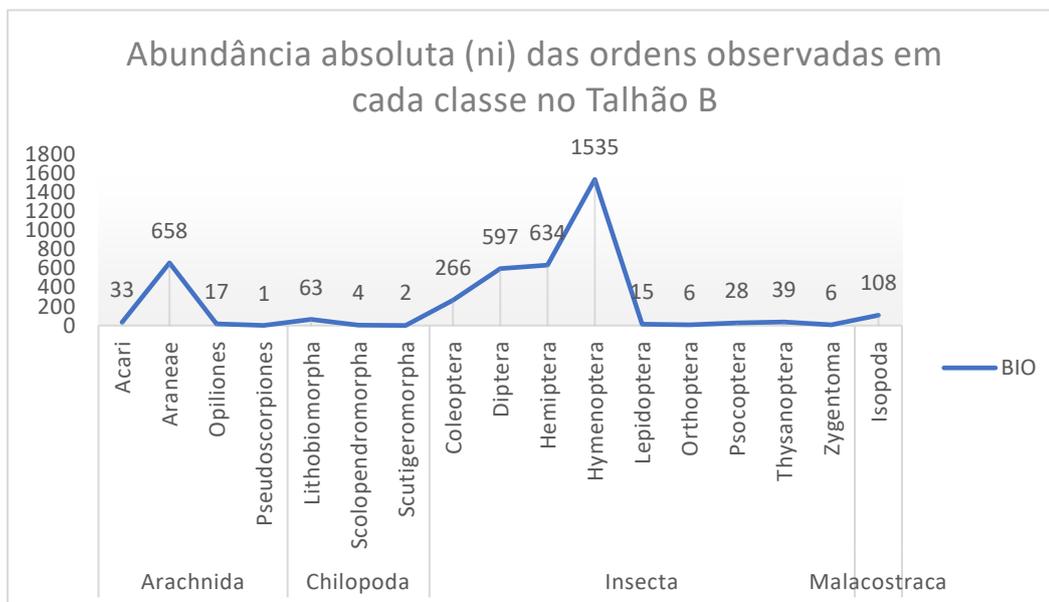


Figura 11 - Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe no Talhão B (Produção Biológica).

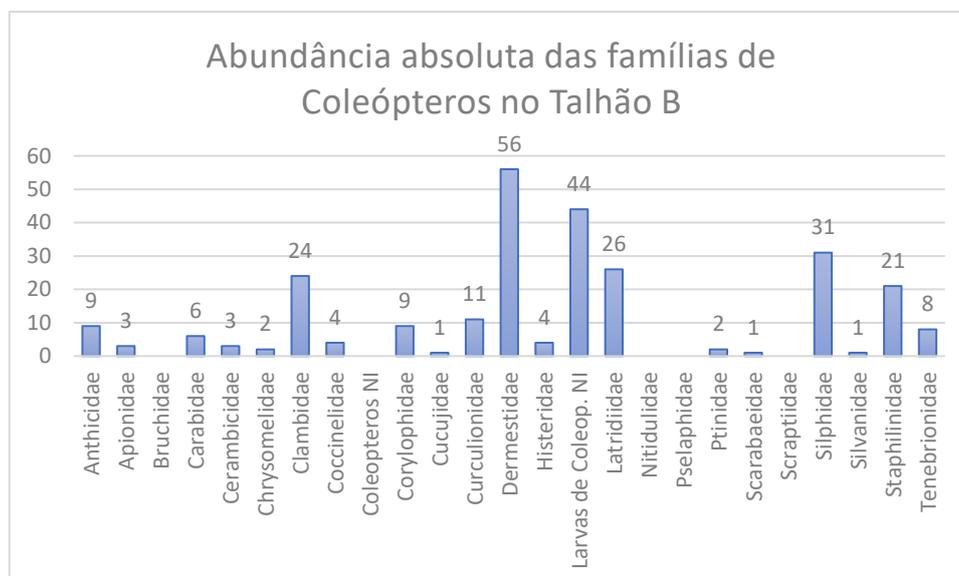


Figura 12 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Coleópteros no Talhão B (Produção Biológica).

*Nota: "Coleopteros NI" são coleópteros adultos não identificados. "Larvas de Coleop. NI" são larvas de coleóptero em que não foi identificada a família

Quanto à ordem Hemiptera, com um total de 634 indivíduos e sendo também uma das ordens mais representadas no total de macroinvertebrados recolhidos no Talhão B, foram encontradas 10 das 13 famílias identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 13 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Cicadellidae (51% do total de hemípteros recolhidos neste talhão), Aphididae (22% do total de hemípteros recolhidos neste talhão) e Lygaeidae (3% do total de hemípteros recolhidos neste talhão). Importante referir que aproximadamente 16% dos hemípteros recolhidos no Talhão B foram ninfas em estados precoces não sendo possível identificar a sua família. As abundâncias absolutas das famílias de hemípteros no Talhão B podem ser consultadas na Figura 13 e na Tabela 3 dos Anexos.

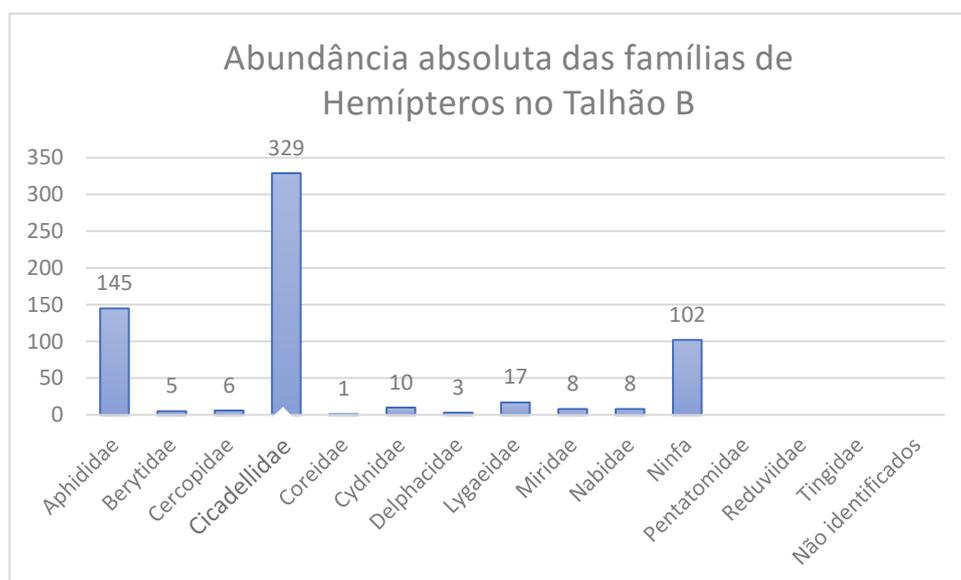


Figura 13 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Hemípteros no Talhão B (Produção Biológica).

Na ordem Hymenoptera foi contabilizado um total de 1535 indivíduos sendo a ordem mais representada no total de macroinvertebrados recolhidos no Talhão B. Foram encontradas 10 das 14 famílias de Hymenoptera identificadas no total. No entanto, é importante referir que 98% do total de Hymenoptera são indivíduos da família Formicidae, contando com um total de 1500 indivíduos (Tabela 3 dos Anexos). Dos restantes 35 indivíduos da ordem Hymenoptera as famílias mais comuns foram: Diapriidae e a Cynipidae, ambas com 0,4% dos Hymenoptera do Talhão B (Figura 14 e Tabela 3 dos Anexos).

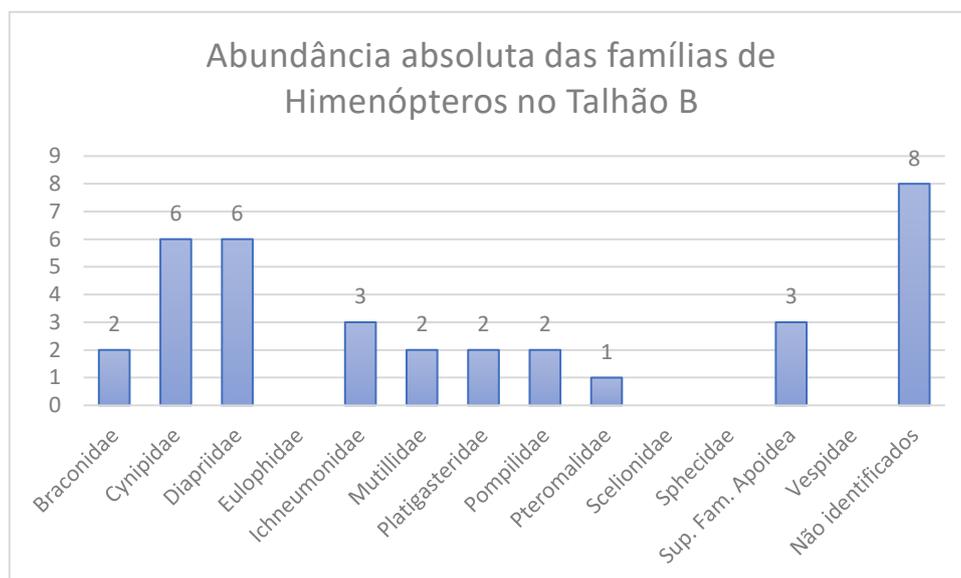


Figura 14 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Himenópteros no Talhão B (Produção Biológica).

*Nota: Neste gráfico não está incluída a família Formicidae.

3.1.3. Riqueza taxonômica (S) e abundância (ni) no modo de produção convencional – Talhão C

No Talhão C, em produção convencional, foram identificados indivíduos das quatro classes amostradas. Do total de macroinvertebrados amostrados no Talhão C, aproximadamente, 12% são da classe Arachnida (ni=387), 0,4% da classe Chilopoda (ni=14), 85% da classe Insecta (ni=2653) e 2% da classe Malacostraca (ni=71). As abundâncias absolutas de cada classe no Talhão C podem ser consultadas na Tabela 3 dos Anexos.

Neste caso, para a classe Arachnida apenas foram encontradas três das quatro ordens identificadas no total de macroinvertebrados coletados, pois a presença da ordem Pseudoescorpiones não foi observada. As abundâncias absolutas destas ordens podem ser observadas na Figura 15 e na Tabela 3 dos Anexos. Tal como nos talhões anteriores, a ordem melhor representada da classe Arachnida foi a Araneae, com 97% dos indivíduos. Na classe Chilopoda foram encontradas todas as ordens identificadas no total de macroinvertebrados, sendo que a ordem mais representada foi Lithobiomorpha (57% dos indivíduos da classe Chilopoda) (Figura 15 e Tabela 3 dos Anexos). Na classe Insecta, foram identificados indivíduos pertencentes às 12 ordens identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 15 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Hymenoptera com 67% dos insetos amostrados no Talhão B, Psocoptera com 18%, Diptera com 9% e Hemiptera e Coleoptera cada uma com 3%. As abundâncias absolutas das ordens de insetos no

Talhão C podem ser consultadas na Figura 15 ou na Tabela 3 dos Anexos. A classe Malacostraca está representada neste talhão pela única ordem identificada no total de macroinvertebrados coletados, Isopoda, com 71 indivíduos (Figura 15 e Tabela 3 dos Anexos).

No que respeita ao total de insetos amostrados no Talhão C, as ordens mais comuns foram: Hymenoptera (58%), Psocoptera (14%), Araneae (12%), Diptera (8%), tal como se pode observar na Figura 15 e na Tabela 3 dos Anexos.

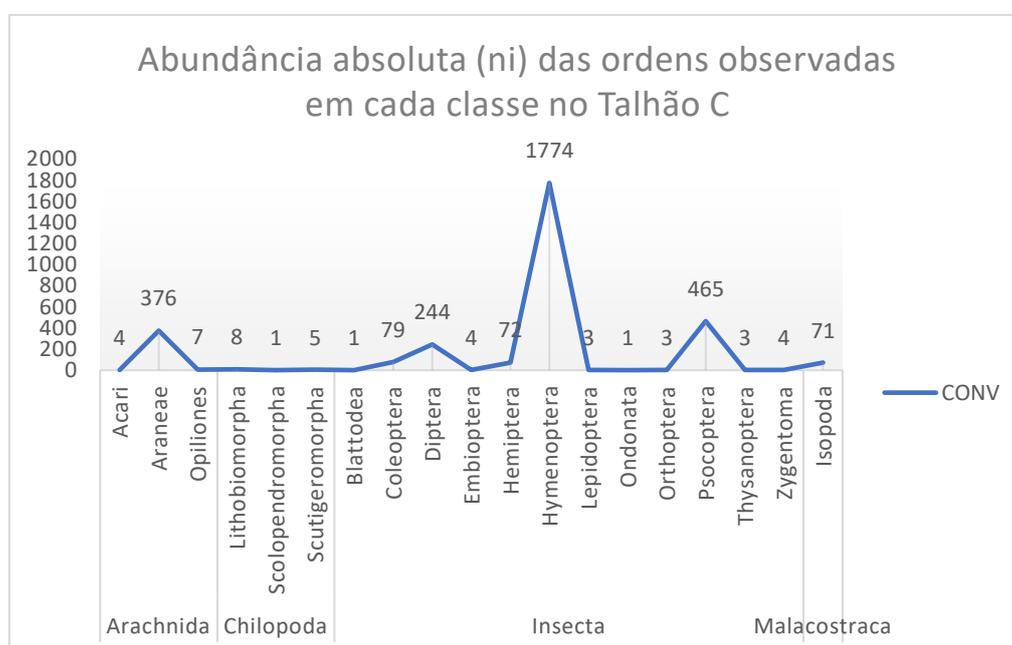


Figura 15 - Gráfico dos valores de abundância absoluta (ni) das ordens observadas em cada classe no Talhão C (Produção Convencional).

No Talhão C para a ordem Coleoptera, com um total de 79 indivíduos recolhidos, foram encontradas 16 das 23 famílias de Coleópteros identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 16 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Staphilinidae (25% do total de coleópteros recolhidos neste talhão), Corylophilidae (10% do total de coleópteros recolhidos neste talhão) e Tenebrionidae (9% do total de coleópteros recolhidos neste talhão). Importante referir que aproximadamente 20% dos coleópteros capturados não foram possíveis de identificar até à família, principalmente por se encontrarem em estados larvares muito precoces ou em mau estado de conservação. As abundâncias absolutas das famílias de coleópteros do Talhão C podem ser encontradas na Figura 16 ou na Tabela 3 dos resultados.

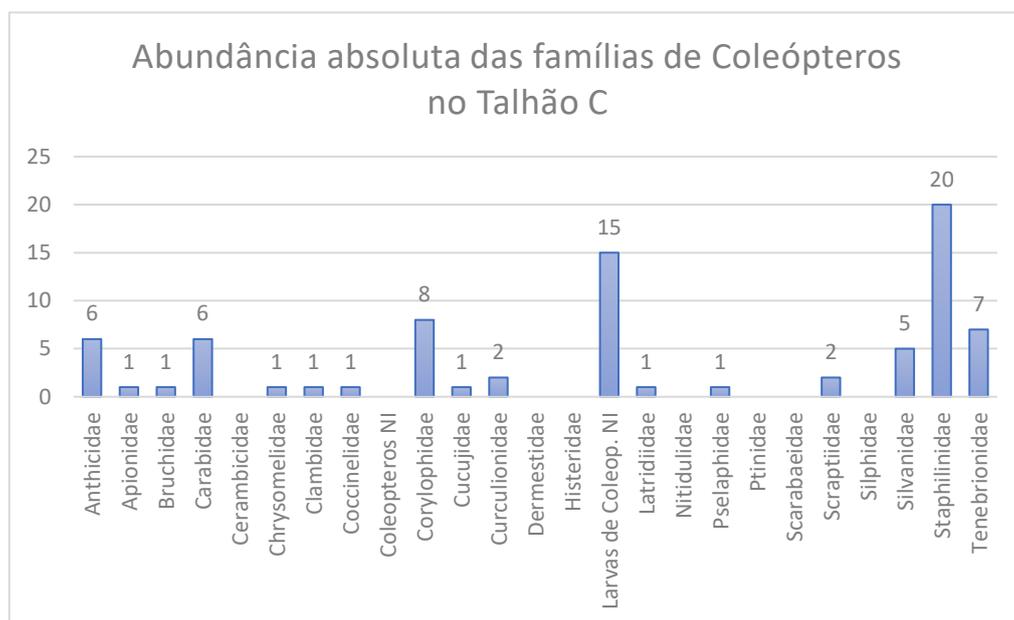


Figura 16 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Coleópteros no Talhão C (Produção Convencional).

*Nota: "Coleópteros NI" são coleópteros adultos não identificados. "Larvas de Coleop. NI" são larvas de coleóptero em que não foi identificada a família.

No que respeita à ordem Hemiptera, com um total de 72 indivíduos no Talhão C, foram encontradas 10 das 13 famílias identificadas no total de macroinvertebrados recolhidos (Figura 17 e Tabela 3 dos Anexos). As famílias mais comuns foram: Lygaeidae (43% do total de hemípteros recolhidos neste talhão), Cicadellidae (25% do total de hemípteros recolhidos neste talhão) e Aphididae (17% do total de hemípteros recolhidos neste talhão). As abundâncias absolutas das famílias de hemípteros no Talhão B podem ser consultadas na Figura 17 e na Tabela 3 dos Anexos.

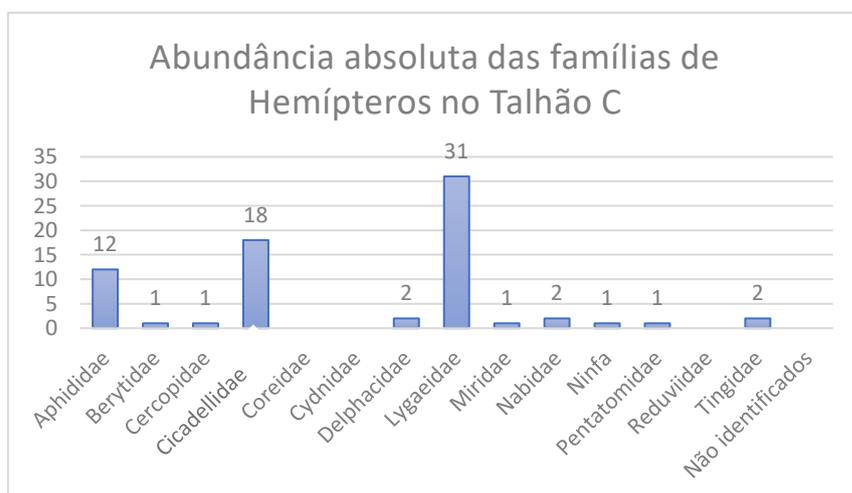


Figura 17 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Hemípteros no Talhão C (Produção Convencional).

Na ordem Hymenoptera foi contabilizado um total de 1774 indivíduos sendo a ordem mais representada no total de macroinvertebrados recolhidos no Talhão C. Foram encontradas apenas cinco das 14 famílias de Hymenoptera identificadas no total. No entanto, é importante referir que 99% do total de Hymenoptera são indivíduos da família Formicidae, contando com um total de 1750 indivíduos (Tabela 3 dos Anexos). Dos restantes 24 indivíduos da ordem Hymenoptera as famílias mais comuns foram: a Diapriidae com 0,6% dos Hymenoptera do Talhão C e a Pompilidae com 0,8% dos Hymenoptera do mesmo talhão (Figura 18 e Tabela 3 dos Anexos).

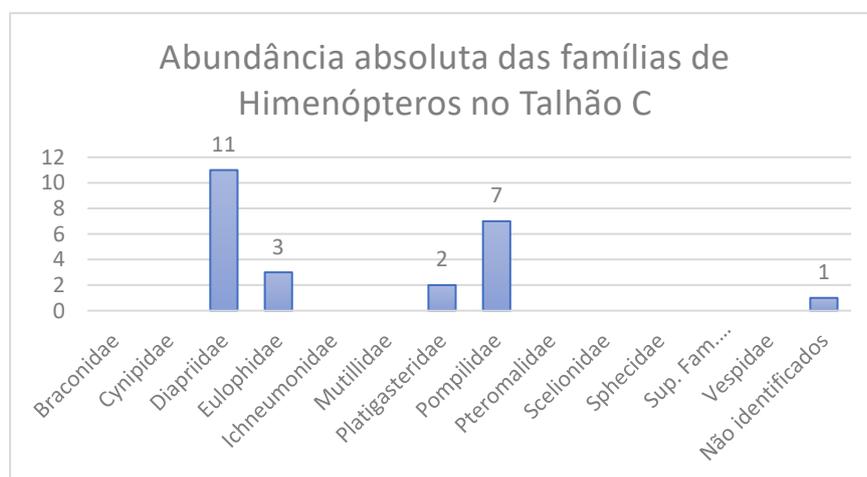


Figura 18 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das famílias de Himenópteros no Talhão C (Produção Convencional).

*Nota: Neste gráfico não está incluída a família Formicidae.

3.1.4. Análise dos dados de abundância absoluta (ni) de macroinvertebrados por modo de produção

Os dados de abundância absoluta (ni) das ordens de Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera foram analisados, através de um teste *Kruskal-Wallis* (não paramétrico), de modo a verificar se existiam diferenças significativas das abundâncias de cada um destes grupos entre os três modos de produção em estudo. Foi realizado um teste não paramétrico, pois os valores de abundância absoluta (ni) não cumpriam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade indispensáveis para uma análise paramétrica.

Para os dados de abundância absoluta (ni) de Coleoptera utilizou-se o teste *Kruskal-Wallis* que provou haver diferenças significativas entre os valores de

abundância absoluta de Coleoptera entre pelo menos dois dos três modos de produção ($p\text{-value}=0,0002036$). O teste *Dunn a posteriori* provou que as diferenças significativas se encontravam entre os Talhões A (modo de produção integrada em optidose) e C (modo de produção convencional) ($p\text{-value}=0,0005178$) e os Talhões B (produção biológica) e C ($p\text{-value}=0,0002502$). Os Talhões A e B apresentam uma abundância absoluta de coleópteros semelhante ($p\text{-value}=0,8487$).

Para os dados de abundância absoluta (ni) de Hemiptera realizou-se um teste *Kruskal-Wallis* que mostrou haver diferenças significativas entre os valores de abundância de Hemiptera entre pelo menos dois dos três modos de produção ($p\text{-value}=6,169e^{-5}$). O teste *Dunn* provou que as diferenças se encontravam entre os Talhões A e C ($p\text{-value}=0,000112$) e os Talhões B e C ($p\text{-value}=0,000169$). Os Talhões A e B apresentam uma abundância absoluta de hemípteros semelhante.

Os dados de abundância absoluta (ni) de Hymenoptera foram analisados com um teste *Kruskal-Wallis* que mostrou haver diferenças significativas entre os valores de abundância de Hymenoptera entre pelo menos dois dos três modos de produção ($p\text{-value}=0,0009361$). O teste *Dunn* provou que as diferenças se encontravam entre os Talhões A e B ($p\text{-value}=0,0003407$) e os Talhões A e C ($p\text{-value}=0,006816$). Os Talhões B e C apresentam uma abundância absoluta de himenópteros semelhante. No entanto, se analisarmos a abundância de Hymenoptera excluindo a família Formicidae verificamos, através de uma ANOVA, que não há diferenças significativas entre a abundância absoluta de himenópteros nos três talhões em estudo ($F=1,306$; $p\text{-value}=0,287$).

Os dados da abundância absoluta (ni) de cada unidade taxonômica de macroinvertebrados foram também analisados através do teste *Kruskal-Wallis*. Este, tal como se pode observar na Tabela 7 dos Anexos, demonstrou haver diferenças significativas das abundâncias absolutas entre pelo menos dois dos modos de produção nas seguintes unidades taxonômicas: Acari ($p\text{-value}=3,22e^{-5}$), Araneae ($p\text{-value}=0,0009909$), Lithobiidae ($p\text{-value}=4,89e^{-6}$), Clambidae ($p\text{-value}=0,001776$), Curculionidae ($p\text{-value}=0,005907$), Dermestidae ($p\text{-value}=6,88e^{-5}$), Histeridae ($p\text{-value}=0,01156$), Latridiidae ($p\text{-value}=0,000568$), Silphidae ($p\text{-value}=0,003026$), Diptera ($p\text{-value}=0,001384$), Embioptera ($p\text{-value}=0,01154$), Aphididae ($p\text{-value}=0,001436$), Berytidae ($p\text{-value}=0,01456$), Cicadellidae ($p\text{-value}=5,78e^{-5}$), Cydnidae ($p\text{-value}=0,008112$), Cynipidae ($p\text{-value}=0,01181$), Formicidae ($p\text{-value}=0,0009376$), Psocoptera ($p\text{-value}=0,0001855$) e Thysanoptera ($p\text{-value}=0,0007213$). As restantes unidades taxonômicas apresentaram valores de abundância semelhantes entre os três modos de produção, sendo que se obtiveram $p\text{-values}$ maiores que o nível de significância 0,05 (Tabela 7 dos Anexos).

O teste *Dunn* mostrou *a posteriori*, tal como se pode consultar na Tabela 3, que a maioria das unidades taxonómicas referidas anteriormente apresentam diferenças significativas nos valores de abundância absoluta entre o Talhão B (vinha em modo biológico) e o Talhão C (vinha em modo convencional). Das 19 unidades taxonómicas em que se efetuou este teste, apenas três famílias (Histeridae, Cydnidae e Formicidae) revelaram semelhança dos valores de abundância entre o Talhão B e o Talhão C (Tabela 3). Comparando o Talhão A (modo de produção integrada em optidose) e o Talhão C (modo de produção convencional) também se pode observar que a maioria das unidades taxonómicas apresentam diferenças significativas nos valores de abundância absoluta (Tabela 3). No entanto, o número de unidades taxonómicas que apresentam diferenças significativas de abundância entre o Talhão A e o Talhão C é menor que o número de unidades taxonómicas com diferenças significativas entre o Talhão B e o Talhão C. Relativamente à comparação das abundâncias absolutas das diferentes unidades taxonómicas entre o Talhão A (modo de produção integrada em optidose) e o Talhão B (modo de produção biológico) podemos verificar que a maioria das unidades taxonómicas não apresenta diferenças significativas nos valores de abundância absoluta (Tabela 3).

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram também que a ordem Acari e a família Lithobidae são as únicas que apresentam diferenças significativas entre todos os modos de produção. Por outro lado, há unidades taxonómicas que apenas apresentam diferenças significativas dos valores de abundância numa das combinações ou em duas das combinações. A ordem Araneae, a família Curculionidae, a família Dermestidae, a ordem Diptera, a ordem Embioptera, a família Cicadellidae, e as ordens Psocoptera e Thysanoptera apenas apresentam diferenças significativas na abundância absoluta entre os Talhões A e C e os Talhões B e C. A família Clambidae, a família Latridiidae, a família Aphididae, a família Berytidae e a família Cynipidae apresentam diferenças significativas na abundância absoluta entre os Talhões A e B e os Talhões B e C. As famílias Histeridae e Cydnidae apenas apresentam diferenças significativas de abundância absoluta entre os Talhões A e C. A família Silphidae apenas apresenta diferenças significativas de abundância absoluta entre os Talhões B e C. A família Formicidae apresenta diferenças significativas de abundância absoluta entre os Talhões A e B e os Talhões A e C.

Tabela 3 – *P-values* do teste *Dunn* para cada unidade taxonómica nas três combinações possíveis de comparação de modos de produção.

*Nota: Talhão A – Produção integrada em optidose; Talhão B – Produção biológica; Talhão C – Produção convencional. Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0.05, ou seja, em que há diferenças significativas.

	A-B	A-C	B-C
Ordem Acari	0.0134*	0.0000*	0.0098*
Ordem Araneae	0.1639	0.0002*	0.0044*
Família Lithobiidae	0.0132*	0.0000*	0.0033*
Família Clambidae	0.0097*	0.1241	0.0002*
Família Curculionidae	0.2582	0.0012*	0.0084*
Família Dermestidae	0.1946	0.0000*	0.0005*
Família Histeridae	0.0806	0.0014*	0.0566
Família Latridiidae	0.0210*	0.0335	0.0001*
Família Silphidae	0.0507	0.0386	0.0003*
Ordem Diptera	0.1344	0.0073*	0.0002*
Ordem Embioptera	0.5000	0.0048*	0.0048*
Família Aphididae	0.0111*	0.0994	0.0002*
Família Berytidae	0.0030*	0.2913	0.0140*
Família Cicadellidae	0.3801	0.0001*	0.0000*
Família Cydnidae	0.2340	0.0015*	0.0122
Família Cynipidae	0.0049*	0.5000	0.0049*
Família Formicidae	0.0002*	0.0034*	0.1904
Ordem Psocoptera	0.2960	0.0005*	0.0001*
Ordem Thysanoptera	0.2709	0.0016*	0.0002*

3.2. Diversidade e modos de produção

Para cada um dos três modos de produção foram calculados os seguintes índices: o índice de diversidade de Shannon (H'), o índice de equitabilidade de Pielou (J) e o complementar do índice de Simpson ($1-D$). Os valores destes índices constam na Tabela 4. Todos os índices calculados apresentaram o seu valor máximo no Talhão B (produção biológica) e mínimo nos dados do Talhão A (produção integrada em optidose). O Talhão C (produção convencional) apresentou valores intermédios aos restantes talhões para os índices calculados. No entanto, ao analisar os índices de diversidade excluindo a família Formicidae (Tabela 4) foi possível distinguir o Talhão A (produção integrada em optidose) com maiores valores de diversidade e equitabilidade para os índices de Shannon (H') e Pielou (J) e o segundo maior valor

para o índice complementar de Simpson (1-D). O Talhão B (produção biológica) apresentou menores valores para os índices de Shannon (H') e Pielou (J) que o Talhão A, mas maior valor para o índice complementar de Simpson (1-D). Os índices de diversidade calculados para os Talhões A e B têm valores aproximados. Por outro lado, o Talhão C (produção convencional) apresentou os menores valores dos três índices calculados.

Tabela 4 - Índice de diversidade Shannon (H'), Índice de equitabilidade de Pielou (J) e Índice complementar de Simpson (1-D) por modo de produção tendo em conta a família Formicidae e excluindo a família Formicidae.

Modo de Produção			H'	J	1-D
Produção integrada em optidose – Talhão A	Índices de diversidade contabilizando a família Formicidae		1,412237	0,334692	0,528161
Produção biológica – Talhão B			2,101747	0,498102	0,785329
Produção Convencional – Talhão C			1,535335	0,363866	0,638999
Produção integrada em optidose – Talhão A	Índices de diversidade excluindo a família Formicidae		2,390679	0,568574	0,828898
Produção biológica – Talhão B			2,345457	0,557819	0,830005
Produção Convencional – Talhão C			1,945734	0,462753	0,769734

3.3. Riqueza taxonómica e abundância de grupos funcionais

Ao analisar a abundância absoluta (Tabela 5) e a riqueza taxonómica (Tabela 6) de cada grupo funcional (Detritívoros, Fitófagos, Micetófagos ou Predadores), no total de macroinvertebrados coletados verificou-se que o grupo funcional mais abundante e com maior riqueza taxonómica eram os predadores, seguidos pelos fitófagos e por último os detritívoros e os micetófagos. É importante referir que para 67% do total de macroinvertebrados recolhidos não foi possível determinar o seu grupo funcional. Este é o caso dos coleópteros, hemípteros e himenópteros não identificados até à família e das suas larvas ou ninfas em que também não foi possível a classificação até à família. Para além destes não foi atribuído um único grupo funcional aos indivíduos da família Diptera (classe Insecta) e Formicidae (classe Insecta, ordem Hymenoptera) visto que podem pertencer a variados grupos funcionais.

Contabilizando apenas os macroinvertebrados em que se identificou o grupo funcional (ni total = 4779), 51% são predadores pertencentes a 28 unidades taxonômicas diferentes; 36% são fitófagos pertencentes a 27 unidades taxonômicas diferentes; 11% são detritívoros pertencentes a oito unidades taxonômicas diferentes e 3% são micetófagos pertencentes a três unidades taxonômicas diferentes. Os valores das abundâncias absolutas e riqueza taxonômica de cada grupo funcional no total de macroinvertebrados recolhidos podem ser observados na Tabela 5 e na Tabela 6, respectivamente. A Tabela 4 dos Anexos apresenta os resultados de todas as abundâncias absolutas e unidades taxonômicas existentes por grupo funcional.

Tabela 5 – Abundâncias absolutas (ni) de cada grupo funcional (Detritívoro, Fitófago, Micetófago, Predador, Não identificado) no total de macroinvertebrados recolhidos.

Grupo funcional	Abundância absoluta (ni)
Detritívoro	503
Fitófago	1710
Micetófago	114
Predador	2452
Não identificado	9856

Analisando por modo de produção as abundâncias absolutas e riqueza taxonômica de cada grupo funcional observamos que predadores e fitófagos têm sempre maior abundância absoluta e riqueza taxonômica do que detritívoros e micetófagos, em qualquer modo de produção (Figura 19 e Tabela 6). As abundâncias absolutas e unidades taxonômicas existentes em cada grupo funcional por modo de produção podem ser consultadas na Tabela 4 dos Anexos.

Foi possível determinar, através de um teste *Kruskal-Wallis*, que os detritívoros ($p\text{-value}=0,06088$) e os fitófagos ($p\text{-value}=0,6489$) capturados não apresentam diferenças significativas de abundância absoluta total entre os três modos de produção estudados. Por outro lado, o teste *Kruskal-Wallis* efetuado para os micetófagos, resultou num $p\text{-value}$ de 0,002694, havendo diferenças significativas de abundância de micetófagos entre pelos menos dois dos modos de produção. O teste *Dunn a posteriori* provou que essas diferenças se encontravam entre o Talhão C e os restantes ($p\text{-value}$ A-C = 0,04545 e $p\text{-value}$ B-C = 0,0006175). Os Talhões A e B têm valores de abundância de micetófagos aproximados, não sendo significativamente diferentes ($p\text{-value}=0,1546$). Para os predadores foi feito um teste *Kruskal-Wallis*, que

resultou num p -value de $5,258e^{-5}$, havendo diferenças significativas entre pelos menos dois dos três modos de produção na abundância absoluta de predadores. O teste *Dunn a posteriori* provou que essas diferenças se encontravam entre o Talhão C e os restantes (p -value A-C = $1,66e^{-5}$ e p -value B-C = $0,002023$). Os Talhões A e B têm valores de abundância de predadores aproximados, não sendo significativamente diferentes (p -value = $0,2227$).

No Talhão A, em modo de produção integrada, 74% dos macroinvertebrados recolhidos pertencem aos grupos em que não foi possível identificar o grupo funcional. Dos restantes, 48% são predadores distribuídos em 24 das 28 unidades taxonómicas de predadores existentes no total; 37% são fitófagos pertencentes a 23 das 27 unidades taxonómicas de fitófagos existentes no total; 12% detritívoros pertencentes a cinco das oito unidades taxonómicas de detritívoros existentes no total e 3% micetófagos distribuídos pelas três unidades taxonómicas existentes no total. Os dados de abundância absoluta e riqueza taxonómica de cada grupo funcional no talhão A podem ser consultados na Figura 19 e na Tabela 6.

Os macroinvertebrados detritívoros recolhidos no Talhão A foram 50% da classe Malacostraca e 50% da classe Insecta, em que temos 100% de Coleoptera sendo as famílias mais abundantes a Dermestidae e Tenebrionidae. No caso dos fitófagos recolhidos no Talhão A apenas se identificaram indivíduos da classe Insecta: 6% Coleoptera (sendo Curculionidae a família mais abundante), 80% Hemiptera (sendo Cicadellidae e Aphididae as famílias mais abundantes), 0.5% Hymenoptera (representada pela super-família Apoidea), 1% Lepidoptera, 0.5% Orthoptera, 7% Psocoptera e 5% Thyzanoptera. Para os micetófagos recolhidos no Talhão A apenas se observaram indivíduos da classe Insecta e ordem Coleoptera, com Clambidae, Corylophilidae e Latridiidae como famílias mais abundantes. No que respeita os predadores do talhão A, 78% são da classe Arachnida (com 88% Araneae e 11% Acari), 14% da classe Chilopoda (com 94% Lithobiomorpha) e 8% da classe Insecta. Na classe Insecta, 66% pertencem à ordem Coleoptera (sendo Staphilinidae, Histeridae e Carabidae as famílias mais abundantes), 9% à ordem Hemiptera (sendo Nabidae e Reduviidae as famílias mais abundantes), 24% Hymenoptera (com maior abundância de Diapriidae) e 1% Odonata. As abundâncias absolutas e unidades taxonómicas existentes em cada grupo funcional por modo de produção podem ser consultadas na Tabela 4 dos Anexos.

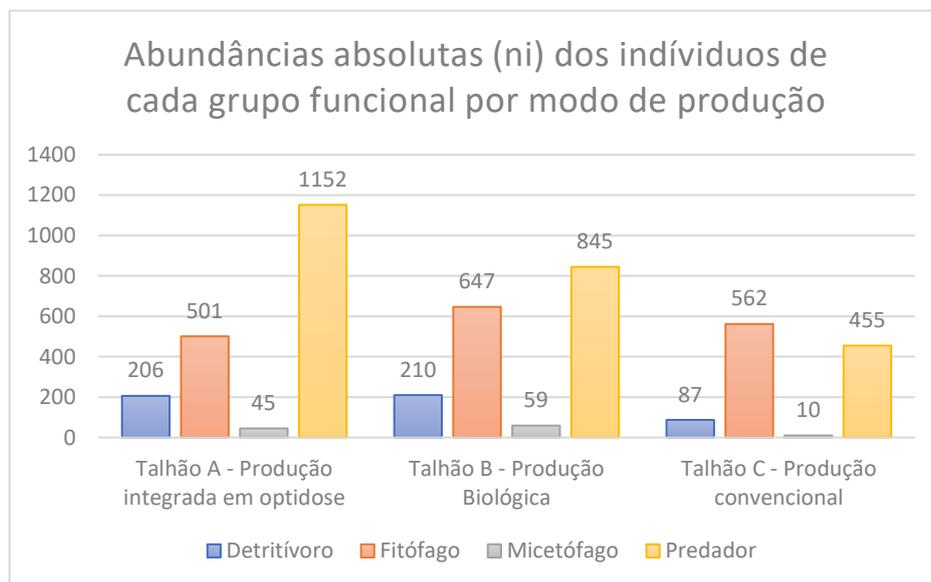


Figura 19 - Gráfico da abundância absoluta (ni) dos indivíduos de cada grupo funcional (Detritívoros, Fitófagos, Micetófagos e Predadores) por modo de produção.

Tabela 6 - Riqueza taxonômica (s) de cada grupo funcional (Detritívoro, Fitófago, Micetófago, Predador) por modo de produção.

*Nota: Talhão A – Produção integrada em optidose; Talhão B – Produção biológica; Talhão C – Produção convencional

Riqueza taxonômica				
Modo de Produção	Detritívoro	Fitófago	Micetófago	Predador
Talhão A	5	23	3	24
Talhão B	6	22	3	20
Talhão C	6	21	3	16
Total	8	27	3	28

No Talhão B, em modo de produção biológica, para 56% dos macroinvertebrados recolhidos não foi possível identificar o grupo funcional. Dos restantes, 61% são predadores distribuídos em 20 das 28 unidades taxonômicas de predadores existentes no total; 26% são fitófagos pertencentes a 22 das 27 unidades taxonômicas de fitófagos existentes no total; 11% detritívoros pertencentes a seis das oito unidades taxonômicas de detritívoros existentes no total e 2% micetófagos distribuídos pelas três unidades taxonômicas existentes no total. Os dados de abundância absoluta e riqueza taxonômica de cada grupo funcional no Talhão A podem ser consultados na Figura 19 e na Tabela 6.

Os macroinvertebrados detritívoros recolhidos no Talhão B foram 51% da classe Malacostraca e 49% da classe Insecta, em que temos 94% de Coleoptera sendo as famílias mais abundantes a Dermestidae e Silphidae, e 6% Zygentoma. No caso dos fitófagos recolhidos no Talhão B apenas se identificaram indivíduos da classe Insecta: 5% Coleoptera (sendo Curculionidae e Anthicidae as famílias mais abundantes), 81% Hemiptera (sendo Cicadellidae e Aphididae as famílias mais abundantes), 0.5% Hymenoptera (representada pela super-família Apoidea), 2.3% Lepidoptera, 0.1% Orthoptera, 4.3% Psocoptera e 6% Thyzanoptera. Para os micetófagos recolhidos no talhão B apenas se observaram indivíduos da classe Insecta e ordem Coleoptera, com Clambidae, Corylophilidae e Latridiidae como famílias mais abundantes. Para os predadores do Talhão B, 84% são da classe Arachnida (com 93% Araneae), 8% da classe Chilopoda (com 91% Lithobiomorpha) e 8% da classe Insecta. Na classe Insecta, 52% pertencem à ordem Coleoptera (sendo Staphilinidae e Carabidae as famílias mais abundantes), 12% à ordem Hemiptera (representada apenas pela ordem Nabidae) e 36% Hymenoptera (com maior abundância de Diapriidae e Cynipidae). As abundâncias absolutas e unidades taxonómicas existentes em cada grupo funcional por modo de produção podem ser consultadas na Tabela 4 dos Anexos.

No Talhão C, em modo de produção convencional, para 64% dos macroinvertebrados recolhidos não foi possível identificar o grupo funcional. Dos restantes, 50% são fitófagos distribuídos em 21 das 27 unidades taxonómicas de fitófagos existentes no total; 41% são predadores pertencentes a 16 das 28 unidades taxonómicas de predadores existentes no total; 8% detritívoros pertencentes a seis das oito unidades taxonómicas de detritívoros existentes no total e 1% micetófagos distribuídos pelas três unidades taxonómicas existentes no total. Os dados de abundância absoluta e riqueza taxonómica de cada grupo funcional no Talhão C podem ser consultados na Figura 19 e na Tabela 6.

Os macroinvertebrados detritívoros recolhidos no Talhão C foram 82% da classe Malacostraca e 18% da classe Insecta, em que temos 6% da ordem Balattodea, 44% de Coleoptera, representada apenas pela família Tenebrionidae, 25% Embioptera e 25% Zygentoma. No caso dos fitófagos recolhidos no Talhão C apenas se identificaram indivíduos da classe Insecta: 3% Coleoptera (sendo Anthicidae e Silvanidae as famílias mais abundantes), 12% Hemiptera (sendo Cicadellidae e Lygaeidae as famílias mais abundantes), 1% Lepidoptera, 1% Orthoptera, 81% Psocoptera e 1% Thyzanoptera. Para os micetófagos recolhidos no talhão C apenas se observaram indivíduos da classe Insecta e ordem Coleoptera, com Clambidae, Corylophilidae e Latridiidae como famílias mais abundantes. Para os predadores do Talhão C, 85% são da classe Arachnida (com 97% Araneae), 3% da classe Chilopoda e 12% da classe Insecta. Na classe Insecta, 52% pertencem à ordem Coleoptera (sendo

Staphilinidae e Carabidae as famílias mais abundantes), 4% à ordem Hemiptera (representada apenas pela ordem Nabidae), 42% Hymenoptera (com maior abundância de Diapriidae e Pompilidae) e 2% Odonata. As abundâncias absolutas e unidades taxonômicas existentes em cada grupo funcional por modo de produção podem ser consultadas na Tabela 4 dos Anexos.

3.4. Riqueza taxonômica e abundância por recolha (tendência temporal)

A abundância absoluta (n_i) do total de macroinvertebrados amostrados por recolha é maior na primeira recolha (R1) e menor nas últimas recolhas (R2 e R3). Em R1 foram recolhidos 50% do total de macroinvertebrados amostrados, em R2 foram recolhidos 25% e em R3 os restantes 25%. Os valores das abundâncias absolutas (n_i) do total de macroinvertebrados amostrados por recolha podem ser observados na Tabela 7 e na Tabela 5 dos Anexos. Estes valores apresentaram diferenças significativas entre as recolhas (*Kruskal-Wallis* p -value = 0,0001427), sendo que o teste *Dunn* provou que apenas são significativas as diferenças entre os valores de abundância absoluta da R1 comparativamente às restantes (p -value R1-R2 = 0,00001219 e p -value R1 – R3 = 0,0006557). Os valores da R2 e da R3 são muito semelhantes, não havendo diferenças significativas (p -value = 0,6636). A riqueza taxonômica, tal como mostra a Tabela 7, foi maior na R3 e menor na R2.

Tabela 7 – Riqueza taxonômica (S) e abundância absoluta (n_i) de macroinvertebrados por recolha.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho.

Recolha	n_i	S
R1	7344	51
R2	3716	47
R3	3575	54
Total Geral	14635	68

A Figura 20 apresenta o gráfico das abundâncias absolutas de cada classe de macroinvertebrados por recolha. A classe Arachnida aumenta a sua abundância absoluta de R1 para R3, havendo diferenças significativas entre os valores de R2 para R3 (*Dunn* p -value = 0,01313) e de R1 para R3 (*Dunn* p -value = 0,001436), mas não significativas da R1 para R2 (*Dunn* p -value = 0,001436). Por outro lado, as classes Chilopoda, Insecta e Malacostraca diminuem a sua abundância absoluta de R1 para R3. As classes Chilopoda e Insecta apresentam diferenças significativas da abundância absoluta entre a R1 e as restantes recolhas (Chilopoda *Dunn* p -value R1-R2 = 5,436e⁻⁵,

Chilopoda *Dunn p-value* R1-R3 = $2,503e^{-8}$, Insecta *Dunn p-value* R1-R2 = $8,617e^{-5}$, Insecta *Dunn p-value* R1-R3 = $6,794e^{-5}$. A classe Malacostraca não apresentou diferenças significativas na abundância absoluta entre as recolhas (*Kruskal-Wallis p-value* = 0,3059). Na primeira recolha (R1), 88% dos macroinvertebrados recolhidos são da classe Insecta, 7% da classe Arachnida, 3% da classe Chilopoda e 2% da classe Malacostraca. Na segunda recolha (R2), 81% dos macroinvertebrados recolhidos são da classe Insecta, 16% da classe Arachnida, 1% da classe Chilopoda e 2% da classe Malacostraca. Na terceira recolha (R3), 73% dos macroinvertebrados recolhidos são da classe Insecta, 24% da classe Arachnida, 1% da classe Chilopoda e 2% da classe Malacostraca.

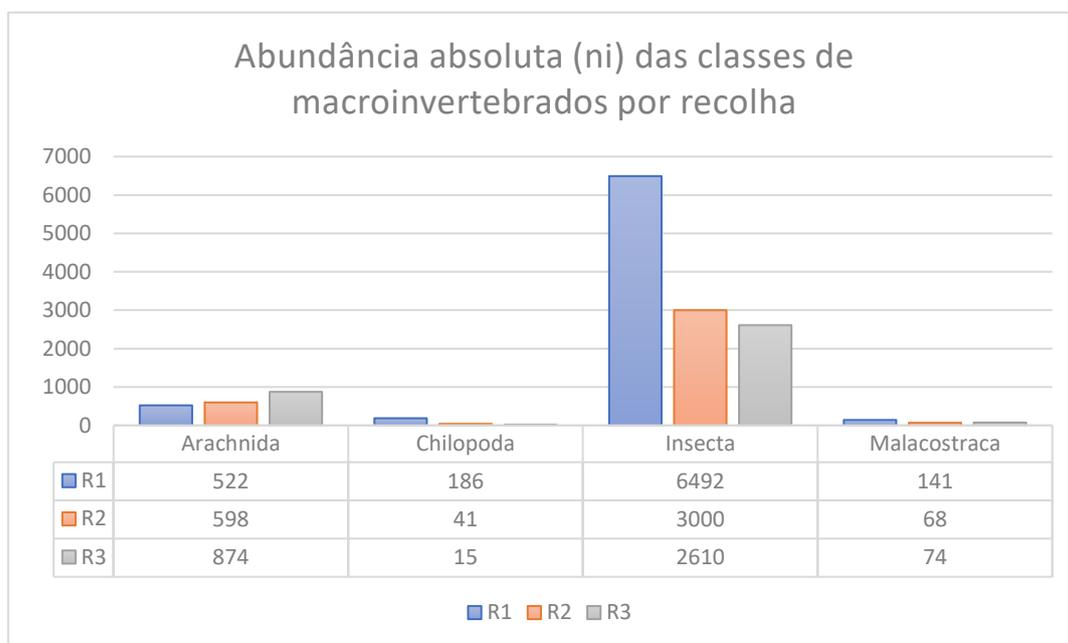


Figura 20 - Gráfico da abundância absoluta (ni) das classes de macroinvertebrados por recolha.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho.

Na classe Insecta todas as ordens diminuem a sua abundância absoluta de R1 para R3 à exceção da ordem Hemiptera e Orthoptera. A ordem Odonata não apresenta indivíduos nas primeiras amostragens tendo presenças na R3. Os dípteros apresentam diferenças significativas dos valores de abundância absoluta entre todas as recolhas. Os coleópteros apresentam diferenças significativas dos valores de abundância apenas da R1 para a R2. A abundância absoluta da ordem Hemiptera apresenta diferenças significativas entre a R3 e as restantes recolhas, sendo que R1 e R2 apresentam valores semelhantes. No caso dos himenópteros apenas se encontram

diferenças significativas entre os valores de abundância absoluta por recolha quando é contabilizada a família Formicidae, sendo que se encontram sempre entre R1 e as restantes recolhas. As ordens Lepidoptera, Orthoptera, Psocoptera e Zygentoma não apresentam diferenças significativas entre os valores de abundância nas diferentes recolhas. Na ordem Thysanoptera apenas se encontram diferenças significativas entre os valores de abundância de R1 para as restantes recolhas. As abundâncias absolutas (ni) das ordens de Insecta por recolha e os respetivos *p-values* calculados são apresentados na Tabela 8 e na Tabela 5 dos Anexos.

De um modo geral, a abundância absoluta de Coleoptera diminui de R1 para R3 (Tabela 8). No entanto, muitas famílias desta ordem aumentam a sua abundância absoluta de R1 para R3, tais como: Anthicidae, Apionidae, Bruchidae, Carabidae, Coccinellidae, Corylophilidae, Curculionidae, Histeridae, Latridiidae, Ptinidae, Scarabaeidae, Silvanidae e Staphilinidae. Por outro lado, em famílias como Cerambycidae, Chrysomelidae, Clambidae, Cucujidae, Dermestidae, Nitidulidae, Scaptidae, Silphidae e Tenebrionidae verifica-se uma diminuição da abundância absoluta de R1 para R3. As abundâncias absolutas (ni) das famílias da ordem Coleoptera por recolha podem ser consultadas na Tabela 5 dos Anexos. Foi possível verificar, tal como se pode observar na Tabela 8 dos Anexos, que nenhuma família da ordem Coleoptera apresentou diferenças significativas dos valores de abundância absoluta entre as três recolhas.

Relativamente à ordem Hemiptera, o total dos macroinvertebrados desta ordem aumenta de R1 para R3 (Tabela 8). Assim, a maioria das famílias de Hemiptera aumenta a sua abundância absoluta de R1 para R3, principalmente a família Cicadellidae. No entanto, existem também algumas famílias que diminuem ou mantêm a sua abundância absoluta de R1 para R3, como é o caso de: Aphididae, Coreidae e Reduviidae. As abundâncias absolutas (ni) das famílias da ordem Hemiptera por recolha podem ser consultadas na Tabela 5 dos Anexos. Foi possível verificar, tal como se pode observar na Tabela 8 dos Anexos, que para a maioria das ordens de hemípteros não há diferenças significativas dos valores de abundância entre as recolhas. No entanto, foram encontradas diferenças significativas entre pelos menos duas das recolhas para as famílias Cicadellidae e Lygaeidae. O teste de *Dunn a posteriori* provou que, em ambas as famílias, estas diferenças se encontravam entre R3 e as restantes recolhas, sendo que R1 e R2 apresentam valores semelhantes.

A ordem Hymenoptera também apresenta maior abundância absoluta em R1 do que em R2 e R3 (Tabela 8). A família mais abundante, Formicidae, com maior peso na abundância absoluta geral da ordem, apresenta uma tendência nítida decrescente de R1 para R2. As restantes famílias têm abundâncias absolutas muito baixas e valores aproximados de R1 para R3, mas é de notar que algumas famílias aumentam a sua

abundância de R1 para R3, tais como: Cynipidae, Mutillidae, Pompilidae, Scelionidae e Sphecidae. As abundâncias absolutas (ni) das famílias da ordem Hymenoptera por recolha podem ser consultadas na Tabela 5 dos Anexos. Foi possível verificar que para a maioria das ordens de himenópteros não há diferenças significativas dos valores de abundância entre as recolhas. Apenas foram encontradas diferenças significativas entre os valores de abundância das recolhas para a família Formicidae. Nesta família as diferenças significativas encontradas foram entre R1 e as restantes recolhas, sendo que R2 e R3 apresentam valores aproximados. A análise efetuada e os *p-values* dos testes *Kruskal wallis* e *Dunn* podem ser observados na Tabela 8 dos Anexos.

Tabela 8 – Abundância absoluta (ni) das ordens da classe Insecta por recolha e *p-values* dos testes *Kruskal wallis* e *Dunn*.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0,05, ou seja, em que há diferenças significativas.

	R1	R2	R3	<i>Kruskal-Wallis p-value</i>		<i>Dunn p-values</i>	
Blattodea	0	0	1	-		-	
Diptera	705	384	222	4,635e ^{-5*}		R1-R2	0,01183*
						R2-R3	0,04792*
						R1-R3	8,53e ⁻⁶
Coleoptera	285	149	203	0,04331*		R1-R2	0,01232*
						R2-R3	0,1688
						R1-R3	0,2556
Embioptera	4	0	0	-		-	
Hemiptera	215	290	763	0,00384*		R1-R2	0,4547
						R2-R3	0,01464*
						R1-R3	0,001429*
Hymenoptera	4984	193 0	1325	c/ Formicidae	4,259e ^{-6*}	R1-R2	7,929e ^{-5*}
						R2-R3	0,5173
						R1-R3	4,348e ^{-8*}
				s/ Formicidae	0,3152	-	
Lepidoptera	10	6	8	0,3534		-	
Odonata	0	0	2	0,2355		-	
Orthoptera	1	4	5	0,3986		-	
Psocoptera	239	219	71	-		-	
Thysanoptera	46	13	8	0,0008342*		R1-R2	0,001837*
						R2-R3	0,7842
						R1-R3	0,0007009*
Zygentoma	3	5	2	0,8646		-	

Ao analisar os valores de riqueza taxonómica (S) por modo de produção e por recolha (Tabela 9) verificou-se que, no Talhão A, a riqueza taxonómica é superior em R3, mas há uma diminuição de R1 para R2 e só depois volta a aumentar. No Talhão B, a riqueza taxonómica aumenta de R1 para R3. No Talhão C, a riqueza taxonómica é igual em R1 e R3, mas inferior a ambos em R2. Em qualquer uma das recolhas os Talhões A e B apresentam maior riqueza taxonómica do que o Talhão C. Em R1 os Talhões A e B apresentam iguais riquezas taxonómicas, em R2 o Talhão B apresenta o maior valor, no entanto, em R3 é o Talhão A que apresenta o maior valor. Os valores da riqueza taxonómica podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 – Riqueza taxonómica (S) do total de macroinvertebrados amostrados por recolha e modo de produção.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

	S de R1	S de R2	S de R3
Talhão A	38	33	43
Talhão B	38	39	40
Talhão C	31	17	31

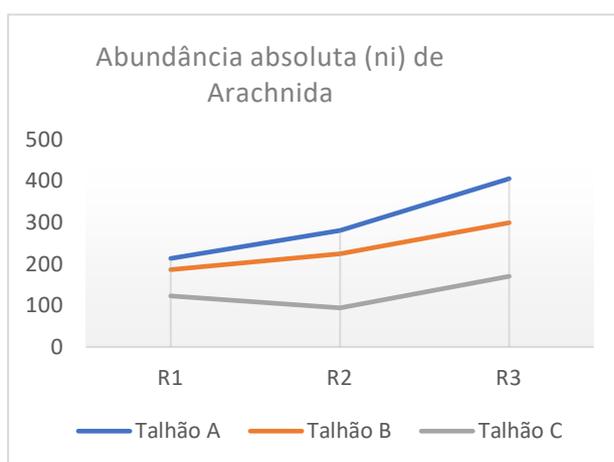
Ao analisar a abundância absoluta (ni) por modo de produção e por recolha (Tabela 10) verificou-se que em todos os modos de produção a abundância absoluta na R1 é maior do que a abundância absoluta em R3. Em todos os modos de produção observamos que 45 a 54% dos macroinvertebrados amostrados são recolhidos na R1. No Talhão A observaram-se diferenças significativas na abundância absoluta entre pelos menos duas das recolhas (*Kruskal-Wallis p-value* = 0,04469). O teste *Dunn a posteriori* provou que as diferenças eram significativas entre a abundância de R1 e R2 (*p-value* = 0,02011) e que os valores entre R2 e R3 (*p-value* = 0,7032) e entre R1 e R3 (*p-value* = 0,05198) são semelhantes. No Talhão B foi obtido um *p-value* no teste *Kruskal-Wallis* de 0,004759, havendo diferenças significativas da abundância absoluta entre pelo menos duas das recolhas. O teste *Dunn* provou que estas diferenças se encontravam entre R1 e R2 (*p-value* = 0,001429) e entre R1 e R3 (*p-value* = 0,0262). Os valores de abundância entre R2 e R3 não são significativamente diferentes (*p-value* = 0,3343). Para o Talhão C não foram encontradas diferenças significativas da abundância absoluta entre recolhas (*Kruskal-Wallis p-value* = 0,06427).

Tabela 10 – Abundância absoluta (ni) do total de macroinvertebrados amostrados por recolha e modo de produção.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

	R1	R2	R3
Talhão A	4037	1803	1653
Talhão B	1887	948	1179
Talhão C	1420	965	743
Total Geral	7344	3716	3575

Analisando a tendência da abundância absoluta (ni) de cada classe de macroinvertebrados da R1 para a R3 (Figura 21 – a, b e c) observamos que, para a classe Arachnida, a variação é semelhante para os três talhões embora exista maior abundância no Talhão A, em produção integrada, e menor no talhão C, em modo convencional. Em todos os modos de produção a abundância absoluta de Arachnida (Figura 21a) apresenta tendência para aumentar de R1 para R3. Para o Talhão A o *p-value* do *Kruskal-Wallis* foi 0,03476 e o teste *Dunn a posteriori* provou que só há diferenças significativas entre as recolhas R1 e R3 (*p-value* = 0,009551). Os valores de abundância absoluta entre R1 e R2 (*p-value* = 0,1822) e entre R2 e R3 (*p-value* = 0,2085) são semelhantes. Para o Talhão B fez-se uma ANOVA que resultou num *p-value* de 0,0761, não havendo diferenças significativas de abundância absolutas de Arachnida entre recolhas. Para o Talhão C a ANOVA mostrou haver diferenças significativas (*p-value* = 0,002406) na abundância absoluta de Arachnidae entre pelos menos duas das recolhas. O *Tukey pairwise* provou que as diferenças apenas são significativas entre R2 e R3 (*p-value* = 0,001789). Entre R1 e R2 (*p-value* = 0,3189) e entre R1 e R3 (*p-value* = 0,0636) os valores de abundância absoluta de Arachnida são semelhantes.

**Figura 21a** - Gráfico da abundância absoluta (ni) da classe Arachnida por recolha e modo de produção.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

No caso das classes Chilopoda e Insecta verificamos o contrário, ou seja, uma tendência da abundância absoluta para diminuir de R1 para R3 em todos os modos de produção com uma variação semelhante, ainda que esta abundância seja sempre maior no Talhão A e menor no Talhão C (Figura 21b).

Na classe Chilopoda foram encontradas diferenças significativas dos valores de abundância entre pelo menos duas das recolhas em todos os talhões (*p-value Kruskal-Wallis* Talhão A = $2,507e^{-5}$; *p-value Kruskal-Wallis* Talhão B = $1,648e^{-5}$; *p-value Kruskal-Wallis* Talhão C = 0,02939). O teste *Dunn a posteriori* provou, para o Talhão A, que existem diferenças significativas dos valores de abundância absoluta entre R1 e R2 (*p-value* = 0,01633), entre R2 e R3 (*p-value* = 0,02488) e entre R1 e R3 (*p-value* = $4,174e^{-6}$). Para o Talhão B, apenas se encontraram diferenças significativas entre R1 e R2 (*p-value* = 0,0004057) e entre R1 e R3 (*p-value* = $8,981e^{-6}$). Os valores de abundância absoluta de Chilopoda no Talhão B não apresentaram diferenças significativas entre R2 e R3. Para o Talhão C foram encontradas diferenças significativas entre R1 e R2 (*p-value* = 0,00931). Entre R2 e R3 (*p-value* = 0,4053) e entre R1 e R3 (*p-value* = 0,07701) não foram encontradas diferenças significativas de abundância absoluta de Chilopoda.

Para a classe Insecta foram encontradas diferenças significativas dos valores de abundância entre pelo menos duas das recolhas em todos os talhões (*p-value Kruskal-Wallis* Talhão A = 0,01671; *p-value Kruskal-Wallis* Talhão B = 0,002554; *p-value Kruskal-Wallis* Talhão C = 0,00842). O teste *Dunn a posteriori* provou, para o Talhão A, que existem diferenças significativas dos valores de abundância absoluta entre R1 e R2 (*p-value* = 0,01192) e entre R1 e R3 (*p-value* = 0,01475), mas que estes valores são semelhantes entre R2 e R3 (*p-value* = 0,9393). Para o Talhão B, foram encontradas diferenças significativas entre os valores de abundância absoluta da R1 e R2 (*p-value* = 0,0009537) e da R1 e R3 (*p-value* = 0,01145), mas entre R2 e R3 os valores são semelhante (*p-value* = 0,4383). No caso do Talhão C apenas se encontraram diferenças significativas de abundância absoluta entre R1 e R3 (*p-value* = 0,00210), sendo que entre R1 e R2 (*p-value* = 0,2039) e entre R2 e R3 (*p-value* = 0,0712) os valores são semelhantes.

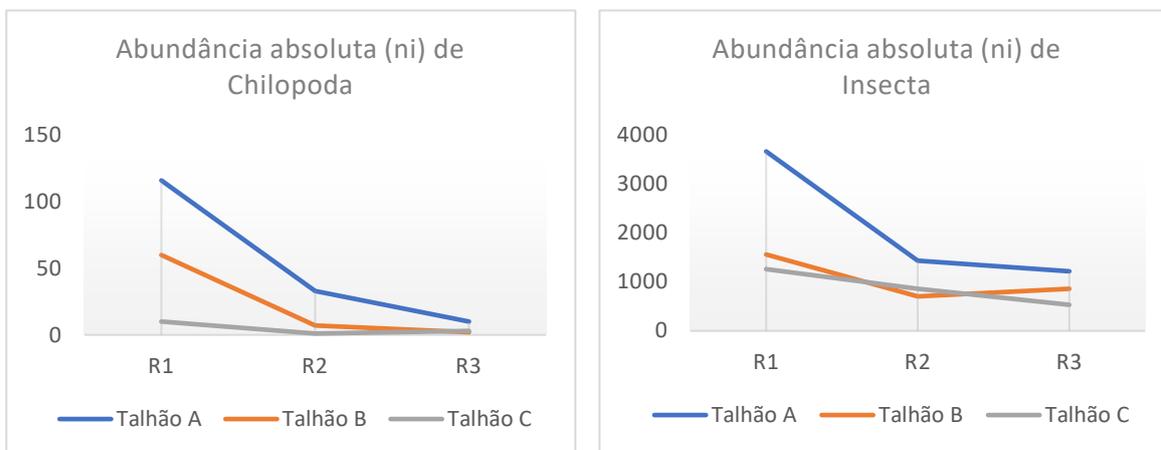


Figura 21b - Gráficos da abundância absoluta (ni) das classes Chilopoda e Insecta por recolha e modo de produção.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

No que respeita à classe Malacostraca não se observa uma variação semelhante da abundância absoluta nos três talhões, sendo que há uma diminuição da mesma para os Talhões A e B e um aumento para o Talhão C, de R1 para R3 (Figura 21c). Para a classe Malacostraca não foram encontradas diferenças significativas da abundância absoluta entre recolhas para nenhum dos talhões (*p-value Kruskal-Wallis* Talhão A = 0,3785; *p-value Kruskal-Wallis* Talhão B = 0,1308; *p-value Kruskal-Wallis* Talhão C = 0,2541).

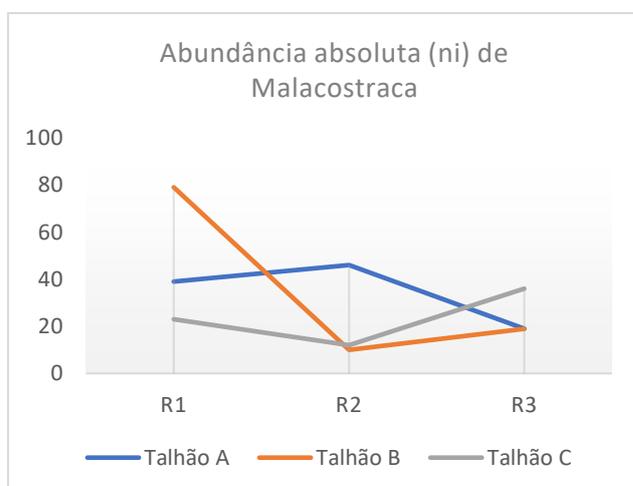


Figura 21c - Gráficos da abundância absoluta (ni) da classe Malacostraca por recolha e modo de produção.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

Analisando a tendência da abundância absoluta (ni) das ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera de R1 para R3 (Figura 22) observamos que, para a ordem Coleoptera, a abundância absoluta diminui de R1 para R3 no caso dos Talhões A e B, aumentando no caso do Talhão C. Para a ordem Hemiptera, ocorre um aumento da abundância absoluta de R1 para R3 em todos os talhões, embora não tão acentuada no Talhão C como nos Talhões A e B. No caso da ordem Hymenoptera, pelo contrário, observa-se uma diminuição da abundância absoluta de R1 para R3 em todos os talhões, sendo esta diminuição mais acentuada no Talhão A.

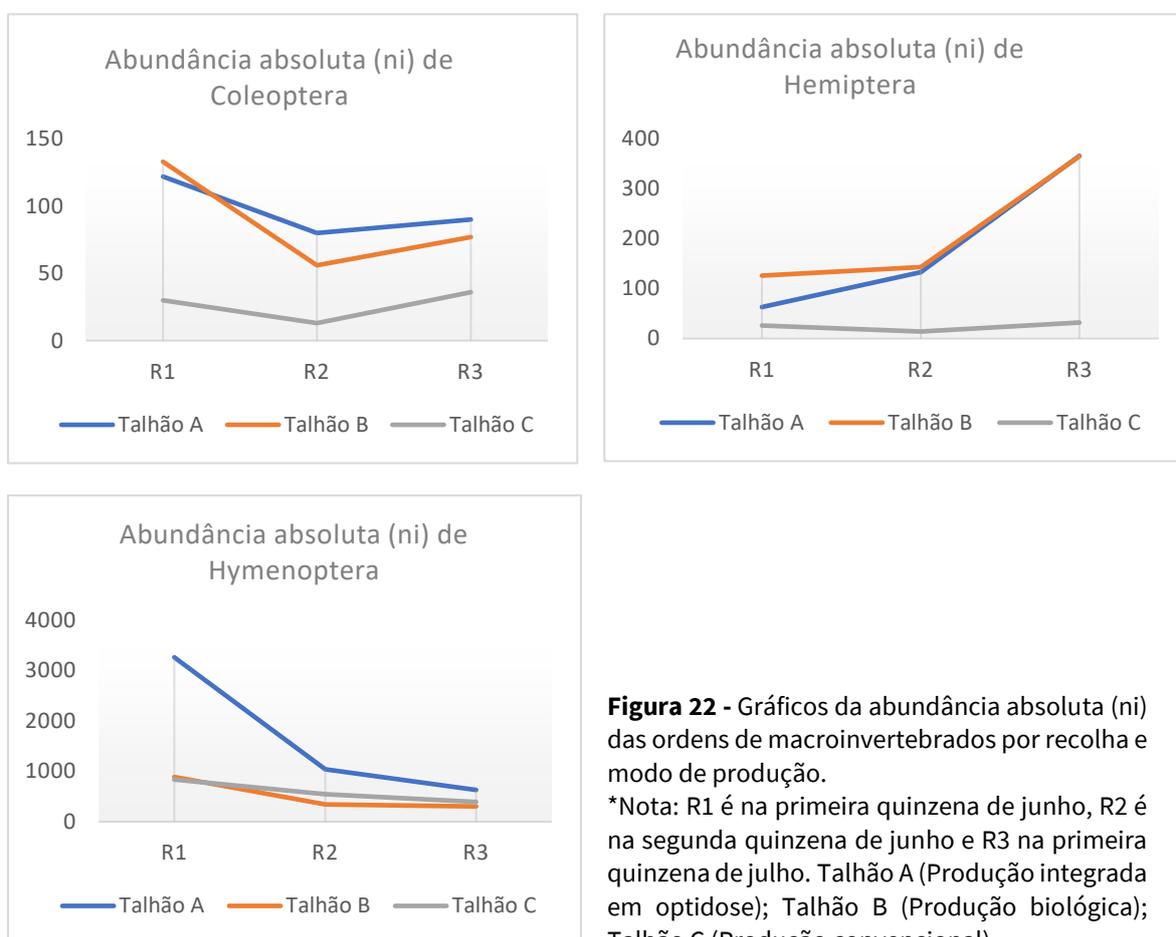


Figura 22 - Gráficos da abundância absoluta (ni) das ordens de macroinvertebrados por recolha e modo de produção.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

No caso da ordem Coleoptera, não foram encontradas diferenças significativas de abundância absoluta entre as recolhas para o Talhão A. No entanto, no Talhão B foram encontradas diferenças significativas de abundância entre R1 e R2 e entre R1 e R3, sendo que entre R2 e R3 os valores são semelhantes. Por outro lado, no Talhão C, apenas foram encontradas diferenças significativas de abundância de coleópteros entre R2 e R3. Os *p-values* dos testes efetuados para analisar a abundância absoluta da ordem Coleoptera por recolha podem ser observados na Tabela 11.

Tabela 11 – *P-values* da análise dos valores de abundância absoluta (ni) de Coleoptera por recolha em cada talhão.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0.05, ou seja, em que há diferenças significativas.

	<i>Kruskal-Wallis p-value</i>	ANOVA <i>p-value</i>	<i>Dunn p-value</i>		<i>Tukey p-value</i>	
Talhão A	0,6348	-	-		-	
Talhão B	-	0,000281*	-		R1-R2	0,0002655*
					R2-R3	0,4346
					R1-R3	0,006803*
Talhão C	0,02771*	-	R1-R2	0,1312	-	
			R2-R3	0,007573*		
			R1-R3	0,2456		

Na ordem Hemiptera foram encontradas diferenças significativas de abundância entre recolhas para os Talhões A e B. No entanto, para o Talhão C não foram encontradas diferenças significativas entre recolhas. No Talhão A, R1 e R2 apresentaram valores semelhantes, enquanto que entre R2 e R3 e entre R1 e R3 os valores de abundância foram significativamente diferentes. No Talhão B, apenas se encontraram diferenças significativas entre R1 e R3. Os *p-values* dos testes efetuados para analisar a abundância absoluta da ordem Hemiptera por recolha podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 – *P-values* da análise dos valores de abundância absoluta (ni) de Hemiptera por recolha em cada talhão.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0.05, ou seja, em que há diferenças significativas.

	<i>Kruskal-Wallis p-value</i>	<i>Dunn p-value</i>	
Talhão A	0,0005197*	R1-R2	0,1365
		R2-R3	0,01794*
		R1-R3	0,0001153*
Talhão B	0,01503*	R1-R2	0,3337
		R2-R3	0,05979
		R1-R3	0,004387*
Talhão C	0,1299	-	

Na ordem Hymenoptera contabilizando a família Formicidae, foram encontradas diferenças significativas entre recolhas em todos os talhões. Nos talhões A e B, as diferenças dos valores de abundância foram significativamente diferentes entre R1 e R2 e entre R1 e R3, sendo que foram semelhantes entre R2 e R3. No Talhão C apenas se encontraram diferenças significativas entre R1 e R3. Tendo em conta a mesma ordem, mas sem contabilizar a família Formicidae, para o Talhão A, não foram encontradas diferenças significativas dos valores de abundância absoluta entre recolhas. Para o Talhão B, foram encontradas diferenças significativas entre R1 e R2 e entre R1 e R3, sendo que os valores de abundância entre R2 e R3 foram semelhantes. Para o Talhão C apenas se encontraram diferenças significativas de abundância entre R2 e R3. Os *p-values* dos testes efetuados para analisar a abundância absoluta da ordem Hymenoptera por recolha podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 – *P-values* da análise dos valores de abundância absoluta (ni) de Hymenoptera (com e sem Formicidae) por recolha em cada talhão.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho. Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0.05, ou seja, em que há diferenças significativas.

		<i>Kruskal wallis p-value</i>	<i>Dunn p-value</i>	
Hymenoptera c/ Formicidae	Talhão A	0,002396*	R1-R2	0,004995*
			R2-R3	0,7126
			R1-R3	0,001495*
	Talhão B	0,002854*	R1-R2	0,004991*
			R2-R3	0,7701
			R1-R3	0,001936*
	Talhão C	0,0379*	R1-R2	0,1584
			R2-R3	0,2528
			R1-R3	0,01065*
Hymenoptera s/ Formicidae	Talhão A	0,3876	-	
	Talhão B	0,04474*	R1-R2	0,02229*
			R2-R3	0,779
			R1-R3	0,04495*
	Talhão C	0,008241*	R1-R2	0,1955
			R2-R3	0,002037*
			R1-R3	0,07342

3.5. Riqueza taxonómica e abundância de grupos funcionais por recolha

A riqueza taxonómica (S) dos grupos funcionais de macroinvertebrados varia de R1 para R3 (Tabela 14). Para os detritívoros a riqueza taxonómica diminui de R1 para R3. Para os Fitófagos e predadores a riqueza taxonómica diminui de R1 para R2, mas aumenta de R2 para R3, sendo que em R3 é maior do que em R1. Para os Micetófagos a riqueza taxonómica mantém-se, sendo que existem as mesmas três unidades taxonómicas em R1 que existem em R2 e R3. As unidades taxonómicas existentes em cada grupo funcional por recolha podem ser consultadas na Tabela 6 dos Anexos.

Tabela 14 – Riqueza taxonômica (S) de cada grupo funcional de macroinvertebrados amostrados por recolha.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho.

	S Detritívoros	S Fitófagos	S Micetófagos	S Predadores
R1	6	21	3	19
R2	4	19	3	18
R3	4	23	3	21

Na primeira recolha (R1), para 78% do total dos macroinvertebrados recolhidos (ni=5735) não foi possível identificar o grupo funcional a que pertencem. Dos restantes, 48% são predadores, 32% fitófagos, 18% detritívoros e 2% micetófagos. Na segunda recolha (R2), para 65% do total de macroinvertebrados recolhidos (ni=2421) não foi possível identificar o grupo funcional a que pertencem. Dos restantes, 53% são predadores, 36% fitófagos, 8% detritívoros e 1% micetófagos. Na terceira recolha (R3), para 48% do total de macroinvertebrados recolhidos (ni=1700) não foi possível identificar o grupo funcional a que pertencem. Dos restantes, 53% são predadores, 39% fitófagos, 6% detritívoros e 2% micetófagos. Os dados das abundâncias absolutas de cada grupo funcional por recolha podem ser consultados na Figura 23 e na Tabela 6 dos Anexos.

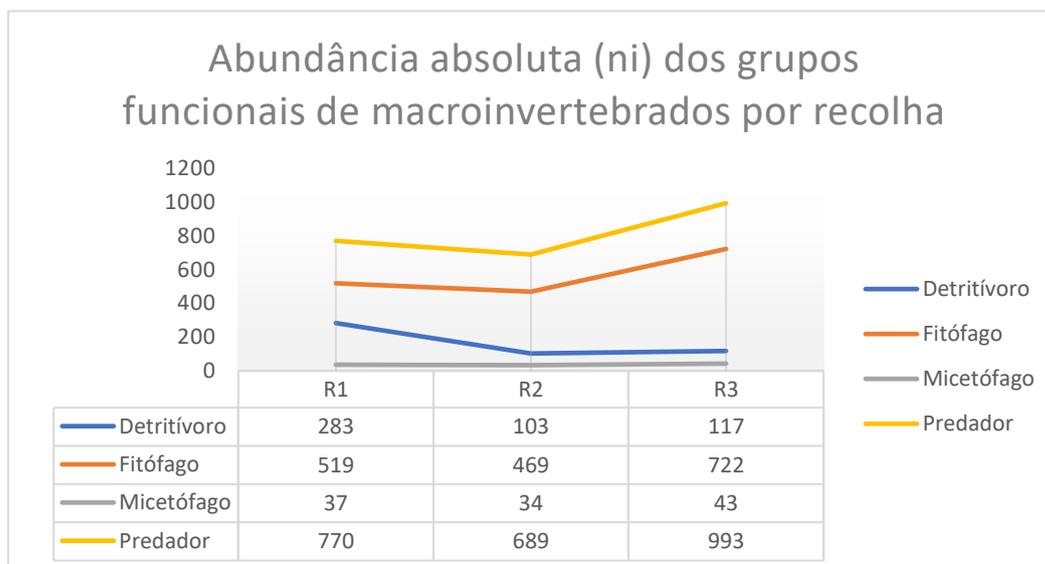


Figura 23 - Gráfico da abundância absoluta (ni) dos grupos funcionais de macroinvertebrados coletados por recolha.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho.

Tal como se pode observar na Figura 23, para predadores e fitófagos há uma diminuição da abundância absoluta de R1 para R2, mas um aumento da mesma de R2 para R3, em que a abundância absoluta de R3 é mais elevada que em R1. No caso dos micetófagos o padrão é o mesmo mas a variação entre os valores de abundância absoluta de R1, R2 e R3 é muito menor. No caso dos detritívoros, há também uma diminuição da abundância absoluta de R1 para R2 e um aumento de R2 para R3, no entanto o valor de abundância absoluta de R3 é menor do que em R1.

Analisando os dados de abundância de cada grupo funcional por recolha observamos que no caso dos fitófagos e micetófagos não há diferenças significativas dos valores de abundância entre recolhas (*Kruskal-Wallis p-value* fitófagos = 0,1066; *Kruskal-Wallis p-value* micetófagos = 0,5304). Para os detritívoros foram encontradas diferenças significativas dos valores de abundância entre recolhas (*Kruskal-Wallis p-value* = 0,005018), sendo que, segundo o teste *Dunn a posteriori*, as diferenças se encontram entre R1 e R2 (*p-value* = 0,002183) e entre R1 e R3 (*p-value* = 0,0131). Entre R2 e R3 os valores de abundância absoluta de detritívoros são semelhantes (*p-value* = 0,5599). No que respeita aos predadores foram também encontradas diferenças significativas dos valores de abundância entre recolhas (*Kruskal-Wallis p-value* = 0,04267), sendo que, segundo o teste *Dunn a posteriori*, as diferenças significativas existem apenas entre R2 e R3 (*p-value* = 0,01307). Entre R1 e R2 (*p-value* = 0,3643) e R1 e R3 (*p-value* = 0,1153) os valores de abundância de predadores entre recolhas são semelhantes.

3.6. Dados de produtividade

No estudo dos valores de produtividade, tal como apresentado na Tabela 15 e na Figura 24, verificou-se que em média a produtividade do Talhão C, em produção convencional, é a mais elevada e que os Talhões A e B (produção integrada em optidose e produção biológica, respetivamente) apresentam médias mais aproximadas, sendo a produtividade média do Talhão A inferior à do Talhão B. Nos anos de 2015, 2016 e 2017 o Talhão A apresenta valores de produtividade superiores ao Talhão B. No entanto, nos anos de 2014 e 2018 o Talhão B apresenta valores de produtividade superiores aos do Talhão A.

Tabela 15 – Valores de produtividade dos diferentes talhões de vinha nos últimos cinco anos e a sua média.

*Nota: Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

Ano	Produtividade (Kg / ha)		
	Talhão A	Talhão B	Talhão C
2014	4681	6590	11500
2015	4449	2584	10000
2016	2113	1662	12300
2017	1512	1295	11000
2018	2785	5314	13000
Média	3108	3489	11560

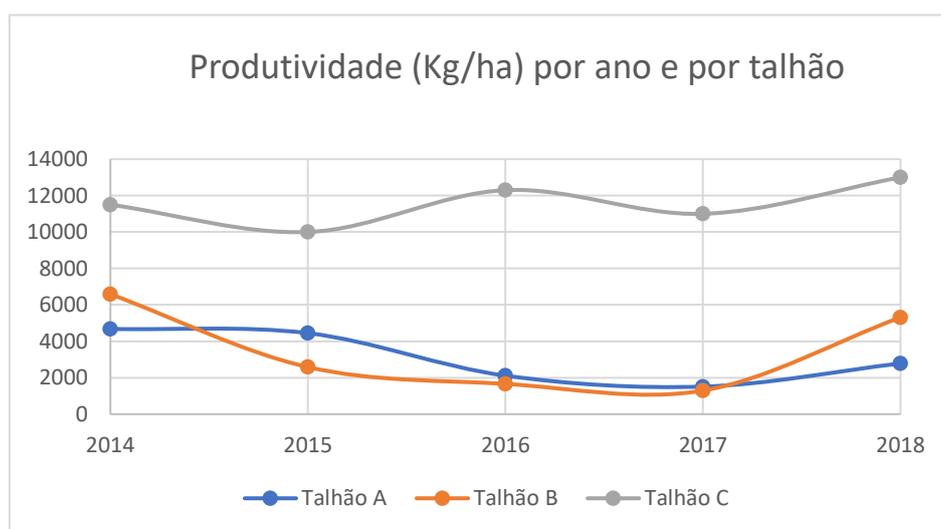


Figura 24- Gráfico dos valores de produtividade em cada modo de produção.

*Nota: Talhão A (Produção integrada em optidose); Talhão B (Produção biológica); Talhão C (Produção convencional).

A análise de variância ANOVA dos valores de produtividade para cada talhão nos últimos cinco anos (2014 a 2018) resultou num *p-value* de $5.74e^{-6}$, sendo muito inferior que o nível de significância utilizado de 0.05, e havendo diferenças significativas nos valores de produtividade em pelo menos um dos três modos de produção em relação aos restantes.

De forma a verificar entre que modos de produção a variância dos valores de produtividade era significativamente diferente efetuou-se um teste *Tukey pairwise*.

Este provou que existiam diferenças significativas entre os valores de produtividade dos Talhões A (produção integrada em optidose) e C (produção convencional) ($p\text{-value}=0.0000135$) e dos Talhões B (produção biológica) e C (produção convencional) ($p\text{-value}=0.0000214$). Por outro lado, entre os Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica) as diferenças não são significativas, sendo que podemos admitir que os valores de produtividade são semelhantes ($p\text{-value}=0.9344505$).

Capítulo 4 – Discussão

4.1. Riqueza taxonómica (S), abundância absoluta (ni) e diversidade de macroinvertebrados total e por modo de produção

Nos talhões de vinha em estudo foram recolhidos, no total, 14 635 macroinvertebrados, pertencentes a 68 unidades taxonómicas diferentes. Tal como se pode observar na Tabela 2 dos Anexos, estas unidades taxonómicas são maioritariamente famílias, no entanto, no caso das classes Arachnida e Chilopoda apenas se identificou até à ordem. Para além destas, na classe Insecta, os indivíduos das ordens Blattaria, Collembola, Dermaptera, Diptera, Embioptera, Odonata, Lepidoptera, Orthoptera, Psocoptera, Thysanoptera e Zygentoma não foram identificados até à família. O facto de não se identificar até à família todos os indivíduos está relacionado com a grande diversidade existente, sendo que se utilizou a resolução taxonómica considerada necessária para analisar os níveis de abundância e diversidade de macroinvertebrados. As três ordens de Insecta consideradas mais importantes para a função ecológica da vinha foram identificadas até à família: Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera (Gonçalves et al., 2017).

No que respeita aos Collembola, apesar de terem um papel ecológico muito importante, participando no ciclo de nutrientes e na manutenção da microestrutura do solo (Rusek, 1998) e de serem uma importante fonte alternativa de alimento para predadores generalistas (Agustí *et al.*, 2003), estes foram excluídos das análises. Esta exclusão deve-se ao facto de os Collembola serem extremamente dependentes da meteorologia, especificamente da queda de chuva ou humidade, pois está provado que, quando ocorre, o cálculo da sua abundância é muito maior. Isto pode acontecer porque estes seres vivos vivem, normalmente, em camadas mais profundas do solo e, quando há mais humidade, podem migrar para a superfície, aumentando a probabilidade de captura (Detsis, 2000). Neste caso, consideramos que a rega pode ter uma influência muito significativa, tal como a chuva, na abundância de Collembola calculada, sendo que não são as outras diferentes variáveis que estão a influenciar os seus níveis em cada um dos talhões.

No total de artrópodes capturados foram identificadas quatro classes diferentes: 83% Insecta, sendo a classe mais abundante, 13% de Arachnida e 2% tanto de Chilopoda como de Malacostraca. Estes valores estão de acordo com a diversidade taxonómica existente em cada uma destas classes, visto que a classe Insecta é o mais diverso grupo de artrópodes (sub-filo Unirramia, super-classe Hexapoda), com uma maior distribuição geográfica. A classe Arachnida pertence ao sub-filo Chelicerata, sendo este o segundo sub-filo mais diverso de artrópodes. As classes Chilopoda e

Malacostraca pertencem, respetivamente, ao sub-filo Unirramia super-classe Myriapoda e sub-filo Crustacea, com menos espécies descritas que os dois sub-filos anteriormente apontados (Stork, 2017). A classe Chilopoda é constituída por macroinvertebrados que se movimentam no solo, mas evitam a luz e preferem micro-*habitats* mais húmidos. Assim, estes invertebrados passam a maior parte do dia por baixo de pedras, camadas vegetativas ou mesmo no interior das camadas superficiais de solo, apenas saindo à noite para caçar (Voigtländer, 2011). Visto que se movimentam mais durante a noite, havendo menor probabilidade de serem capturados nas *pitfall*, ao contrário do que acontece com os invertebrados que se movimentem sob o solo, tanto durante a noite, como durante o dia. A classe Malacostraca é representada maioritariamente por macroinvertebrados aquáticos, sendo que apenas foram capturados indivíduos terrestres da ordem Isopoda, o que explica a menor percentagem de representatividade desta classe (Richter & Scholtz, 2001). Os resultados estão também de acordo com outro estudo de artrópodes feito em vinhas, como por exemplo, na região do Douro, onde foram encontradas as mesmas classes de macroinvertebrados, sendo que a classe Insecta e a classe Arachnida foram também as mais abundantes (Gonçalves *et al.*, 2017).

As ordens mais comuns da classe Arachnida foram Araneae e Acari, estando este resultado de acordo com a diversidade taxonómica existente em cada ordem desta classe, pois Araneae e Acari apresentam maior diversidade de espécies que as restantes ordens (Stork, 2017). Também segundo (Gonçalves *et al.*, 2017) estas foram as ordens mais abundantes encontradas no seu estudo em vinhas, no entanto, estes autores capturaram maior número de Acari do que Araneae.

Para a classe Chilopoda, 90% dos invertebrados capturados pertencem à ordem Lithobiomorpha. Os indivíduos desta ordem habitam, preferencialmente, por baixo das camadas vegetativas ou na camada de solo mais superficial, movimentando-se muito rapidamente no solo. Por outro lado, os Scolopendomorpha possuem grandes capacidades escavadoras, passando mais tempo no interior das camadas de solo, sendo que também se movimentam com rapidez. Os indivíduos da ordem Scutigermorpha movimentam-se preferencialmente em áreas mais abertas e com menos vegetação (Voigtländer, 2011). Assim, os invertebrados da ordem Lithobiomorpha terão maiores probabilidades de captura visto que se movimentam mais superficialmente nas camadas de solo que os da ordem Scolopendomorpha. Para além disso, seria de esperar encontrar maior número de Lithobiomorpha do que de Scutigermorpha visto que os últimos preferem áreas mais abertas para se movimentar.

A classe Insecta foi, maioritariamente, representada pela ordem Hymenoptera, tal como foi observado no estudo recente de Gonçalves *et al.* (2017). No entanto, 99%

das capturas desta ordem pertencem à família Formicidae, havendo uma grande dominância desta família em relação às restantes o que faz com que os níveis de diversidade desta ordem sejam menores. Quando existem altas dominâncias há um grande contributo para a biomassa total, que impede o efeito estabilizador da comunidade (Hillebrend, Bennet, & Cadotte, 2008). Para além da ordem Hymenoptera, as restantes ordens mais comuns encontradas foram: Diptera, Hemiptera e Coleoptera. As mesmas ordens de Insecta foram também referidas como as mais comuns capturadas por Gonçalves *et al.* (2017) e Thomson & Hoffmann (2007). Segundo Costello & Daane (1999) a ordem Diptera é a ordem mais comum encontrada na folhagem das videiras. Estes resultados são esperados tendo em conta que as ordens acima referidas fazem parte das mais diversas (com maior número de espécies) da classe Insecta (Stork, 2017).

Comparando os três modos de produção verificou-se que 51% do total de macroinvertebrados foram coletados na vinha em produção integrada em optidose (Talhão A) e que o maior valor de riqueza de unidades taxonómicas foi também encontrado neste talhão. A vinha em produção biológica (Talhão B) apresentou valores intermédios de abundância absoluta e de riqueza de unidades taxonómicas. A vinha em produção convencional apresentou os menores valores de abundância absoluta e riqueza de unidades taxonómicas. Os valores de abundância absoluta de macroinvertebrados entre talhões foram significativamente diferentes entre o Talhão A (produção integrada em optidose) e os restantes, sendo que os Talhões B (produção biológica) e C (produção convencional) apresentaram valores semelhantes. Tendo em conta que os Talhões A e B apresentam práticas mais semelhantes entre si, deveriam apresentar valores mais aproximados, sendo que o Talhão C deveria ser o que apresentava diferenças significativas de abundância absoluta relativamente aos restantes. Ao analisar as razões pelas quais este resultado poderia ter ocorrido, verificou-se que a família Formicidae apresentava uma abundância muito superior aos restantes grupos e significativamente maior no Talhão A, o que explica o facto de, contabilizando este grupo, os Talhões B e C apresentarem uma abundância absoluta total semelhança e o Talhão A significativamente superior.

Ao analisar estes valores sem contabilizar a família Formicidae, verificamos, em termos absolutos, que a abundância continua a ser máxima na vinha em produção integrada em optidose, intermédia na vinha em produção biológica e mínima na vinha em produção convencional. No entanto, as análises provam que as diferenças significativas se encontram entre o Talhão C e os restantes, sendo que os Talhões A e B apresentam valores semelhantes. Estes resultados estão de acordo com o esperado, visto que não se encontram diferenças significativas entre os talhões com práticas mais semelhantes (A e B) e se encontram diferenças significativas entre o talhão de

produção convencional e os restantes. O facto de a família Formicidae influenciar tanto estes resultados é devido a apresentar um número tão elevado de capturas comparativamente aos restantes grupos taxonómicos, contribuindo com um valor de biomassa muito superior (Hillebrend, Bennet, & Cadotte, 2008). Podemos concluir que diferentes práticas afetam tanto os valores de abundância absoluta como os valores de riqueza de unidades taxonómicas, diferentes em todos os talhões.

A análise por modo de produção das diferentes unidades taxonómicas identificadas provou que em todos os modos de produção a classe mais abundante foi a classe Insecta, seguida da Arachnida e só depois as classes Malacostraca e Chilopoda, tal como se esperava tendo em conta os resultados da abundância total. No entanto, nem todas as unidades taxonómicas identificadas apresentaram abundâncias absolutas significativamente diferentes entre os três modos de produção.

Na classe Arachnida, a ordem Araneae apresentou valores de abundância absoluta significativamente menores no talhão em produção convencional (Talhão C), sendo esta abundância semelhante entre a vinha em produção integrada em optidose (Talhão A) e a vinha biológica (Talhão B). Estes resultados contrastam com resultados obtidos anteriormente em vinhas por Bruggisser, Schmidt-Entling & Bacher (2010) em que a produção biológica não promoveu a diversidade e a abundância de aranhas. No entanto, um estudo de Prieto-Benítez & Méndez (2011) provou que existem efeitos negativos na abundância e riqueza de aranhas em sistemas agrícolas convencionais em que os terrenos são mobilizados e se utilizam pesticidas. As aranhas beneficiam de uma maior abundância de vegetação, que promove a complexidade estrutural, potenciando a disponibilidade de presas (Woodcock *et al.*, 2013). Assim, o facto de existir maior abundância de aranhas nos Talhões A e B (produção integrada em optidose e produção biológica) pode estar principalmente relacionado com a existência de enrelvamentos. As aranhas são predadores generalistas tendo um impacte positivo na vinha (Gonçalves et al., 2013).

A ordem Acari apresentou valores de abundância absoluta significativamente diferentes entre todos os modos de produção, apresentando maior abundância no Talhão A (produção integrada em optidose), seguida do Talhão B (produção biológica) e, por fim, menor abundância no Talhão C (produção convencional). Tal como se pode observar na Tabela 1 dos Anexos, para o Talhão C foi feito um tratamento específico para os ácaros muito próximo das datas das recolhas, sendo que seria de esperar que fossem coletados menos ácaros nestes talhões. No entanto, é importante referir que nem todas as espécies de ácaros têm impactes negativos na vinha e que muitos dos coletados pertencem a espécies com impactes positivos, predadoras ou parasitoides de outros insetos (Gonçalves et al., 2013).

Na classe Malacostraca não foram encontradas diferenças significativas de abundância absoluta entre os modos de produção, sendo que, apesar de a abundância de isópodes ter sido relativamente alta, podemos concluir que não houve influência do tipo de gestão na abundância destes artrópodes. Apesar de em contraste com os resultados obtidos, sabe-se que a intensificação das práticas agrícolas, a utilização de pesticidas e a acidificação do solo mostrou afetar negativamente a abundância e diversidade de Isopoda (Souty-Grosset & Faberi, 2018). Para além disso, espécies da ordem Isopoda alimentam-se, preferencialmente, de matéria orgânica e material vegetal em decomposição, preferindo locais húmidos e ricos em matéria orgânica (Correia, Aquino, & Aguiar-Menezes, 2008), o que levaria a esperar que a sua abundância fosse significativamente maior nos talhões com enrelvamentos, Talhões A e B (produção integrada em optidose e produção biológica). Apesar de a abundância ser maior nestes talhões do que no Talhão C (produção convencional), a diferença não foi significativa.

Na classe Chilopoda, a família Lithobiidae apresentou valores de abundância absoluta significativamente diferentes entre todos os modos de produção, apresentando maior abundância no Talhão A (produção integrada em optidose), seguida do Talhão B (produção biológica) e, por fim, menor abundância no Talhão C (produção convencional). Tal como referido anteriormente, os indivíduos desta família habitam preferencialmente por baixo das camadas vegetativas (Voigtländer, 2011) o que explica o facto de serem mais abundantes nos Talhões A e B, que possuem enrelvamentos.

Na classe Insecta, foram encontradas diferenças significativas de abundância absoluta entre modos de produção para as ordens Hymenoptera (quando se contabiliza a família Formicidae), Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Embioptera, Psocoptera e Thysanoptera. A maior abundância de insetos foi coletada no Talhão A (produção integrada em optidose), seguida do Talhão B (produção biológica) e, por fim, a menor abundância de insetos foi verificada no Talhão C (produção convencional). Tanto no Talhão A como no Talhão B foram coletadas nove das 12 ordens identificadas no total. No Talhão C foram coletadas as 12 ordens identificadas, sendo que foram encontrados indivíduos das ordens Blattodea e Embioptera, não coletados nos restantes talhões. Da ordem Blattodea apenas foi coletado um indivíduo, não sendo a sua abundância no Talhão C significativamente diferente dos restantes. A ordem Embioptera apresentou valores de abundância absoluta significativamente maiores no Talhão C, no entanto, a sua abundância foi muito baixa comparativamente às restantes ordens sendo que julgamos que não exista um papel ecológico muito significativo desta ordem na vinha.

Para a ordem Hymenoptera apenas foram encontradas diferenças significativas de abundância absoluta entre talhões quando a família Formicidae era contabilizada. Ao excluir a família Formicidae todos os talhões apresentam abundâncias absolutas de Hymenoptera semelhantes, sendo que não se verificam influências de diferentes modos de produção na abundância absoluta da ordem. Das famílias de Hymenoptera identificadas as mais abundantes foram: Formicidae, Diapriidae, Cynipidae e Pompilidae. Por outro lado, a riqueza de famílias de himenópteros foi muito inferior no Talhão C em que apenas foram coletadas cinco das 14 famílias de Hymenoptera identificadas no total. Isto pode sugerir que, apesar de o modo de produção não ter afetado a abundância de himenópteros, quando não contabilizamos a família Formicidae, pode ter afetado a riqueza de família e a diversidade existente.

A família Formicidae apresentou um número muito elevado de coletas em todos os talhões, sendo que a sua biomassa é muito superior à dos restantes grupos taxonómicos de acordo com Hillebrend, Bennet, & Cadotte (2008). As formigas contribuem para os mais diversos processos ecológicos de controlo biológico, polinização e ciclo dos nutrientes (Way & Khoo, 1992), sendo que são importantes engenheiras dos ecossistemas contribuindo para modificações físicas, químicas e biológicas das propriedades do solo (Dostál, Březnová, Kozlíčková, Herben, & Kovář, 2005). A abundância absoluta de Formicidae foi significativamente maior no Talhão A (produção integrada em optidose) relativamente aos restantes talhões, sendo que entre os Talhões B (produção biológica) e C (produção convencional) os valores de abundância foram aproximados e superiores no Talhão C. Estes resultados contrastam com os esperados e obtidos anteriormente por Masoni *et al.* (2017) em que a abundância de formigas foi significativamente maior em vinhas biológicas, comparativamente a vinhas convencionais, estando este facto relacionado com a utilização de pesticidas nas vinhas convencionais. Pode questionar-se a influência negativa, previamente documentada, dos pesticidas na abundância de formigas (Masoni *et al.*, 2017). O facto de haver uma diferença tão significativa de abundância de Formicidae entre os Talhões A e B não apresenta uma explicação óbvia aparente, visto que estas vinhas se encontram no mesmo local e têm práticas mais aproximadas. No entanto, pode estar relacionado com o tipo de enrelvamento, que é natural (ou espontâneo) no Talhão A e semeado no Talhão B, sendo que o natural poderá ser mais diverso e promover uma maior abundância e diversidade de formigas (Sanguaneko & León, 2011). Para além disso, no Talhão A uma das armadilhas foi instalada muito próxima de um formigueiro não detetado, o que aumentou o número de capturas.

A família Cynipidae apresentou níveis de abundância significativamente maiores no talhão em produção biológica, sendo que não foi detetado em nenhum

dos restantes talhões. Esta é uma família de himenópteros conhecida por ser um parasita muito comum do carvalho negro (*Quercus velutina*) podendo também parasitar eucaliptos (*Eucalyptus*), macieiras (*Malus domestica*) e roseiras (*Rosa canina*) (Buffington, Melika, Davis, & Elkinton, 2016). A vinha biológica encontra-se mais próxima da estrada, que possui alguns eucaliptos na berma, o que pode ter influenciado a presença desta família neste talhão e não nos restantes. As restantes famílias de Hymenoptera não mostraram diferenças significativas nos níveis de abundância entre talhões sendo que não há provas de que o modo de produção influencie a sua abundância.

É importante referir que para além das famílias de Hymenoptera acima descritas, foram também coletados himenópteros das famílias Ichneumonidae nos Talhões A e B e Vespidae no Talhão A. Indivíduos da família Ichneumonidae são parasitoides de estados imaturos de insetos e a espécie *Campoplex capitator* é um importante parasitoide de traça-da-uva. Os vespídeos são predadores de larvas de insetos, quer no estado de adulto quer no de larva. No entanto, ocasionalmente, os adultos podem causar prejuízos, ao atacar os cachos (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013).

Para a ordem Hemiptera, foram encontradas diferenças significativas de abundância do Talhão C (produção convencional), com uma abundância de hemípteros muito menor, comparativamente à verificada nos restantes talhões. Os Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica) apresentaram valores semelhantes de abundância de hemípteros. Assim, podemos observar uma influência dos diferentes modos de produção na abundância de hemípteros. Por outro lado, o modo de produção não influencia os valores de riqueza de famílias de hemípteros já que os resultados são semelhantes nos três talhões.

As famílias de Hemipteros mais abundantes foram: Cicadellidae, Lygaeidae e Aphididae. A família Cicadellidae foi a mais abundante da ordem Hemiptera, principalmente nos Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica), sendo que o Talhão C (produção convencional) apresentou valores de abundância de Cicadellidae significativamente inferiores aos restantes talhões. Muitas espécies desta família constituem uma praga da vinha, conhecida como “cicadela” ou “cigarrinha verde”. Estes artrópodes são fitófagos picadores-sugadores que se alimentam do conteúdo celular das nervuras das plantas causando sintomas de deformação na superfície das folhas, alteração de cor e mesmo morte. O facto de atacar as folhas faz com que estas caiam expondo os cachos à radiação solar, o que pode levar a menor produtividade e provocar estragos muito significativos, principalmente no período do Verão. Existe ainda a cigarrinha-da-flavescência-dourada, que é um vetor do fitoplasma da flavescência-dourada-da-videira, que pode

também originar grandes prejuízos, por afetar a viabilidade da videira (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013; Neto, 2014). Na vinha biológica o combate a esta praga é feito com um estrato de feto natural, tal como se pode observar na Tabela 1 dos Anexos, enquanto que na vinha em produção integrada em optidose é feito com um inseticida sistêmico. Segundo os resultados obtidos, podemos concluir que o estrato de feto pode ser tão eficaz como o inseticida, visto que os níveis de abundância de cicadelídeos não é significativamente diferente entre os Talhões A e B.

A família Aphididae foi significativamente mais abundante no Talhão B (produção biológica) do que nos restantes talhões. Os afídeos são fitófagos polípagos que se alimentam da seiva de grande variedade de plantas, sendo que a presença de um enrelvamento (sementeira) é fulcral para aumentar a sua abundância, tal como a dos respetivos predadores (Costello & Daane, 1999). As meladas que excretam são uma importante fonte alimentar de outros insetos adultos, incluindo inimigos naturais de pragas da vinha. Não interferem diretamente com a vinha, mas a sua atividade pode resultar num impacte positivo ou negativo no ecossistema (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013). Os afídeos são encontrados na vinha ocasionalmente e, normalmente, em baixas densidades (Costello & Daane, 1999).

É importante referir que, apesar de não se terem verificado diferenças significativas no nível de abundância entre talhões, a família Lygaeidae foi uma das mais abundantes famílias de Hemipteros. A maioria dos ligaeídeos é fitófaga, alimentando-se de grande variedade de plantas, mas não é comum que se alimentem diretamente das videiras. Contudo, algumas espécies, como as do género Geocoris, são predadoras de pequenos insetos (Costello & Daane, 1999).

Na ordem Diptera foram observadas diferenças significativas entre o Talhão C (produção convencional), com uma abundância muito menor, e os restantes talhões. Tal como referem os mesmos autores, os insetos da ordem Diptera podem ser predadores, alimentando-se de afídeos ou de outros insetos, ou parasitoides, normalmente de larvas de lepidópteros, tendo um impacte positivo na vinha.

Na ordem Coleoptera, tal como seria de esperar, foram encontradas diferenças significativas de abundância entre o Talhão C (produção convencional), com uma abundância de coleópteros muito menor, em comparação com os restantes talhões. Os Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica) apresentaram valores semelhantes de abundância de coleópteros. Assim, podemos observar uma influência dos diferentes modos de produção na abundância de coleópteros. Tendo em conta o tipo de enrelvamento de cada modo de produção (Talhão A – enrelvamento natural, Talhão B – enrelvamento semeado e Talhão C – sem enrelvamento), os resultados obtidos estão de acordo com o que apresentou Nunes

et al. (2015) em que a ordem Coleoptera foi significativamente mais abundante nas modalidades com enrelvamento em comparação à mobilização do solo.

Tendo em conta a riqueza de famílias, esta é maior nos Talhões A e B e menor no Talhão C. As famílias mais abundantes foram, principalmente, Dermestidae, Staphilinidae, Corylophidae, Silphidae, Latridiidae, Clambidae e Tenebrionidae. Estas famílias já tinham sido anteriormente descritas como muito abundantes em vinhas por Gonçalves *et al.* (2017). No entanto, famílias como Coccinellidae e Carabidae, também muito relacionadas com a vinha (Franin, Barić, & Kuštera, 2016; Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013) apresentam abundâncias inferiores. A família Coccinellidae tem um papel muito importante na vinha por ser uma família de auxiliares da vinha, predadores de ácaros, afídeos e conchonilhas. Os Carabídeos são também predadores muito importantes e generalistas (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013). O facto de as coletas terem sido feitas muito próximo do Verão e algumas já no Verão pode ter influenciado estes resultados, pois a maior atividade de Coccinellidae e Carabidae é registada na Primavera.

Da ordem dos coleópteros as famílias mais abundantes, Staphilinidae, Corylophidae e Tenebrionidae não apresentaram diferenças significativas entre talhões, sendo que não se observou, segundo os resultados obtidos, que o modo de produção tenha influência na sua abundância. É importante referir que a família Staphilinidae tem um impacto importante e muito positivo na vinha por ser um predador generalista (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013). Por outro lado, para as famílias Dermestidae, Silphidae, Latridiidae, Clambidae, Curculionidae e Histeridae foram encontradas diferenças significativas de abundância entre talhões, logo existe uma influência do modo de produção na abundância destas famílias.

A família Dermestidae apresentou uma abundância significativamente menor no Talhão C (produção convencional), comparativamente aos restantes talhões. É de notar que, apesar de ter sido a família mais abundante apenas foi coletada nos Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção convencional), sendo que não se identificou nenhum exemplar no Talhão C. Desta forma, o tipo de gestão influencia a abundância desta família nas vinhas. No entanto, a sua ausência no Talhão C também se pode dever à localização ou ao tipo de solo. Esta família não é, normalmente, uma das mais abundantes nas vinhas (Franin *et al.*, 2016; Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013).

A família Silphidae apenas apresentou diferenças significativas entre a vinha biológica (Talhão B) e a vinha convencional (Talhão C), sendo que é de referir que não foi coletado nenhum exemplar no Talhão C (produção convencional). As famílias Latridiidae e Clambidae apresentaram diferenças significativas de abundância entre

o Talhão B e os restantes. Para estas três famílias de Coleoptera podemos concluir que o modo de produção biológico tem uma influência positiva na sua abundância absoluta.

A família Curculionidae foi significativamente menos abundante no Talhão C (produção convencional). Os curculionídeos são fitófagos, alimentando-se tanto no estado larvar como no adulto, de diversas partes das plantas (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013). Este facto explica que a sua abundância seja inferior no talhão convencional, visto que, não possuindo enrelvamento, não tem tanta disponibilidade de alimento.

Considerando os valores dos índices de diversidade, e tendo em conta que, segundo Thomson & Hoffmann (2007), quanto maior a perturbação menor a diversidade, verificamos que os valores dos índices não são exatamente os esperados. A maior diversidade é encontrada na vinha em produção biológica (Talhão B) o que seria de prever pois, em termos de tratamentos e operações na vinha, a perturbação é menor. Tal como se pode observar na Tabela 1 dos Anexos, nesta vinha não são utilizados herbicidas e os pesticidas utilizados são apenas à base de cobre e enxofre, a fertilização é feita com matéria orgânica e ainda possui um enrelvamento de sementeira de leguminosas e gramíneas. No entanto, os valores mínimos de diversidade são encontrados na vinha em produção integrada em optidose (Talhão A) e não na vinha em produção convencional (Talhão C), como seria de esperar visto que o Talhão C é o que tem maior perturbação. Tal como se pode observar na Tabela 1 dos Anexos, no Talhão C são utilizados herbicidas e pesticidas, adubos ternários e são feitas mobilizações no solo, não havendo enrelvamentos. O Talhão A apresentou os menores valores em todos os índices de diversidade calculados, sendo que podemos admitir que há menor diversidade e menor equitabilidade entre as abundâncias absolutas das unidades taxonómicas, ou seja, maior dominância de determinados grupos, tal como é o caso da família Formicidae.

Ao calcular os índices de diversidade excluindo a família Formicidae os resultados obtidos estão de acordo com Thomson & Hoffmann (2007), visto que os talhões com menor perturbação (biológico e produção integrada em optidose) possuem os valores de diversidade mais altos e o Talhão C (produção convencional), com maior perturbação, apresenta os níveis de diversidade mais baixos. A família Formicidae influencia muito os resultados dos índices devido ao seu elevado número de capturas relativamente aos restantes grupos taxonómicos. A sua grande abundância no Talhão A, significativamente mais elevada do que nos restantes talhões, diminui os valores de diversidade deste talhão devido a efeitos de dominância que diminuem a equitabilidade e, conseqüentemente, a diversidade existente. Quando existem altas dominâncias de uma ou mais espécies, estas espécies

contribuem largamente para a biomassa total, impedindo que tenham um efeito estabilizador na comunidade. Assim, uma baixa dominância tem como efeito uma comunidade estável, enquanto uma elevada dominância reduz o efeito de estabilidade da comunidade (Hillebrand *et al.* 2008).

Tal como descrito anteriormente, altos níveis de perturbação nas medidas de gestão afetam negativamente a biodiversidade (Benton *et al.*, 2003; Donald, Green, & Heath, 2001; Robinson & Sutherland, 2002). Desta forma, seria de esperar que na vinha em produção convencional a diversidade fosse menor, tal como mostram os resultados quando não contabilizamos a família Formicidae. No entanto, para o índice de Shannon e para o índice de Pielou (sem contabilizar Formicidae) o Talhão A (produção integrada) apresenta maior diversidade que o Talhão B (produção biológica). Alguns trabalhos teóricos e empíricos provaram que a diversidade está relacionada com a perturbação de uma forma não linear, sendo que maiores níveis de diversidade são muitas vezes encontrados com níveis intermédios de perturbação. Esta é a hipótese da perturbação intermédia (Grime, 1973; Molino & Sabatier, 2001; Svensson *et al.*, 2016). Assim, seria de esperar que fosse encontrada maior diversidade na vinha em produção integrada em optidose, com níveis de perturbação intermédios entre a convencional e a biológica. Os nossos resultados confirmam esta hipótese.

Ao analisar os grupos funcionais do total dos macroinvertebrados coletados, observou-se que os mais abundantes e com maior riqueza taxonómica eram os predadores, seguidos dos fitófagos e por último os detritívoros e micetófagos. Os resultados obtidos relativamente à abundância de predadores e fitófagos estão de acordo com os descritos por Gonçalves *et al.* (2017). No entanto, estes autores provam que a abundância de detritívoros em vinhas é maior do que a abundância de predadores e fitófagos porque contabilizam a ordem Collembola. Se no presente estudo também fosse considerada esta ordem, os resultados permitiriam confirmar a afirmação de Gonçalves *et al.* (2017). No entanto, estes dados não são apresentados. Para esta análise também não foram incluídos dípteros (classe Insecta) nem Formicidae (classe Insecta, ordem Hymenoptera). A ordem Diptera tem famílias detritívoras, herbívoras e ainda predadoras (Callisto, Moreno, & Barbosa, 2005). Na família Formicidae existem espécies omnívoras, predadores especialistas, predadores generalistas ou herbívoras (Lopes *et al.*, 2010). Os indivíduos da ordem Isopoda foram considerados detritívoros, apesar de nem todas as suas espécies o serem. No entanto, nas vinhas estudadas, as famílias de Isopoda encontradas foram, maioritariamente, detritívoras.

Analisando por modo de produção, predadores e fitófagos têm sempre maior abundância e riqueza taxonómica do que detritívoros e micetófagos. Detritívoros e fitófagos não apresentam diferenças significativas de abundância entre os três modos

de produção. Por outro lado, o Talhão C apresenta uma abundância de micetófagos significativamente inferior aos restantes. A abundância absoluta de predadores foi também significativamente inferior no Talhão C do que nos restantes talhões. Apesar da abundância absoluta de fitófagos não ter sido significativamente diferente entre modos de produção, em termos de frequência relativa, no Talhão B (produção biológica) 61% são predadores e apenas 28% fitófagos. Por outro lado, no Talhão C (produção convencional), 41% são predadores e 50% fitófagos, sendo que há maior abundância de fitófagos do que de predadores. O Talhão A (produção integrada em optidose) apresenta valores intermédios, em que 48% são predadores e 37% fitófagos. Sendo abundância absoluta de predadores significativamente menor no Talhão C do que nos restantes, e semelhante entre os Talhões A e B, podemos concluir que os predadores existentes no Talhão C talvez não sejam suficientes para agirem como controladores. No entanto, a falta de predadores no Talhão C é compensada pelo uso intensivo de pesticidas que diminuem a abundância de fitófagos. Por outro lado, nos Talhões A e B, o controlo biológico parece ser suficiente para manter a abundância de fitófagos semelhante ao Talhão C, visto que não se encontraram diferenças significativas. O controlo biológico é um componente chave dos serviços dos ecossistemas mediados por artrópodes e pode ser utilizado para manter a produtividade e reduzir a necessidade de *inputs* de pesticidas (Isaacs *et al.*, 2009; Pimentel *et al.*, 1992).

Estes resultados estão de acordo com o esperado, pois quanto maior a frequência relativa de predadores, menor a de fitófagos e vice-versa. Os resultados provam que o Talhão B apresenta um melhor controlo biológico de fitófagos devido a uma maior abundância de predadores, sendo que o Talhão C apresenta o contrário e o Talhão A valores intermédios.

No grupo funcional dos detritívoros, tanto para o Talhão A como para o B, aproximadamente 50% das coletas foram Isopoda (classe Malacostraca) e os restantes 50% foram insetos da ordem Coleoptera, destacando-se as famílias Dermestidae, Tenebrionidae e Silphidae, e da ordem Zygentoma. No Talhão C, apenas 18% do detritívoros pertenciam à classe Insecta e 82% à classe Malacostraca, ordem Isopoda. Destes insetos destacaram-se, em termos de abundância, Tenebrionidae (ordem Coleoptera), Embioptera e Zygentoma. Gonçalves *et al.* (2017) também apresentaram Tenebrionidae como uma das famílias de Coleoptera detritívoros mais comuns em vinhas e Embioptera como uma ordem muito importante de detritívoros. A abundância absoluta deste grupo funcional não varia entre talhões, logo não se observa uma influência do modo de produção na abundância de detritívoros.

Os predadores apresentaram, significativamente, menor abundância absoluta no Talhão C que nos restantes, sendo esta semelhante entre os Talhões A e B. Este

facto prova que há uma influência negativa do modo de produção convencional na abundância absoluta de predadores. Os predadores foram maioritariamente representados pela ordem Araneae (classe Arachnida) em todos os modos de produção, tal como demonstrado por Gonçalves *et al.* (2017). Um estudo realizado na Califórnia mostrou também que os Arachnida tinham sempre abundâncias significativamente superiores à dos restantes predadores. Este facto está relacionado com o tipo de presas existentes, que não são as preferidas por outros insetos predadores (Costello & Daane, 1999). Os mesmos autores também apresentaram a classe Chilopoda e as ordens Coleoptera e Hymenoptera da classe Insecta como importantes predadores presentes nas vinhas, tal como evidenciam os nossos resultados. Nesta investigação também foram encontrados predadores pertencentes à ordem Hemiptera e Odonata.

Os predadores mais abundantes da ordem Coleoptera, em todos os talhões, pertencem às famílias Staphilinidae e Carabidae, tal como previamente demonstrado por Gonçalves *et al.* (2017). Estes têm uma influência positiva na vinha por serem predadores generalistas de insetos e outros invertebrados, promovendo o controlo biológico (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013). Para além das famílias referidas, no Talhão A (produção integrada em optidose), uma das mais abundantes foi a família Histeridae. Não sendo, por norma, uma das famílias mais abundantes em vinhas, também pode ter um impacto positivo nas mesmas, visto que são predadores de larvas de insetos. Estão normalmente associados a árvores mortas ou material vegetal em decomposição, mas algumas famílias vivem como comensais em formigueiros (Chinery, 2010). Isto pode explicar a sua grande abundância no Talhão A, onde a abundância de formigas foi significativamente maior que nos restantes talhões. A família Coccilenidae, apesar de presente em todos os talhões, não apresentou uma abundância elevada.

Na ordem Hemiptera, a família de predadores mais abundante em todos os talhões foi Nabidae. No caso do Talhão A, ainda se observou em quantidade elevada o hemíptero predador Reduviidae. Estas famílias foram apresentadas por Gonçalves, Carlos, & Torres (2013) como importantes representantes da ordem na fauna da vinha, pois influenciam positivamente a mesma. A família Anthocoridae, descrita como um inseto auxiliar muito importante e inimigo natural principalmente de ácaros, não foi detetada em nenhum dos talhões.

Na ordem Hymenoptera, as famílias de predadores mais abundantes foram Diapriidae e Pompilidae. A família Diapriidae, com maior abundância em todos os talhões, não é das famílias que, por norma, é mais abundante em vinhas, mas sendo parasitoide de larvas ou pupas, pode ter um impacto positivo de controlo biológico na vinha. A família Pompilidae é predadora de aranhas e, apesar de existir em todos

os talhões, é mais abundante no Talhão C (produção convencional), o que pode explicar o facto de a abundância de Araneae ser significativamente inferior no Talhão C do que nos restantes. Das principais famílias descritas como importantes parasitoides de algumas pragas das vinhas, tais como Eulophidae, Ecyrtidae e Ichneumonidae, foi coletada a primeira no Talhão C e a última nos Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica) em conformidade com Gonçalves, Carlos, & Torres (2013).

Para o grupo funcional dos micetófagos, a abundância absoluta foi significativamente inferior no Talhão C do que nos restantes. As famílias mais abundantes de micetófagos foram Clambidae, Corylophidae e Latridiidae. Estas famílias alimentam-se de fungos e podem ter um impacto positivo no controlo biológico dos mesmos (Gonçalves, Carlos, & Torres, 2013).

No grupo funcional dos fitófagos, não foram encontradas diferenças significativas de abundância entre talhões. Tendo em conta o tipo de enrelvamento de cada modo de produção (Talhão A – enrelvamento natural, Talhão B – enrelvamento semeado e Talhão C – sem enrelvamento), seria de esperar que a abundância de fitófagos fosse significativamente maior no solo mobilizado (produção convencional) visto que o papel dos auxiliares é dificultado pela falta de alimento e abrigo (Nunes *et al.*, 2015). No entanto, a utilização de pesticidas pode ter reduzido a abundância dos fitófagos na vinha convencional, de modo que os seus níveis ficaram semelhante aos dos restantes talhões, apesar de não haver um controlo biológico aparentemente tão eficaz. Foram coletados indivíduos pertencentes às ordens Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Psocoptera e Thysanoptera. Também Gonçalves *et al.* (2017) apresentaram no seu estudo as ordens Orthoptera, Coleoptera e Hemiptera como as mais comuns no grupo funcional de fitófagos.

É importante referir que a maioria dos fitófagos encontrados não se alimentam da vinha e até podem ser presas alternativas de inimigos naturais das verdadeiras pestes, contribuindo para suportar as suas populações, segundo Gonçalves *et al.* (2017). Este é, por exemplo, o caso dos indivíduos da superfamília Apoidea (ordem Hymenoptera) que podem beneficiar a vinha por serem polinizadores, e dos indivíduos das ordens Orthoptera, Psocoptera e Thysanoptera que não apresentam um impacto direto na vinha. A ordem Orthoptera foi considerada fitófaga, embora também existam espécies omnívoras e predadores, visto que os indivíduos coletados na vinha pertenciam a famílias que se alimentam essencialmente de sementes ou tecidos e fluidos vegetais (Resh & Cardé, 2009). Para os insetos da ordem Psocoptera admitiu-se que se alimentavam de sementes e outros tecidos vegetais, logo foram considerados fitófagos (Valbuza, Campos, & Potenza, 2017).

Os insetos fitófagos coletados que realmente se alimentam da vinha são Chrysomelidae e Curculionidae (ordem Coleoptera), Cicadellidae (ordem Hemiptera) e ordem Lepidoptera. Chrysomelidae foram muito pouco frequentes, sendo que não será considerada a sua ação, pois não é possível identificar diferenças entre os modos de produção. Os Curculionidae apresentaram uma abundância significativamente inferior no Talhão C (produção convencional), o que poderá estar relacionado com o facto de o solo ser mobilizado nesta vinha e esta ordem de insetos optar, preferencialmente, por vinhas com enrelvamentos (Nunes *et al.*, 2015). Estes alimentam-se de diversas partes de plantas e, no estado adulto, de gomos e rebentos novos, podendo influenciar de modo negativo a produtividade e viabilidade das videiras. Os Cicadellidae foram a família de fitófagos mais abundantes, sendo que a sua abundância foi significativamente menor no Talhão C (produção convencional) do que nos restantes. A esta família, pertencem, como referido anteriormente, algumas das maiores pragas das vinhas, tais como a cigarrinha-verde e a cigarrinha-da-flavescência-dourada. No entanto, não foram identificados, nem no Talhão A (produção integrada em optidose) nem no Talhão B (produção biológica), sintomas evidentes da presença destas pragas, o que nos leva a acreditar que as famílias presentes não serão tão prejudiciais e que os tratamentos alternativos são eficazes. Ainda assim, qualquer espécie da família Cicadellidae causa um impacto negativo na vinha, podendo diminuir a sua produtividade e viabilidade. Para a ordem Lepidoptera não foram encontradas diferenças significativas e a sua abundância também foi reduzida em todos os modos de produção.

Resumidamente, após as análises sem contabilizar a família Formicidae, concluiu-se que a maior abundância absoluta total e riqueza taxonómica de invertebrados ocorreu no Talhão A (produção integrada em optidose), sendo intermédias no Talhão B (produção biológica) e mínimas no Talhão C (produção convencional). A abundância absoluta foi significativamente menor no Talhão C e semelhante entre os Talhões A e B. Assim, verificou-se um impacto negativo na abundância e riqueza taxonómica de macroinvertebrados causada pelo modo de produção convencional. Para além disso, a diversidade foi também menor no Talhão C, com maior perturbação, havendo também um impacto negativo da produção convencional na diversidade de macroinvertebrados. Por outro lado, entre a produção biológica (Talhão B) e a produção integrada em optidose (Talhão A) alguns índices apontaram para uma maior diversidade no Talhão B e outros no Talhão A. Isto pode estar relacionado com níveis de diversidade muito aproximados entre estes dois talhões ou com a hipótese da perturbação intermédia, tal como explicado anteriormente.

Foi possível concluir, para diferentes grupos de invertebrados, que os modos de produção podem ou não afetar a sua abundância, fazendo-o de um modo diferente para cada grupo. A abundância de detritívoros e fitófagos não apresentou diferenças significativas entre talhões, o que poderá indicar que o modo de produção não influencia estes grupos. No entanto, nem todas as famílias são afetadas da mesma forma o que pode induzir erros de interpretação. A abundância de predadores e micetófagos foi significativamente menor no Talhão C (produção convencional). O Talhão C foi o único em que a abundância absoluta de fitófagos foi superior à abundância absoluta de predadores, apesar de o número de fitófagos neste talhão ser semelhante aos restantes. Assim, foi possível concluir que há uma influência negativa das práticas realizadas no Talhão C no que se refere à abundância de predadores e micetófagos, que se traduz num menor controlo biológico e numa frequência relativa de fitófagos e na presença mais elevada de outras pragas da vinha. Provou-se que o controlo biológico funciona de forma mais eficaz nos Talhões A e B.

Consideram-se ainda outras razões que têm vindo a ser discutidas, por diversos autores, como possíveis causadoras da menor abundância e diversidade de invertebrados em sistemas de produção convencional são a homogeneidade da paisagem envolvente e a reduzida conectividade de elementos naturais (Jiménez-García, García-Martínez, Marco-Mancebón, Pérez-Moreno, & Jiménez-García, 2019), a utilização excessiva de herbicidas e pesticidas (Robinson & Sutherland, 2002) e a ausência de enrelvamentos (Thomson & Hoffmann, 2007).

Assim, a heterogeneidade e a conectividade de elementos naturais tornam a paisagem mais complexa com predominância de *habitats* não cultivados nas zonas agrícolas. Desta forma afetam, positivamente, a abundância e a diversidade de macroinvertebrados, principalmente dos auxiliares da vinha. Quanto maior a simplificação de uma paisagem e menor a conectividade entre elementos naturais, menor será a sua biodiversidade, havendo um efeito negativo no controlo de pragas. No entanto, as diferentes características da paisagem podem não afetar todas as espécies da mesma forma e à mesma escala (Gardiner *et al.*, 2009; Rusch *et al.*, 2016). Jiménez-García *et al.* (2019) mostram a relação positiva entre a abundância de diversos inimigos naturais de pragas com a heterogeneidade da paisagem, referindo a presença de famílias como Braconidae, Formicidae, Ichneumoidae e Staphylinidae, também coletadas no presente trabalho. As vinhas localizadas na Fundação Eugénio de Almeida (Talhão A – Produção integrada em optidose e Talhão B – Produção biológica) apresentam uma paisagem envolvente muito homogénea, dominada por vinhas, e com fraca conectividade, visto que contém muitas estradas, algumas delas com bastante tráfego. A vinha da Gorita, localizada em Montoito (Talhão C – Produção convencional), apresenta maior heterogeneidade, embora dominada por campos

agrícolas, podendo observar-se vinhas, oliveiras e searas. Nas proximidades desta vinha existem algumas estradas, mas maioritariamente caminhos rurais, logo a conectividade pode ser considerada maior uma vez que a perturbação é menor. O facto de haver maior heterogeneidade e conectividade na paisagem do Talhão C (Produção convencional), ou seja, na vinha com o regime de gestão mais intensivo, pode ter compensado um pouco os níveis de abundância e diversidade encontrados. Isto porque a maior heterogeneidade da paisagem pode ter influenciado positivamente os valores do Talhão C, e a maior homogeneidade e fraca conectividade pode ter influenciado negativamente os valores dos Talhões A e B (Produção integrada em optidose e produção biológica).

A introdução de produtos químicos na agricultura resultou numa intensificação da mesma que, progressivamente, foi substituindo as funções ecológicas desempenhadas pela biodiversidade do solo. Consequentemente, ocorreu um aumento dos custos económicos da gestão das vinhas e um impacto ambiental negativo cada vez mais preocupante (Giller *et al.*, 1997). O uso de pesticidas causa problemas funcionais na paisagem, reduzindo a abundância e diversidade dos inimigos naturais das pragas e afetando negativamente o controlo biológico (Druart *et al.*, 2011). Para além disto, muitos pesticidas e herbicidas estão a ser usados ineficazmente (Vitousek *et al.*, 2009). No presente estudo, a vinha convencional (Talhão C), onde são utilizados pesticidas e herbicidas, apresentou menor diversidade e abundância de macroinvertebrados assim como uma frequência relativa de fitófagos maior que a frequência relativa de predadores, o que se traduz num controlo biológico pouco eficaz. Os Talhões A e B apresentaram níveis de diversidade mais aproximados, ainda que no Talhão B apenas se usem pesticidas à base de cobre, enxofre e produtos naturais e não se utilizem herbicidas. Estes resultados podem estar relacionados com o facto de os talhões serem muito próximos, e os produtos utilizados no Talhão A, embora não utilizados no Talhão B, influenciem a biodiversidade deste talhão. Este processo foi descrito por Goulet & Masner (2017), num estudo sobre a influência da utilização de herbicidas na diversidade de Coleoptera, em que os herbicidas utilizados na parcela em produção integrada influenciaram os níveis de diversidade da parcela biológica adjacente.

Os herbicidas são uma prática convencional utilizada na linha, por baixo das videiras, para controlar o crescimento de vegetação infestante, que compete com as videiras por água e nutrientes reduzindo o seu vigor e produtividade (Ingels *et al.*, 2005; Sanguankeo & León, 2011). No entanto, Sanguankeo & León (2011) demonstraram, num estudo feito em vinhas na Califórnia, que a utilização de herbicidas influencia negativamente a diversidade de plantas existentes na entrelinha, diminuindo a diversidade de artrópodes existente. Por outro lado, há

outras práticas de controlo de infestantes, como o cultivo de sementeiras nas entrelinhas, que suprimem a vegetação infestante e mitigam os efeitos negativos dos herbicidas na biodiversidade (Sanguankee & León, 2011). Tal como se pode comprovar no presente trabalho, a diversidade foi inferior no Talhão C (produção convencional) em que são utilizados herbicidas para controlo da erva na linha. No entanto, apesar de no Talhão A (produção integrada em optidose) serem utilizados herbicidas, o seu efeito negativo sobre a diversidade de macroinvertebrados pode ter sido mitigado pela presença de uma sementeira na entrelinha, visto que os níveis de diversidade são aproximados entre o Talhão A e o Talhão B (produção biológica).

A presença ou ausência de enrelvamentos foi importante, estando provado que quanto maior a diversidade de plantas nas entrelinhas, maior a diversidade de invertebrados encontrada (Thomson & Hoffmann, 2007). Tanto os enrelvamentos como a vegetação natural adjacente têm um efeito positivo na diversidade e abundância de predadores, permitindo um maior controlo biológico de pragas. Por outro lado, também está provado que têm um impacto positivo na abundância e diversidade de fitófagos que não se alimentam da vinha e não são prejudiciais à mesma, o que aumenta o número de presas disponíveis atraindo mais predadores (Gonçalves *et al*, 2017). No presente trabalho, a abundância absoluta de predadores foi significativamente superior nos Talhões A e B (produção integrada em optidose e produção convencional), que possuem enrelvamentos, do que no Talhão C (produção convencional). Para além disso, a abundância relativa de predadores foi sempre maior que a de fitófagos nos Talhões A e B, ao contrário do que ocorreu no Talhão C, em que se observaram mais fitófagos do que predadores, demonstrando um controlo biológico menos eficaz.

4.2. Riqueza taxonómica (S) e abundância absoluta (ni) de macroinvertebrados por recolha

Foi feita uma análise de abundância de macroinvertebrados por recolha de forma a avaliar a variação sazonal da mesma. A duração do trabalho de campo, não sendo muito extensa, incluiu dois meses com temperaturas médias, mínimas e máximas e níveis de precipitação muito diferentes, julho e agosto (IPMA, 2018). Assim, foi possível verificar diferenças nas abundâncias absolutas de diversos grupos. A primeira recolha (R1) ocorreu na primeira quinzena de julho, a segunda recolha (R2) ocorreu na segunda quinzena de julho e a terceira recolha (R3) ocorreu na segunda quinzena de agosto.

Do total de macroinvertebrados coletados, 50% foram coletados na R1, sendo que a abundância absoluta total foi, em todos os modos de produção, maior em R1 do que em R2 e R3, ainda que no Talhão C não tenham existido diferenças significativas da abundância absoluta total entre recolhas. O facto de se verificar uma maior abundância de macroinvertebrados, em todos os talhões, na primeira quinzena de julho, pode estar relacionado com os valores de temperatura e de precipitação. Segundo o IPMA, em julho de 2018 os valores médios de temperatura mínima, máxima e média apresentaram desvios negativos em relação ao padrão (valor médio 1971-2000). Pelo contrário, em agosto de 2018 os valores médios de temperatura mínima, máxima e média apresentaram desvios positivos, e maiores do que em julho, em relação ao padrão. É importante referir que as temperaturas foram exceccionalmente elevadas entre 1 a 6 de agosto. Os valores da quantidade de precipitação foram inferiores ao normal (valor médio 1971-2000) tanto no mês de julho como de agosto. No entanto, o desvio negativo foi superior em agosto.

Por outro lado, o facto de a temperatura ter sido mais elevada e de ter havido menor precipitação, durante o período anterior à R3, influenciou negativamente o estado dos enrelvamentos, nomeadamente, nos Talhões A e B (Produção integrada em optidose e Produção Biológica). Assim, seria de esperar que se encontrasse menor abundância absoluta de macroinvertebrados na última recolha, visto que quanto menor a quantidade e diversidade de plantas nas entrelinhas, menor a abundância dos mesmos (Gonçalves *et al.*, 2017). Também o aumento da temperatura pode ter provocado quiescência em algumas famílias estudadas, sendo que passou a haver, na R3, menor probabilidade de estes serem capturados (Tauber, Tauber & Masaki, 1986).

Tendo em conta a abundância absoluta das diferentes classes ao longo do período de amostragem, verificámos que todas as classes diminuem a sua abundância absoluta de R1 para R3, obedecendo à tendência da abundância absoluta total, à excepção da classe Arachnida. Em todas as classes se verificaram diferenças significativas de abundância entre as recolhas, menos na classe Malacostraca. Este facto pode indicar um efeito da sazonalidade na abundância de macroinvertebrados nas vinhas em todas as classes estudadas, à excepção da classe Malacostraca.

A classe Arachnida apresenta, significativamente, maior abundância absoluta em R3 do que em R1, observando-se uma tendência temporal aproximadamente igual no três talhões de vinha. No entanto, ao estudar o valores de abundância absoluta por recolha nos diferentes talhões, verificamos que apenas nos Talhões A e C (produção integrada em optidose e produção biológica) se observam diferenças significativas entre recolhas, sendo que no Talhão B (produção biológica) não foram encontradas diferenças significativas da abundância absoluta de Arachnidae entre recolhas. Isto significa que a abundância desta classe foi mais estável no Talhão B (produção

biológica), podendo haver menor efeito da sazonalidade na abundância de Arachnidade neste modo de produção.

Na classe Chilopoda a tendência temporal da abundância absoluta foi também semelhante entre talhões, apresentando-se significativamente maior em R1 do que em R2 em todos os talhões, significativamente maior em R2 do que em R3 no Talhão A (produção integrada em optidose) e, significativamente, maior em R1 do que em R3 nos Talhões A e B (produção integrada em optidose e produção biológica). Neste caso podemos observar um efeito de sazonalidade na abundância de Chilopoda presente em todos os talhões.

A classe Insecta apresenta, igualmente, uma tendência temporal da abundância absoluta semelhante entre talhões, apresentando-se significativamente maior em R1 do que em R3, em todos os talhões, e significativamente maior em R1 do que em R2 nos Talhões A e B (produção integrada em optidose e produção biológica). Assim, podemos observar um efeito de sazonalidade na abundância de Insecta presente em todos os talhões.

Nesta classe todas as ordens, à exceção de Hemiptera, Orthoptera e Odonata, apresentam maior abundância absoluta em R1 do que em R2 e R3, embora nem sempre de forma significativa. Para a ordem Hemiptera é importante referir que o aumento, significativo, de abundância absoluta de R1 para R3 verifica-se, principalmente, na família Cicadellidae. Os resultados encontram-se de acordo com o estudo desenvolvido por Costello & Daane (1999) em vinhas na Califórnia, onde se verificou um pico de ninfas de Cicadellidae em meados de Julho, sendo que faz sentido que a abundância desta família aumente de R1 para R3. Os mesmos autores, apresentam Arachnidae como os principais predadores de Cicadellidae, o que explica também o seu aumento de R1 para R3, acompanhando o aumento de abundância absoluta da família Cicadellidae. Os resultados obtidos podem ser comparados com os resultados do referido estudo visto que o clima da Califórnia é considerado mediterrânico, tal como o de Portugal.

Para a ordem Coleoptera verificou-se a tendência geral da classe Insecta, em que se observou maior abundância em R1 do que em R2 e R3. No entanto, as diferenças só foram significativas entre R1 e R2 e nenhuma das famílias desta ordem mostrou diferenças significativas de abundância entre as três recolhas. Assim, segundo os resultados obtidos, não se verificou uma influência da sazonalidade na abundância absoluta de nenhuma das famílias de coleópteros capturados.

No que respeita a ordem Hymenoptera, onde se verificou a tendência geral da classe Insecta, apenas foram encontradas diferenças significativas entre recolhas quando contabilizada a família Formicidae. Assim, o facto de a abundância absoluta

de Formicidae ser significativamente superior em R1 do que nas restantes recolhas, pode estar também relacionado o aumento da temperatura e diminuição da precipitação que prejudica a qualidade dos enrelvamentos (Gonçalves *et al.*, 2017) e limita o movimento destes insetos e, por sua vez, a sua probabilidade de captura (Tauber, Tauber & Masaki, 1986).

Os resultados da análise da abundância dos diferentes grupos funcionais por recolha provaram, que a abundância absoluta de predadores e fitófagos apresenta uma tendência muito semelhante, ilustrando a relação entre estes dois grupos tróficos. Em ambos se observa uma diminuição da abundância absoluta de R1 para R2, não significativa, e um aumento de R2 para R3, apenas significativa para predadores, sendo que a abundância na R3 é maior do que na R1. O aumento de predadores está muito relacionado com o aumento da abundância absoluta de Arachnida. O aumento de fitófagos está muito relacionado com o aumento significativo de Cicadellidae em R3. O facto de não existirem diferenças significativas dos valores de abundância entre recolhas para estes dois grupos, à exceção dos predadores entre R2 e R3, leva-nos a inferir que não há uma influência sazonal na abundância de predadores e fitófagos. No entanto, cada grupo taxonómico responde de formas diferentes à sazonalidade, (Wink *et al.*, 2005), sendo que, por exemplo, alguns grupos taxonómicos de predadores podem aumentar quando outros diminuem. Isto pode ser um dos factores que fazem com que não ocorram diferenças significativas de abundância de determinados grupos funcionais entre recolhas, pois pode ocorrer compensação de certo grupos taxonómicos que aumentam quando outros diminuem.

Para os micetófagos observamos o mesmo padrão que nos predadores e fitófagos, ou seja, uma diminuição da abundância de R1 para R2 e um aumento de R2 para R3, sendo que a abundância foi maior em R3 do que em R1. No entanto, a variação foi muito menor e não foram encontradas diferenças significativas entre recolhas. Assim, não podemos provar um efeito da sazonalidade na abundância de micetófagos.

Os detritívoros apresentaram uma tendência contrária, visto que foram mais abundantes na R1 do que na R2 e na R3, havendo diferenças significativas entre a abundância absoluta na R1 e nas restantes recolhas. Na R1 havia mais vegetação e manta morta, sendo que seria de esperar que a abundância de detritívoros fosse maior.

4.3. Níveis de produtividade por modo de produção

De forma a tentar incluir a importância do sector económico na produção vitivinícola, tentámos avaliar os níveis de produtividade dos diferentes modos de produção de forma a verificar se as diferenças eram significativas. Isto porque, para os produtores agrícolas, se as medidas de sustentabilidade aplicadas prejudicarem a produtividade da vinha, economicamente não lhes é proveitoso aplicá-las no imediato.

Efetivamente, segundo os resultados obtidos, verificou-se que a produtividade média do Talhão C (produção convencional) foi significativamente superior à dos restantes talhões. Sendo que as produtividades médias dos Talhões A (produção integrada em optidose) e B (produção biológica) não apresentaram diferenças significativas. No entanto, a produtividade das vinhas está dependente de muitos fatores e por mais que se tentem homogeneizar os mesmos, nunca é possível que apenas o modo de produção afete a produtividade. Este facto dificulta grandemente a realização desta análise num ambiente não controlado.

Um dos principais fatores responsáveis pelos níveis de produtividade é o tipo de solo. Segundo a Carta de Solos de Portugal 40-B de Montoito (1968), os solos da vinha da Gorita (Talhão C, produção convencional), do tipo Pac+Vcm, possuem maior potencial de produção de biomassa, visto que têm um Horizonte B mais argiloso com argilas de maior fertilidade química (Sociedade Portuguesa da Ciência e do Solo, 2004). Desta forma, seria de esperar uma maior produtividade neste talhão, mesmo que o modo de produção fosse igual ao das restantes vinhas.

Outro dos factores mais importantes e mais discutidos no mundo da vitivinicultura relativamente à produtividade é a existência de enrelvamentos e vegetação por baixo das videiras, na linha. A maioria dos agricultores e as práticas convencionas defendem que a existência de enrelvamentos e vegetação na linha diminui muito a produtividade devido à competição por água e nutrientes que as plantas exercem sobre as videiras. Os resultados obtidos neste trabalho suportam este ponto de vista, pois o Talhão C (produção convencional), em que se utilizam herbicidas para suprimir infestantes na linha e se executam mobilizações do solo na entrelinha, apresenta uma produtividade significativamente superior aos restantes talhões. No entanto, há também autores que defendem que os enrelvamentos não causam quaisquer impactos negativos na produtividade, crescimento ou nutrição das videiras e que são ainda muito importantes para controlo da erosão do solo e para a redução do impacto negativo dos herbicidas na biodiversidade (Baumgartner, Steenwerth, & Veilleux, 2008).

Por outro lado, é importante referir que os níveis de fitófagos Cicadellidae encontrados no Talhão C (produção convencional) foram significativamente inferiores aos encontrados nos restantes talhões. A esta família pertencem algumas das maiores pragas das vinhas, tais como a cigarrinha-verde e a cigarrinha-da-flavescência-dourada (Neto, 2014). No entanto, nem no Talhão A (produção integrada em optidose) nem no Talhão B (produção biológica) foram observados sintomas evidentes da presença destas pragas. Ainda assim, outras espécies da família Cicadellidae podem ter um impacto negativo na vinha, podendo diminuir a sua produtividade e viabilidade, tal como mostram os resultados obtidos. A ação fitófaga desta família provoca a queda da folhagem da videira, deixando os cachos expostos ao sol e, conseqüentemente, causando o decréscimo da produtividade (Neto, 2014).

Capítulo 5 – Sustentabilidade na vinha e medidas de gestão sugeridas

A grande crise de conservação da biodiversidade que vivemos nos dias de hoje é muito preocupante, sendo que é necessário encontrar medidas que a consigam amenizar. A relevância do presente estudo está na utilização da vinha, um setor agrícola de enorme importância cultural e económica, como um ponto de entrada de práticas sustentáveis na agricultura. A vinha apresenta uma grande ameaça para a biodiversidade pois ocupa *habitats* chave e simplifica a estrutura e a composição das comunidades ecológicas. Assim, devem utilizar-se medidas de gestão que integrem a ecologia com as práticas vitivinícolas, de forma a aumentar a sustentabilidade na vinha, referido por Viers *et al.*, (2013) como “*Vinecology*”. Para além disso, este trabalho representa uma chamada de atenção para o facto de a conservação não poder ser apenas feita em áreas protegidas, retratando a importância da conservação em campos agrícolas (Cox & Underwood, 2011).

O presente estudo demonstra, claramente, o efeito negativo da agricultura convencional na abundância absoluta, na riqueza taxonómica e na diversidade de macroinvertebrados. Para além disso, a abundância de predadores é significativamente menor neste modo de produção, havendo maior abundância de fitófagos. Estes resultados provam que o controlo biológico em produção convencional é muito reduzido e que a biodiversidade está a ser bastante afetada. No entanto, não se encontraram diferenças significativas entre o modo de produção integrada em optidose e o modo de produção biológico que permitam identificar qual destes é o modo de produção mais sustentável ou mais produtivo.

Tendo em conta apenas os valores de produtividade, o modo de produção convencional obteve valores muito maiores. No entanto, economicamente, não significa que este seja sempre o mais rentável. É necessário distinguir, neste caso, pequenos e grandes produtores. Isto porque, os grandes produtores produzem o seu próprio vinho, sendo que o seu maior interesse é a qualidade da uva. Por outro lado, maioritariamente, os pequenos produtores vendem a uva, ou seja, não produzem vinho, sendo que o seu maior interesse será a quantidade e não a qualidade da uva. Assim, para um grande produtor, quanto melhor a qualidade da uva, maior será o seu lucro. Mas para um pequeno produtor, quanto maior a quantidade de uva, maior será o seu lucro. Desta forma, os pequenos produtores irão sempre optar por modos de produção convencionais que lhes permitam maiores produtividades. Uma forma de contrariar esta realidade passaria pelo necessário apoio a pequenos produtores que optassem por modos de produção mais sustentáveis. O aumento dos níveis de produtividade é o grande desafio da agricultura sustentável, sendo que o objetivo é

diminuir os custos externos aumentando os serviços dos ecossistemas nos campos agrícolas (Sanduh *et al.*, 2015).

Após revisão dos resultados obtidos e da bibliografia existente, conclui-se que existem várias medidas de gestão de vinhas que podem ser utilizadas de forma a aumentar a sustentabilidade das mesmas e das áreas envolventes. Sugere-se a utilização dos modos de produção biológico ou de produção integrada em optidose. Para que a produção vitivinícola e a biodiversidade coexistam é essencial que se integre a conservação do solo e da água com medidas de conservação ecológicas, mas compatíveis com solos produtivos (Vandermeer & Perfecto, 2007). Assim, é necessário integrar a vitivinicultura, a gestão do solo e da qualidade e quantidade de água na vinha, o combate de pragas, mas também visar a melhoria da qualidade do vinho. Acresce ser indispensável pugnar pela eficiência energética, pela gestão e redução dos desperdícios agrícolas e pela qualidade do ar. Tal *desideratum* permitirá aumentar a sustentabilidade das vinhas (Zucca, Smith, & Mitry, 2009).

Considerando o efeito negativo da homogeneidade da paisagem na biodiversidade, é necessário garantir que se continua a manter e a conservar ao máximo áreas contínuas de *habitat* nativo. Em campos agrícolas pode aumentar-se a conectividade através de corredores ecológicos e privilegiar a heterogeneidade da paisagem, evitando que ocorram vastas áreas de uma só plantação (Thomson & Hoffmann, 2007).

Continuam a existir muitas preocupações relativas ao efeito negativo da competição de infestantes na produtividade da vinha, sendo que, em modos de produção convencional, o solo é mobilizado na entrelinha e são utilizados herbicidas na linha. Estando provado que a ausência de vegetação na vinha é responsável pela menor abundância e diversidade de macroinvertebrados, é necessário encontrar o sistema ideal de controlo de infestantes que permita a presença de vegetação não competitiva para aumentar a complexidade do *habitat*, fomentando a abundância e diversidade de macroinvertebrados (Sanguaneko & León, 2011). Estes autores propõem que se plante uma sementeira na entrelinha e que se cultive também na linha, impedindo o crescimento de infestantes. Outros autores defendem a plantação de sementeiras durante o inverno e primavera, que podem ser cortadas e utilizadas como cobertura na linha e na entrelinha. Está provado que esta medida é eficiente e rentável (Steinmaus *et al.*, 2008). Para além disto, é igualmente aceite que, se a humidade for adequada, as vinhas suportam vegetação na linha, sem prejuízo da sua produtividade (Greenslade, 2006).

As práticas referidas anteriormente vão reduzir a utilização de herbicidas, promovendo a abundância e a diversidade de macroinvertebrados e aumentando o

controlo biológico. O facto de se utilizarem práticas alternativas aos herbicidas permitirá um aumento da abundância dos inimigos naturais das pragas das vinhas e, conseqüentemente, uma diminuição da necessidade do uso de pesticidas (Thomson & Hoffmann, 2007).

Conclusão

Os resultados obtidos com esta investigação permitem concluir que as práticas utilizadas no modo de produção convencional têm um efeito negativo na abundância absoluta, riqueza taxonómica e diversidade de macroinvertebrados, sendo que os valores obtidos foram significativamente inferiores aos dos restantes modos de produção em estudo. Para além disso, a abundância de predadores foi também significativamente inferior neste modo de produção, sendo que a abundância de fitófagos foi maior do que a de predadores. Assim, conclui-se que o controlo biológico existente no modo de produção convencional é muito reduzido e desadequado, sendo que as principais razões desse facto se devem à utilização excessiva de herbicidas e pesticidas e à ausência de vegetação na linha e na entrelinha das videiras. Não foi possível determinar qual o modo de produção mais sustentável e rentável visto que, entre o modo de produção biológico e o modo de produção integrada em optidose, não foram encontradas diferenças significativas de abundância absoluta, de diversidade de macroinvertebrados ou de produtividade. Por outro lado, a produtividade foi significativamente superior em produção convencional, mas não podemos afirmar a sustentabilidade destes resultados. Foram encontradas diferenças na abundância dos grupos taxonómicos e funcionais consoante o momento de recolha, justificados por um efeito sazonal. O presente trabalho realça a importância da conservação da biodiversidade em campos agrícolas, sugerindo medidas de gestão de vinhas que aumentem a sustentabilidade das mesmas e das zonas envolventes.

Estudos futuros

O presente estudo, como todas os trabalhos de investigação bem conduzidos, permite encontrar respostas válidas às interrogações formuladas, mas levanta simultaneamente uma série de questões às quais a bibliografia disponível não é suscetível de dar respostas adequadas. Outros projetos de investigação devem ser equacionados, discutidos e realizados tendo em vista tal situação e de forma a colmatar algumas falhas de informação detetadas.

Na verdade, ao pretender verificar a influência de diferentes modos de produção da vinha na abundância e diversidade de macroinvertebrados do solo e depois de uniformizar ao máximo os talhões em estudo, partimos do princípio que a única variável em causa seria o modo de produção e as diferentes práticas utilizadas em cada um. Todavia, os talhões estudados e comparados ou as áreas envolventes apresentavam algumas características singulares. Ao termos identificados e referido

algumas dessas circunstâncias pretendemos, no futuro, que a sua influência seja avaliada.

Acresce que não existem estudos que comparem a abundância de artrópodes nos três modos de produção, como os considerados no presente trabalho. Seria importante que investigações mais pormenorizadas em determinados grupos de macroinvertebrados comparassem a sua abundância em vinhas convencionais, em vinhas de produção integrada e em vinhas biológicas. Franin *et al.* (2016) compararam estes três modos de produção, no entanto, estudaram apenas a abundância de artrópodes nas orlas destas vinhas, em três distâncias diferentes, e não no interior da vinha.

Outro estudo que consideramos importante realizar refere-se à variação sazonal da abundância de artrópodes no território mediterrânico, não só em vinhas como noutros *habitats*, uma vez que a bibliografia existente sobre artrópodes europeus se refere apenas à Europa Central e à do Norte. A sazonalidade é muito importante, visto que permitirá concluir acerca do período ideal para a coleta de artrópodes nos países mediterrânicos, evitando sub ou sobreamostragens de determinados grupos. Isto permitirá uma melhor leitura das conclusões deste nosso trabalho e de outros existentes.

A produtividade, tal como referido anteriormente, é uma das variáveis mais difíceis de estudar, visto que é influenciada por inúmeros factores. Consideramos que seria importante verificar, efetivamente, se os níveis de produtividade são influenciados, de forma significativa, pelo modo de produção. Isto só será possível com testes em ambientes, em que o solo, o clima e outras variáveis consigam ser controladas e uniformizadas.

Outro fator importante e que deve, sem dúvida, ser estudado é a qualidade da uva e do vinho proveniente dos diferentes modos de produção. Assim, o ideal seria integrar os resultados dos estudos de abundância e diversidade de vários grupos de seres vivos, a produtividade das vinhas e a qualidade da uva e do vinho.

Os resultados obtidos em estudos de vitivinicultura têm de ser referenciados e valorizados quanto à sua sustentabilidade. Existe pois um campo vasto de investigações das práticas agrícolas utilizadas nas vinhas que devem ser abordadas sem demora, dado o seu grande interesse científico e económico. Estas práticas devem permitir manter a produtividade do setor vitivinícola com valores economicamente lucrativos para os agricultores, mas sem agredir o ambiente.

Referências

- Agustí, N., Shayler, S. P., Harwood, J. D., Vaughan, I. P., Sunderland, K. D., & Symondson, W. O. C. (2003). Collembola as alternative prey sustaining spiders in arable ecosystems: Prey detection within predators using molecular markers. *Molecular Ecology*, *12*(12), 3467–3475.
- Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, *2*(1), 1–12.
- Altieri, M. A. (2004). Linking Ecologists and Traditional Farmers in the Search for Sustainable Agriculture. *Frontiers Ecology Environment*, *2*(1), 35–42.
- Barrote, I. (2010). Manual de Conversão ao Modo de Produção Biológico. *Direção Regional de Agricultura e Pescas Do Norte*.
- Baumgartner, K., Steenwerth, K. L., & Veilleux, L. (2008). Cover-Crop Systems Affect Weed Communities in a California Vineyard. *Weed Science*, *56*(4), 596–605.
- Belfrage, K., Björklund, J., & Salomonsson, L. (2015). Effects of Farm Size and On-Farm Landscape Heterogeneity on Biodiversity - Case Study of Twelve Farms in a Swedish Landscape. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *39*(2), 170–188.
- Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003). Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, *18*(4), 182–188.
- Boletim Climatológico Anual de Portugal Continental (2018). Instituto Português Do Mar e Da Atmosfera, 1–20. consultado em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>
- Borror, D. J., & DeLong, D. M. (1969). Introdução ao estudo dos insetos. USAID, *Rio de Janeiro*.
- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H. C., Smith, A. B. T. (2011). Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, *88*, 1–972.
- Bruggisser, O. T., Schmidt-Entling, M. H., & Bacher, S. (2010). Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels. *Biological Conservation*, *143*(6), 1521–1528.
- Buffington, M. L., Melika, G., Davis, M., & Elkinton, J. S. (2016). The Description of *Zapatella davisae*, New Species, (Hymenoptera: Cynipidae) a Pest Gallwasp of Black Oak (*Quercus velutina*) in New England, USA. . *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, *118*(1), 14–26.
- Callisto, M., Moreno, P., & Barbosa, F. A. R. (2005). Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, *61*(2), 259–266.
- Camãra Municipal de Évora (2014). O Concelho: solos e clima. Consultado em:

- <http://www.cm-evora.pt/pt/site-municipio/Concelho/Paginas/OConcelho.aspx>
Carta de Solos de Portugal 40-A, Évora, escala 1:50 000. Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (1969).
- Carta de Solos de Portugal 40-B, Montoito, escala 1:50 000. Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (1968).
- Cavaco, M., Calouro, F., & Clímaco, P. (2005). Produção Integrada da Cultura da Vinha. *Direção-Geral de Proteção das Culturas*.
- Chinery, M. (2010). Guía de Campo de los Insectos de España Y de Europa. *Omega, Ed.* Barcelona.
- Correia, M. E., Aquino, A. M. de, & Aguiar-Menezes, E. de L. (2008). Aspectos ecológicos dos Isopoda terrestres. *Seropédica*, Rio de Janeiro, 0–23.
- Costello, M. J., & Daane, K. M. (1999). Abundance of spiders and insect predators on grapes in central California. *Journal of Arachnology*, 27(2), 531–538.
- Cox, R. L., & Underwood, E. C. (2011). The importance of conserving biodiversity outside of protected areas in mediterranean ecosystems. *PLoS ONE*, 6(1), 1–6.
- Delenne, C., Durrieu, S., Rabatel, G., & Deshayes, M. (2008). Textural approaches for vineyard detection and characterization using very high spatial resolution remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 1153–1167.
- Detsis, V. (2000). Vertical distribution of Collembola in deciduous forests under mediterranean climatic conditions. *Belgian Journal of Zoology*, 130 (SUPPL. 1), 55–59.
- Donald, P. F., Green, R. E., & Heath, M. F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1462), 25–29.
- Dostál, P., Březnová, M., Kozlíčková, V., Herben, T., & Kovář, P. (2005). Ant-induced soil modification and its effect on plant below-ground biomass. *Pedobiologia*, 49(2), 127–137.
- Druart, C., Millet, M., Scheifler, R., Delhomme, O., Raeppe, C., & De Vaufleury, A. (2011). Snails as indicators of pesticide drift, deposit, transfer and effects in the vineyard. *Science of the Total Environment*, 409(20), 4280–4288.
- Duelli, P. (1997). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 62(2–3), 81–91.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., Martin, J. L. (2011). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, 14(2), 101–112.
- Félix, A. P., & Cavaco, M. (2009). Manual de protecção fitossanitária para protecção integrada e agricultura biológica da vinha. *Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural*.
- Fernández, M., & Sharkey, M. (2006). Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. *Universidad Nacional de Colombia*, Vol. 1.
- Franin, K., Barić, B., & Kuštera, G. (2016). The role of ecological infrastructure on beneficial arthropods in vineyards. *Spanish Journal of Agricultural Research*,

- 14(1).
- Gardiner, M.M., Fiedler, A.K., Costamagna, A.C. & Landis, D. . (2009). Integrating conservation biological control into IPM systems. *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies* (ed. by E. B. Radcliffe, W. D. Hutchison and R. Cancelado). *Cambridge University Press, UK*, 151–162.
- Gestão do solo em viticultura de encosta - Plano de conservação do solo. (2014). *Associação Para o Desenvolvimento Da Viticultura Duriense*, 1–2.
- Giller, K. E., Beare, M. H., Lavelle, P., Izac, A.-M. N., & Swift, M. J. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 6(1), 3–16.
- Giovâni da Silva, P., & Garcês da Silva, F. (2011). Besouros (Insecta: Coleoptera) utilizados como bioindicadores. *Revista Congrega URCAMP*, 5(1), 1–16.
- Gonçalves, F., Carlos, C., Aranha, J., & Torres, L. (2017). Does habitat heterogeneity affect the diversity of epigaeic arthropods in vineyards? *Agricultural and Forest Entomology*, 20(3), 366–379.
- Gonçalves, F., Carlos, C., & Torres, L. (2013). Fauna associada à vinha da Região do Douro. *ADVID - Associação Para o Desenvolvimento Da Viticultura Duriense*.
- Goulet, H., & Masner, L. (2017). Impact of herbicides on the insect and spider diversity in eastern Canada. *Biodiversity*, 18(2–3), 50–57.
- Greenslade, P. J. M. (2006). Pitfall Trapping as a Method for Studying Populations of Carabidae (Coleoptera). *The Journal of Animal Ecology*, 33(2), 301.
- Grime, J. (1973). Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. *Nature*, 242(5396), 344–347.
- Hanson, P. E., & Gauld, I. D. (2006). Hymenoptera de la Región neotropical. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 77, 1–11.
- Hillebrand, H., Bennet, D. M., & Cadotte, M. W. (2008). Consequences of Dominance: A Review of Evenness Effects on Local and Regional Ecosystem Processes. *Ecology*, 89(6), 1510–1520.
- Ingels, C. A., Scow, K. M., Whisson, D. A., & Drenovsky, R. E. (2005). Effects of Cover Crops on Grapevines, Yield, Juice Composition, Soil Microbial Ecology, and Gopher Activity. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 19–29.
- Isaacs, R., Tuell, J., Fiedler, A., Gardiner, M., & Landis, D. (2009). Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: The role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(4), 196–203.
- Jiménez-García, L., García-Martínez, Y. G., Marco-Mancebón, V., Pérez-Moreno, I., & Jiménez-García, D. (2019). Biodiversity analysis of natural arthropods enemies in vineyard agroecosystems in La Rioja, Spain. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(1), 308–315.
- Landeiro, V. L. (2011). Tutorial R - Introdução. *Istituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*.
- Lawrence, K. F., Hastings, A. M., Dallwitz, M. J., Paine, T. A., & Zurcher, E. J. (1999).

- Beetles of the World: a Key and Information System for Families and Subfamilies. *Melbourne: CSIRO*.
- Lopes, D. T., Lopes, J., Nascimento, I. C. do, & Delabie, J. H. (2010). Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em três ambientes no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. *Iheringia. Série Zoologia*, *100*(1), 84–90.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. *Princeton University Press, New Jersey*, 172.
- Marioni, R. C., Ganho, N. G., Monné, M. L., & Mermudes, J. R. M. (2001). Hábitos Alimentares em Coleptera (Insecta). *Ribeirão Preto: Holos*, 63.
- Martín Piera, F., Morrone, J. J., & Melic, A. (2000). Inventario y Estimación de la Diversidad entomológica en Iberoamérica. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, *1*, 19–114.
- Martins, J. P. (2006). O vinho em Portugal, saberes de ontem e de hoje. *Clube de Colecionadores dos Correios*.
- Masoni, A., Frizzi, F., Brühl, C., Zocchi, N., Palchetti, E., Chelazzi, G., & Santini, G. (2017). Management matters: A comparison of ant assemblages in organic and conventional vineyards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *246*, 175–183.
- Mcgeoch, M., van Rensburg, B. J., & Botes, A. (2002). The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, *39*, 661–672.
- Molino, J., & Sabatier, D. (2001). Tree diversity in tropical rain forests: A validation of the intermediate disturbance hypothesis. *Science*, *294*(5547), 1702–1704.
- Moreno, C. E. (2001). Metodos para medir la biodiversidad M&T SEA. *Zaragoza: Sociedad Entomologica Aragonesa (SEA)*, 83.
- Neto, E. (2014). Vinha: Cidadela ou cigarrinha verde. *Direção Regional Da Agricultura e Pescas Do Algarve, Ficha de d*, 1–5.
- Nunes, C., Teixeira, B., Carlos, C., Gonçalves, F., Martins, M., Crespí, A., Torres, L. (2015). Biodiversidade do solo em vinhas com e sem enrelvamento Soil biodiversity in vineyards with and without cover crops. *Revista de Ciencias Agrarias*, *38*(2), 248–257.
- Oliveira, A. B., Barata, A., Prates, A., Mendes, F., Bento, F., & Cavaco, M. (2014). Proteção integrada e modos de produção sustentáveis. *Direção Geral de Alimentação e Veterinária*.
- Orre-gordon, S., Jacometti, M., Tompkins, J., & Wratten, S. (2013). Ecosystem Services in Agricultural and urban Landscapes. *John Wiley & Sons, Ltd*.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D. A., Brubaker, H. W., Amy, R., Meaney, J. J., Neil, O. (1992). Conserving Biological Diversity in Most biological diversity exists in human-managed ecosystems Agricultural. *American Institute of Biological Sciences*, *42*(5), 354–362.

- Prieto-Benítez, S., & Méndez, M. (2011). Effects of land management on the abundance and richness of spiders (Araneae): A meta-analysis. *Biological Conservation*, 144(2), 683–691.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Regulamento (CE) nº 834/2007 do Conselho. (2007). *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Resh, V. H., & Cardé, R. T. (2009). Encyclopedia of Insects 2ª Ed. 732-742
- Richter, & Scholtz. (2001). Phylogenetic analysis of the Malacostraca (Crustacea). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 39(3), 113–136.
- Robinson, R. A., & Sutherland, W. J. (2002). Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39(1), 157–176.
- Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M. M., Hawro, V., Holland, J., Landis, D., Bommarco, R. (2016). Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 221, 198–204.
- Rusek, J. (1998). Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 7(9), 1207–1219.
- Sanduh, H., Wratten, S., Costanza, R., Pretty, J., Porter, J. R., & Reanold, J. (2015). Significance and value of non-traded ecosystem services on farmland. *PeerJ*, 3(762).
- Sanguankeo, P. P., & León, R. G. (2011). Weed management practices determine plant and arthropod diversity and seed predation in vineyards. *Weed Research*, 51(4), 404–412.
- Scherr, S. J., & McNeely, J. A. (2008). Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of “ecoagriculture” landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 477–494.
- Simões, O. (2008). No Enoturismo em Portugal: as Rotas de Vinho. *Pasos Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6(2), 269–279.
- Sociedade Portuguesa da Ciência e do Solo (2004). Bases para a revisão e actualização da classificação dos solos em Portugal.
- Southwood, T. R. ., & Leston, D. (1959). Land and Water Bugs of the British Isles. *Warne*, Londres.
- Souty-Grosset, C., & Faberi, A. (2018). Effect of agricultural practices on terrestrial isopods: A review. *ZooKeys*, 2018(801), 63–96.
- Steinmaus, S., Elmore, C. L., Smith, R. J., Donaldson, D., Weber, E. A., Roncoroni, J. A., & Miller, P. R. M. (2008). Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards. *Weed Research*, 48(3), 273–281.
- Stork, N. E. (2017). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31–45.
- Svensson, J. R., Lindegarth, M., Siccha, M., Lenz, M., Molis, M., Wahl, M., Wegener, A.

- (2016). Maximum Species Richness at Intermediate Frequencies of Disturbance: Consistency among Levels of Productivity. *Ecological Society of America*, 88(4), 830–838.
- Tauber, M.J., Tauber, C.A., Masaki, S. (1986). Seasonal Adaptations of insects. *Oxford University Press*, New York.
- Thomson, L. J., Sharley, D. J., & Hoffmann, A. A. (2007). Beneficial organisms as bioindicators for environmental sustainability in the grape industry in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(4), 404–411.
- Thomson, Linda J., & Hoffmann, A. A. (2007). Effects of ground cover (straw and compost) on the abundance of natural enemies and soil macro invertebrates in vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*, 9(3), 173–179.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - Ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857–874.
- Valbuza, M. F., Campos, A. E. C., & Potenza, M. R. (2017). Conhecimento atual sobre Psocoptera (Psocodea) no ambiente de armazenamento de grãos e alimentos. *Instituto Biológico, Unidade Laboratorial de Referência Em Pragas Urbanas*.
- Vandermeer, J., & Perfecto, I. (2007). The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation Biology*, 21(1), 274–277.
- Viers, J. H., Williams, J. N., Nicholas, K. A., Barbosa, O., Kotzé, I., Spence, L., Reynolds, M. (2013). Vinecology: Pairing wine with nature. *Conservation Letters*, 6(5), 287–299.
- Vitivinicultura: Diagnóstico sectorial 2007. (2007). *Gabinete de Planeamento e Políticas, Ministério Da Agricultura, Do Desenvolvimentos Rural e Das Pescas*.
- Vitousek, P. M., Naylor, R., Crews, T., David, M. B., Drinkwater, L. E., Holland, E., ... Zhang, F. S. (2009). Nutrient imbalances in agricultural development. *Science*, 324(5934), 1519–1520.
- Voigtländer, K. (2011). Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. The Myriapoda, Volume 1., *Brill, Ed. ISBN*.
- Way, M. J., & Khoo, K. C. (1992). Role Of Ants In Pest-Management. *Annual Review of Entomology*, 37(1), 479–503.
- Wink, C. , Guedes, J.V.C. , Fagundes, C.K. , Revedder, A.P. (2005). Soilborne insects as indicators of environmental quality. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 4(1), 60-71.
- Woodcock, B. A., Savage, J., Bullock, J. M., Nowakowski, M., Orr, R., Tallowin, J. R. B., & Pywell, R. F. (2013). Enhancing beetle and spider communities in agricultural grasslands: The roles of seed addition and habitat management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 167, 79–85.
- Zucca, G., Smith, D. E., & Mitry, D. J. (2009). Sustainable viticulture and winery practices in California: What is it, and do customers care. *International Journal of Wine Research*, 1(1), 189–194.

Anexos

Tabela 1 – Tratamentos e operações da vinha em cada modo de produção por mês ao longo do ano de 2018

	Modo de Produção		
	Modo de produção integrada em optidose (Talhão A)	Modo de produção biológico (Talhão B)	Modo de produção Convencional (Talhão C)
Dez-17	- Monda de infestantes I (Glifosato) - Poda de inverno	- Intercepas na linha I - Poda de inverno	
Jan-18			- Monda de infestantes I (Glifosato) - Poda de inverno
Fev-18	- Monda de infestantes II (Chikara – residual)		- Mobilização I - Monda de infestantes II (Flavassulfurão - residual)
Mar-18	- Foskamania (Adubação ternária 12-24-12) - Garbol (Ácaros e Conchonilha)	- Vitagranu (Adubação) - Garbol (Ácaros e Conchonilha)	- Adubação trenária
Abr-18	- Cosavet (Oídio e escoriose) - Corte da erva na entrelinha - FlintMax (Oídio) + Melody Super (Míldio)	- Intercepas na linha II - Desladroar - Corte da erva na entrelinha I - Cosavet (Oídio e escoriose) - Stullin WG (Oídio) + Hidrotec (Míldio)	- Forum gold (Míldio) + Iminente (Oídio) - Mobilização II - Desladroar

Mai-18	<ul style="list-style-type: none"> - Prosper (Oídio) + Rhodax Flash (Míldio) - Luna Experience (Oídio) + Melody WG (Míldio) - Corte da erva na entrelinha 	<ul style="list-style-type: none"> - Stullin WG (Oídio) + Hidrotec (Míldio) - Stullin WG (Oídio) + Marimba (Míldio) - Corte da erva na entrelinha II - Stullin WG (Oídio) + Marimba (Míldio) 	<ul style="list-style-type: none"> - Poda Verde (Desfolha e Despampa) - Sidecar F (Míldio) + Iminente (Oídio)
Jun-18	<ul style="list-style-type: none"> - Enxofre diamante amarelo (Oídio) - Prosper (Oídio) + Melody Super (Míldio) - Subir o arame - Despampanar I 	<ul style="list-style-type: none"> - Enxofre diamante amarelo (Oídio) + Cuperdem (Míldio) - Subir o arame - Despampanar I 	<ul style="list-style-type: none"> - Vinostar (Míldio) + Kusabi (Oídio) - Forumtop (Míldio) + Kusabi (Oídio) - Mobilização III
Jul-18	<ul style="list-style-type: none"> - Desfolha e desladrar manual - Arithane (Oídio) + Marimba (Míldio) - Despampanar II - Corsario (Cigarrinha Verde) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desfolha - Sufrevit (Oídio) + Cobre Nordax (Míldio) - Cosavet (Oídio e escoriose) + Marimba (Míldio) - Despampanar II - Biomac (Ácaros) + Sufrevit - Extrato de Feto Natural (Cigarrinha Verde) 	<ul style="list-style-type: none"> - Enxofre em pó (Ácaros e oídio) - Kohinor (Cigarrinha Verde) - Despampa
Set-18	<ul style="list-style-type: none"> - Vindima 	<ul style="list-style-type: none"> - Vindima 	<ul style="list-style-type: none"> - Vindima

Tabela 2 - Tabela das Abundâncias Absolutas (ni) de cada classe, ordem e família no total de macroinvertebrados recolhidos.

*Nota: NI significa não identificados

Unidades Taxonómicas	Abundância Absoluta (ni)
Arachnida	1994
Acari	141
Araneae	1821
Opiliones	30
Pseudoscorpiones	2
Chilopoda	242
Lithobiomorpha	220
Lithobiidae	220
Scolopendromorpha	14
Cryptopidae	6
Scolopendridae	8
Scutigermorpha	8
Scutigerae	8
Insecta	12102
Blattodea	1
Coleoptera	637
Anthicidae	19
Apionidae	6
Bruchidae	1
Carabidae	25
Cerambycidae	3
Chrysomelidae	3
Clambidae	32
Coccinellidae	6
Coleopteros NI	2
Corylophidae	44
Cucujidae	4
Curculionidae	27
Dermeestidae	132
Histeridae	19
Larvas de Coleop.	108
NI	
Latridiidae	38
Nitidulidae	1
Pselaphidae	1
Ptinidae	5

Scarabaeidae	2
Scraptiidae	5
Silphidae	40
Silvanidae	8
Staphilinidae	75
Tenebrionidae	31
Diptera	1311
Embioptera	4
Hemiptera	1268
Aphididae	185
Berytidae	6
Cercopidae	19
Cicadellidae	602
Coreidae	4
Cydnidae	20
Delphacidae	23
Lygaeidae	98
Miridae	26
Nabidae	16
Ninfa NI	257
Pentatomidae	2
Reduviidae	2
Tingidae	7
Não identificados	1
Hymenoptera	8239
Braconidae	4
Cynipidae	6
Diapriidae	26
Eulophidae	3
Formicidae	8147
Ichneumonidae	5
Mutillidae	3
Platigasteridae	6
Pompilidae	10
Pteromalidae	1
Scelionidae	3
Sphecidae	1
Sup. Fam.	6
Apoidea	
Vespidae	2
Não identificados	16

Lepidoptera	24
Odonata	2
Orthoptera	10
Psocoptera	529
Thysanoptera	67
Zygentoma	10
Malacostraca	283
Isopoda	283
Armadillidiidae	283
Não identificados	14
Total Geral	14635

Tabela 3 - Tabela das Abundâncias Absolutas (ni) de cada classe, ordem e família no total de macroinvertebrados recolhidos por modo de produção.

*Nota: Talhão A – Produção integrada em optidose; Talhão B – Produção biológica; Talhão C – Produção convencional; NI significa não identificados

Unidades taxonómicas	A	B	C	Total Geral
Arachnida	898	709	387	1994
Acari	104	33	4	141
Araneae	787	658	376	1821
Opiliones	6	17	7	30
Pseudoscorpiones	1	1		2
Chilopoda	159	69	14	242
Lithobiomorpha	149	63	8	220
Lithobiidae	149	63	8	220
Scolopendromorpha	9	4	1	14
Cryptopidae	6			6
Scolopendridae	3	4	1	8
Scutigermorpha	1	2	5	8
Scutigerae	1	2	5	8
Insecta	6323	3126	2653	12102
Blattodea			1	1
Coleoptera	292	266	79	637
Anthicidae	4	9	6	19
Apionidae	2	3	1	6
Bruchidae			1	1
Carabidae	13	6	6	25
Cerambycidae		3		3
Chrysomelidae		2	1	3

Clambidae	7	24	1	32
Coccinelidae	1	4	1	6
Coleopteros NI	2			2
Corylophidae	27	9	8	44
Cucujidae	2	1	1	4
Curculionidae	14	11	2	27
Dermetidae	76	56		132
Histeridae	15	4		19
Larvas de Coleop. NI	49	44	15	108
Latridiidae	11	26	1	38
Nitidulidae	1			1
Pselaphidae			1	1
Ptinidae	3	2		5
Scarabaeidae	1	1		2
Scaptiidae	3		2	5
Silphidae	9	31		40
Silvanidae	2	1	5	8
Staphilinidae	34	21	20	75
Tenebrionidae	16	8	7	31
Diptera	470	597	244	1311
Embioptera			4	4
Hemiptera	562	634	72	1268
Aphididae	28	145	12	185
Berytidae		5	1	6
Cercopidae	12	6	1	19
Cicadellidae	255	329	18	602
Coreidae	3	1		4
Cydnidae	10	10		20
Delphacidae	18	3	2	23
Lygaeidae	50	17	31	98
Miridae	17	8	1	26
Nabidae	6	8	2	16
Ninfa NI	154	102	1	257
Pentatomidae	1		1	2
Reduviidae	2			2
Tingidae	5		2	7
Não identificados	1			1
Hymenoptera	4930	1535	1774	8239
Braconidae	2	2		4
Cynipidae		6		6
Diapriidae	9	6	11	26

Eulophidae			3	3
Formicidae	4897	1500	1750	8147
Ichneumonidae	2	3		5
Mutillidae	1	2		3
Platigasteridae	2	2	2	6
Pompilidae	1	2	7	10
Pteromalidae		1		1
Scelionidae	3			3
Sphecidae	1			1
Sup. Fam. Apoidea	3	3		6
Vespidae	2			2
Não identificados	7	8	1	16
Lepidoptera	6	15	3	24
Odonata	1		1	2
Orthoptera	1	6	3	10
Psocoptera	36	28	465	529
Thysanoptera	25	39	3	67
Zygentoma		6	4	10
Malacostraca	104	108	71	283
Isopoda	104	108	71	283
Armadillidiidae	104	108	71	283
Não identificados	9	2	3	14
Total Geral	7493	4014	3128	14635

Tabela 4 - Tabela das Abundâncias Absolutas (ni) de cada classe, ordem e família no total de macroinvertebrados recolhidos por grupo funcional e por modo de produção.

*Nota: Talhão A – Produção integrada em optidose; Talhão B – Produção biológica; Talhão C – Produção convencional; NI significa não identificados

Grupo funcional	A	B	C	Total Geral
Detritívoro	206	210	87	503
Insecta	102	102	16	220
Blattodea			1	1
Coleoptera	102	96	7	205
Dermestidae	76	56		132
Scarabaeidae	1	1		2
Silphidae	9	31		40
Tenebrionidae	16	8	7	31
Embioptera			4	4
Zygentoma		6	4	10
Malacostraca	104	108	71	283

Isopoda	104	108	71	283
Armadillidiidae	104	108	71	283
Fitófago	501	647	562	1710
Insecta	501	647	562	1710
Coleoptera	31	32	19	82
Anthicidae	4	9	6	19
Apionidae	2	3	1	6
Bruchidae			1	1
Cerambycidae		3		3
Chrysomelidae		2	1	3
Cucujidae	2	1	1	4
Curculionidae	14	11	2	27
Nitidulidae	1			1
Ptinidae	3	2		5
Scaptiidae	3		2	5
Silvanidae	2	1	5	8
Hemiptera	399	524	69	992
Aphididae	28	145	12	185
Berytidae		5	1	6
Cercopidae	12	6	1	19
Cicadellidae	255	329	18	602
Coreidae	3	1		4
Cydnidae	10	10		20
Delphacidae	18	3	2	23
Lygaeidae	50	17	31	98
Miridae	17	8	1	26
Pentatomidae	1		1	2
Tingidae	5		2	7
Hymenoptera	3	3		6
Sup. Fam.	3	3		6
Apoidea				
Lepidoptera	6	15	3	24
Orthoptera	1	6	3	10
Psocoptera	36	28	465	529
Thysanoptera	25	39	3	67
Micetófago	45	59	10	114
Insecta	45	59	10	114
Coleoptera	45	59	10	114
Clambidae	7	24	1	32
Corylophidae	27	9	8	44
Latridiidae	11	26	1	38

Predador	1152	845	455	2452
Arachnida	898	709	387	1994
Acari	104	33	4	141
Araneae	787	658	376	1821
Opiliones	6	17	7	30
Pseudoscorpiones	1	1		2
Chilopoda	159	69	14	242
Lithobiomorpha	149	63	8	220
Lithobiidae	149	63	8	220
Scolopendromorpha	9	4	1	14
Cryptopidae	6			6
Scolopendridae	3	4	1	8
Scutigermorpha	1	2	5	8
Scutigerae	1	2	5	8
Insecta	95	67	54	216
Coleoptera	63	35	28	126
Carabidae	13	6	6	25
Coccinellidae	1	4	1	6
Histeridae	15	4		19
Pselaphidae			1	1
Staphilinidae	34	21	20	75
Hemiptera	8	8	2	18
Nabidae	6	8	2	16
Reduviidae	2			2
Hymenoptera	23	24	23	70
Braconidae	2	2		4
Cynipidae		6		6
Diapriidae	9	6	11	26
Eulophidae			3	3
Ichneumonidae	2	3		5
Mutillidae	1	2		3
Platigasteridae	2	2	2	6
Pompilidae	1	2	7	10
Pteromalidae		1		1
Scelionidae	3			3
Sphecidae	1			1
Vespidae	2			2
Odonata	1		1	2
Não identificado	5589	2253	2014	9856
Total Geral	7493	4014	3128	14635

Tabela 5 - Tabela das Abundâncias Absolutas (ni) de cada classe, ordem e família no total de macroinvertebrados recolhidos por cada recolha.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho; NI significa não identificados

Unidades taxonómicas	R1	R2	R3	Total Geral
Arachnida	522	598	874	1994
Acari	108	20	13	141
Araneae	399	564	858	1821
Opiliones	15	13	2	30
Pseudoscorpiones		1	1	2
Chilopoda	186	41	15	242
Lithobiomorpha	172	37	11	220
Lithobiidae	172	37	11	220
Scolopendromorpha	10	2	2	14
Cryptopidae	6			6
Scolopendridae	4	2	2	8
Scutigermorpha	4	2	2	8
Scutigeidae	4	2	2	8
Insecta	6492	3000	2610	12102
Blattodea			1	1
Diptera	705	384	222	1311
Coleoptera	285	149	203	637
Anthicidae		1	18	19
Apionidae	1	1	4	6
Bruchidae			1	1
Carabidae	8	7	10	25
Cerambycidae	2	1		3
Chrysomelidae	2	1		3
Clambidae	18	8	6	32
Coccinellidae	2		4	6
Coleopteros NI	2			2
Corylophidae	11	14	19	44
Cucujidae	3		1	4
Curculionidae	8	6	13	27
Dermeestidae	71	22	39	132
Histeridae	6	6	7	19
Larvas de Coleop. NI	50	42	16	108
Latridiidae	8	12	18	38
Nitidulidae	1			1
Pselaphidae		1		1

Ptinidae	2		3	5
Scarabaeidae		1	1	2
Scraptiidae	4	1		5
Silphidae	40			40
Silvanidae			8	8
Staphilinidae	22	18	35	75
Tenebrionidae	24	7		31
Embioptera	4			4
Hemiptera	215	290	763	1268
Aphididae	102	49	34	185
Berytidae	2	1	3	6
Cercopidae	4	7	8	19
Cicadellidae	71	119	412	602
Coreidae	2		2	4
Cydnidae		3	17	20
Delphacidae	2	7	14	23
Lygaeidae	14	22	62	98
Miridae	2	4	20	26
Nabidae			16	16
Ninfa	15	77	165	257
Pentatomidae			2	2
Reduviidae	1	1		2
Tingidae			7	7
Não identificados			1	1
Hymenoptera	4984	1930	1325	8239
Braconidae	3	1		4
Cynipidae	1	2	3	6
Diapriidae	9	9	8	26
Eulophidae			3	3
Formicidae	4951	1906	1290	8147
Ichneumonidae	2	1	2	5
Mutillidae			3	3
Platigasteridae	4	2		6
Pompilidae	3		7	10
Pteromalidae	1			1
Scelionidae			3	3
Sphecidae			1	1
Sup. Fam. Apoidea	1	4	1	6
Vespidae		2		2
Não identificados	9	3	4	16
Lepidoptera	10	6	8	24

Odonata			2	2
Orthoptera	1	4	5	10
Psocoptera	239	219	71	529
Thysanoptera	46	13	8	67
Zygentoma	3	5	2	10
Malacostraca	141	68	74	283
Não identificados	3	9	2	14
Total Geral	7344	3716	3575	14635

Tabela 6 - Tabela das Abundâncias Absolutas (ni) de cada classe, ordem e família no total de macroinvertebrados recolhidos por grupo funcional e por recolha.

*Nota: R1 é na primeira quinzena de junho, R2 é na segunda quinzena de junho e R3 na primeira quinzena de julho; NI significa não identificados

Unidades Taxonómicas	R1	R2	R3	Total Geral
Detritivoro	283	103	117	503
Insecta	142	35	43	220
Blattodea			1	1
Coleoptera	135	30	40	205
Dermestidae	71	22	39	132
Scarabaeidae		1	1	2
Silphidae	40			40
Tenebrionidae	24	7		31
Embioptera	4			4
Zygentoma	3	5	2	10
Malacostraca	141	68	74	283
Isopoda	141	68	74	283
Armadillidiidae	141	68	74	283
Fitofago	519	469	722	1710
Insecta	519	469	722	1710
Coleoptera	23	11	48	82
Anthicidae		1	18	19
Apionidae	1	1	4	6
Bruchidae			1	1
Cerambycidae	2	1		3
Chrysomelidae	2	1		3
Cucujidae	3		1	4
Curculionidae	8	6	13	27
Nitidulidae	1			1
Ptinidae	2		3	5
Scraptiidae	4	1		5

Silvanidae			8	8
Hemiptera	199	212	581	992
Aphididae	102	49	34	185
Berytidae	2	1	3	6
Cercopidae	4	7	8	19
Cicadellidae	71	119	412	602
Coreidae	2		2	4
Cydnidae		3	17	20
Delphacidae	2	7	14	23
Lygaeidae	14	22	62	98
Miridae	2	4	20	26
Pentatomidae			2	2
Tingidae			7	7
Hymenoptera	1	4	1	6
Sup. Fam.	1	4	1	6
Apoidea				
Lepidoptera	10	6	8	24
Orthoptera	1	4	5	10
Psocoptera	239	219	71	529
Thysanoptera	46	13	8	67
Micetofago	37	34	43	114
Insecta	37	34	43	114
Coleoptera	37	34	43	114
Clambidae	18	8	6	32
Corylophidae	11	14	19	44
Latridiidae	8	12	18	38
Predador	770	689	993	2452
Arachnida	522	598	874	1994
Acari	108	20	13	141
Araneae	399	564	858	1821
Opiliones	15	13	2	30
Pseudoscorpiones		1	1	2
Chilopoda	186	41	15	242
Lithobiomorpha	172	37	11	220
Lithobiidae	172	37	11	220
Scolopendromorpha	10	2	2	14
Cryptopidae	6			6
Scolopendridae	4	2	2	8
Scutigermorpha	4	2	2	8
Scutigerae	4	2	2	8
Insecta	62	50	104	216

Coleoptera	38	32	56	126
Carabidae	8	7	10	25
Coccinellidae	2		4	6
Histeridae	6	6	7	19
Pselaphidae		1		1
Staphilinidae	22	18	35	75
Hemiptera	1	1	16	18
Nabidae			16	16
Reduviidae	1	1		2
Hymenoptera	23	17	30	70
Braconidae	3	1		4
Cynipidae	1	2	3	6
Diapriidae	9	9	8	26
Eulophidae			3	3
Ichneumonidae	2	1	2	5
Mutillidae			3	3
Platigasteridae	4	2		6
Pompilidae	3		7	10
Pteromalidae	1			1
Scelionidae			3	3
Sphecidae			1	1
Vespidae		2		2
Odonata			2	2
Não identificado	5735	2421	1700	9856
Total Geral	7344	3716	3575	14635

Tabela 7 - *P-values* do *Kruskal-Wallis* da análise de abundância absoluta unidades taxonômicas estudadas por modo de produção.

*Nota: Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0.05, ou seja, em que há diferenças significativas.

Unidades taxonômicas	<i>p-value</i> <i>Kruskal-Wallis</i>
Acari	3.22e ^{-5*}
Araneae	0.0009909*
Opiliones	0.265
Pseudoscorpiones	0.5958
Lithobiidae	4.89e ^{-6*}
Cryptopidae	0.126
Scolopendridae	0.3206
Scutigeidae	0.2518

Blattodea	0.3679
Anthicidae	0.6328
Apionidae	0.5465
Bruchidae	0.3679
Carabidae	0.3094
Cerambycidae	0.3679
Chrysomelidae	0.3416
Clambidae	0.001776*
Coccinelidae	0.3614
Corylophidae	0.7321
Cucujidae	0.7567
Curculionidae	0.005907*
Dermetidae	6.88e ⁻⁵ *
Histeridae	0.01156*
Latridiidae	0.000568*
Nitidulidae	0.3679
Pselaphidae	0.3679
Ptinidae	0.1971
Scarabaeidae	0.5958
Scraptiidae	0.328
Silphidae	0.003026*
Silvanidae	0.2518
Staphilinidae	0.3722
Tenebrionidae	0.6957
Diptera	0.001384*
Embioptera	0.01154*
Aphididae	0.001436*
Berytidae	0.01456*
Cercopidae	0.1087
Cicadellidae	5.78e ⁻⁵ *
Coreidae	0.142
Cydnidae	0.008112*
Delphacidae	0.4297
Lygaeidae	0.08359
Miridae	0.08009
Nabidae	0.4456
Pentatomidae	0.5958
Reduviidae	0.126
Tingidae	0.5951
Braconidae	0.3661
Cynipidae	0.01181*

Diapriidae	0.5143
Eulophidae	0.1263
Formicidae	0.0009376*
Ichneumonidae	0.1971
Mutillidae	0.3416
Platigasteridae	0.8627
Pompilidae	0.08694
Pteromalidae	0.3679
Scelionidae	0.3679
Sphecidae	0.3679
Sup. Fam.	0.2116
Apoidea	
Vespidae	0.3679
Lepidoptera	0.1582
Odonata	0.5958
Orthoptera	0.05755
Psocoptera	0.0001855*
Thysanoptera	0.0007213*
Zygentoma	0.1105
Armadillidiidae	0.176

Tabela 8 – *P-values* dos testes *Kruskal-Wallis* e *Dunn* para a análise de abundância absoluta das famílias de coleópteros, hemípteros e himenópteros por recolha.

*Nota: Os valores seguidos por um * são os *p-values* menores que 0.05, ou seja, em que há diferenças significativas.

Unidades taxonómicas	<i>Kruskal-Wallis p-value</i>	<i>Dunn p-value</i>
Anthicidae	-	-
Apionidae	0,2041	-
Berythidae	-	-
Carabidae	0,9366	-
Cerambycidae	-	-
Chrysomelidae	-	-
Clambidae	0,1336	-
Coccilenidae	-	-
Corylophidae	0,4877	-
Cucujidae	-	-
Curculionidae	0,5615	-
Dermetidae	0,1358	-
Histeridae	0,5879	-
Latrididae	0,3786	-

Nitidulidae	-	-	
Ptinidae	-	-	
Scarabaeidae	-	-	
Scaptidae	-	-	
Silphidae	-	-	
Silvanidae	-	-	
Staphilinidae	0,09744	-	
Tenebrionidae	-	-	
Aphididae	0,9263	-	
Berytidae	-	-	
Cercopidae	0,3427	-	
Cicadellidae	0,0003702*	R1-R2	0,2301
		R2-R3	0,007317*
		R1-R2	0,0001035*
Coreidae	-	-	
Cydnidae	0,7718	-	
Delphacidae	0,4022	-	
Lygaeidae	0,005778*	R1-R2	0,2893
		R2-R3	0,03618*
		R1-R3	0,001608*
Miridae	0,1225	-	
Nabidae	-	-	
Pentatomidae	-	-	
Reduvidae	-	-	
Tingidae	-	-	
Braconidae	-	-	
Cynipidae	0,7718	-	
Diapriidae	0,9308	-	
Eulophidae	-	-	
Formicidae	3,895e ⁻⁶ *	R1-R2	8,879e ⁻⁵ *
		R2-R3	0,4736
		R1-R3	3,552e ⁻⁶ *
Ichneumonidae	0,08111	-	
Mutilidae	-	-	
Platigasteridae	-	-	
Pompilidae	-	-	
Pteromalidae	-	-	
Scelionidae	-	-	
Sphecidae	-	-	
Sup.Fam. Apoidea	0,4209	-	
Vespidae	-	-	

