

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Estudo de hábitos de nidificação de abelhas solitárias em ecossistemas
agrários: O caso dos pomares de pêra Rocha no Oeste.**

David Nuno Ribeiro Pinto

Dissertação orientada por:

Professora Doutora Maria Teresa Rebelo, Faculdade de Ciências da
Universidade de Lisboa

Professor Doutor José Carlos Franco, Instituto Superior de Agronomia da
Universidade de Lisboa

DISSERTAÇÃO
Mestrado em Biologia da Conservação

2015

Agradecimentos

- Quero agradecer aos meus orientadores, Professor José Carlos Franco e Professora Maria Teresa Rebelo, por me terem guiado e ajudado a concluir esta etapa académica importante.
- Quero agradecer à Catarina Reis por toda a ajuda e disponibilidade que teve durante todo o processo, principalmente na fase inicial onde me transmitiu todas as bases e conhecimentos necessários para continuar com este trabalho.
- Quero agradecer ao laboratório de entomologia do ISA, especialmente à Professora Elisabete, à Vera e à Elsa, por me terem ajudado sempre que necessitei, principalmente na disponibilização de grande parte do material que utilizei nas diferentes fases do trabalho.
- Quero agradecer ao laboratório de solos do ISA pelo apoio que deu na análise de amostras de solo, assim como ao David Baldock por todo o apoio e prestabilidade durante a fase de identificação dos exemplares capturados e no esclarecimento de dúvidas.
- Quero agradecer aos meus amigos e colegas de cursos pelo apoio e amizade.
- Quero agradecer à minha família, especialmente aos três membros em minha casa por todo o amor e estabilidade que possibilitou que atingisse os meus objectivos, e à minha namorada por ser o meu principal apoio e a força que me move.
- Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “Operation Pollinator” (<http://www.operationpollinator.com>), da Syngenta.

Sumário

O presente trabalho teve como objetivos principais: 1) caracterizar os locais de nidificação de abelhas que nidificam no solo, na vizinhança dos pomares de pereira Rocha, através da captura e identificação de exemplares e do levantamento de características associadas a cada ninho; 2) avaliar se a instalação de ninhos artificiais construídos com canas pode contribuir para o estabelecimento de abelhas solitárias, em pomares de pereira Rocha, identificando as espécies de abelhas presentes e respectivas taxas de colonização, assim como algumas das suas características de nidificação, como o tipo de material utilizado na individualização das células (material vegetal ou lama), ou o tipo de reservas alimentares em cada célula (pólen, néctar, ou ambos).

Foram identificadas dez espécies de abelhas que nidificam no solo, nomeadamente *Andrena agilissima*, *A. thoracica*, *Anthophora affinis*, *A. fulvitaris*, *A. plumipes*, *Eucera notata*, *Halictus scabiosae*, *Hoplitis bisulca*, *H. zaianorum*, *Lasioglossum malacharum* e *Tetraloniella iberica*, e uma espécie cleptoparasítica, *Sphecodes monilicornis*. Em relação aos parâmetros que condicionam a seleção de locais para nidificação, em geral, os resultados sugerem que especialmente a cobertura vegetal, mas também a textura do solo são os mais importantes, sendo o declive e a orientação das superfícies de nidificação secundários. Verificou-se, ainda, que este tipo de abelhas apresenta variabilidade entre espécies e, muitas vezes, dentro da mesma espécie, em características como a organização social, a morfologia externa dos ninhos e a distribuição espacial dos ninhos.

Foram identificadas duas espécies do género *Osmia*, i.e. *O. bicornis* e *O. caerulea*, nos ninhos artificiais instalados nos pomares de pereira Rocha estudados. *Osmia bicornis* construiu ninhos com células divididas por lama e reservas alimentares de pólen para as larvas, enquanto que *O. caerulea* utilizou material vegetal na construção dos ninhos, com reservas de pólen e néctar.

Palavras-chave: abelhas que nidificam no solo, abelhas silvestres, abelhas solitárias, ninhos artificiais, hábitos de nidificação.

Abstract

This work had as main objectives: 1) to describe the nest sites of ground-nesting bees in the vicinity of Rocha pear orchards, through the capture and identification of individuals and through the collection of characteristics associated with each nest; 2) to evaluate if the installation of artificial nests built with canes can contribute to the installation of solitary bees in Rocha pear orchards, while determining the occupying species, their respective colonization rates, as well as some of their nesting habits such as the materials used to build nest cells (plant material or mud) or the type of food reserves (pollen, nectar or both).

Ten species of ground-nesting bees were identified during the course of this work: *Andrena agilissima*, *A. thoracica*, *Anthophora affinis*, *A. fulvitaris*, *A. plumipes*, *Eucera notata*, *Halictus scabiosae*, *Hoplitis bisulca*, *H. zaianorum*, *Lasioglossum malacharum* and *Tetraloniella iberica*, as well as a cleptoparasitic species, *Sphecodes monilicornis*. Regarding the parameters that influence nest site selection, the results suggest, in general, that soil texture and, especially, plant cover are among the most important factors, while soil inclination and soil orientation seem to be secondary. We also verified that these bees show high interspecific and intraspecific variability in regards to some characteristics, such as social organization, nest external morphology and spatial distribution of the nests.

We identified two *Osmia* species that used the artificial nests installed in the studied Rocha pear orchards, *Osmia bicornis* and *O. caerulescens*. While *O. bicornis* seemed to use mud to build their nest cells and pollen as a food reserve for larvae, *O. caerulescens* apparently used plant materials and a mixture of pollen and nectar.

Keywords: ground-nesting bees, wild bees, solitary bees, artificial nests, nesting habits.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo / palavras-chave.....	ii
Abstract / Keywords	iii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento teórico	1
1.2. Estado da arte.....	4
1.3. Objetivos.....	6
2. Materiais e métodos.....	8
2.1. Quadros de revisão bibliográfica.....	8
2.2. Área de estudo	8
2.3. Abelhas que nidificam no solo	10
2.4. Ninhos artificiais	11
2.5. Identificação das espécies.....	14
3. Resultados.....	16
3.1. Abelhas que nidificam no solo	16
3.1.1. Espécies capturadas	16
3.1.2. Caracterização das espécies capturadas	17
3.1.3. Parâmetros e características de nidificação.....	51
3.2. Ninhos artificiais	54
3.2.1. Espécies capturadas	54
3.2.2. Taxas de ocupação	54
3.2.3. Características de nidificação.....	55
4. Discussão	57
4.1. Abelhas que nidificam no solo	57
4.1.1. Espécies capturadas	57
4.1.2. Organização social	57
4.1.3. Distribuição espacial dos ninhos	59
4.1.4. Cobertura vegetal	60
4.1.5. Morfologia externa do ninho	60
4.1.6. Declive	62

4.1.7. Orientação	64
4.1.8. Diâmetro da entrada dos ninhos	66
4.1.9. Textura do solo	67
4.2. Ninhos artificiais	69
4.2.1. Espécies capturadas	69
4.2.2. Taxas de ocupação	69
4.2.3. Características de nidificação	70
5. Considerações finais.....	71
6. Referências bibliográficas	72
Anexos	84
Anexo 1	84
Anexo 2	88
Anexo 3	97
Anexo 4	99
Anexo 5	105
Anexo 6	107
Anexo 7	111

1. Introdução

1.1. Enquadramento teórico

A pereira 'Rocha' é uma cultivar de origem portuguesa, com produção concentrada na região do Oeste. De modo geral, as pereiras são classificadas como auto-estéreis, ou seja, apenas produzem fruto quando polinizadas com pólen de outras cultivares. Por outro lado, uma cultivar diz-se auto-fértil se produzir frutos quando polinizada com pólen da mesma cultivar. Além disso, podem ainda ser parcialmente auto-férteis, sendo que neste caso as cultivares que forem polinizadas com pólen de outras cultivares, em oposição ao pólen da sua própria cultivar, produzem maior número de frutos e de melhor qualidade (Free 1970). Assim, do ponto de vista da produção, é importante garantir a presença de cultivares polinizadoras compatíveis, quando a cultura principal é auto-estéril ou parcialmente auto-fértil. Estas condições são consequência de mecanismos genéticos, que asseguram maior diversidade genética, através da polinização cruzada (Wertheim & Schmidt 2005, Westwood 1978).

O facto de os produtores terem tendência para plantar pomares de pereira Rocha, sem outras cultivares polinizadoras (Alexandre et al. 2001) constitui um problema de produção, devido à auto-esterilidade (Free 1970). Esta cultivar apresenta partenocarpia, ou seja, é capaz de produzir frutos sem sementes, ditos partenocárpicos, sem se dar fertilização, o que permite aos produtores garantir produções elevadas através da aplicação de produtos à base de giberelinas ou auxinas sintéticas, que induzem o vingamento, sem necessidade de polinização cruzada (Alexandre et al. 2001). Contudo, esta prática é questionável, uma vez que tem efeitos negativos na qualidade dos frutos e é incerta a sua sustentabilidade, por ser expectável que os produtos utilizados venham a ser retirados do mercado dentro de alguns anos. Torna-se, pois, importante aprofundar os conhecimentos acerca da polinização cruzada da pereira Rocha, especialmente por insetos polinizadores.

A polinização biótica é um dos serviços dos ecossistemas mais importantes, se não o mais importante. Para além do papel que representa nos ecossistemas naturais, garantindo o seu equilíbrio e a conservação da biodiversidade (Biddinger et al. 2009, Biesmeijer et al. 2006, Potts et al. 2006), é muito importante também nos ecossistemas agrários, tendo um impacto direto na produção alimentar, em termos quantitativos e qualitativos (Bommarco et al. 2012, Gallai et al. 2009). A polinização biótica pode ser efetuada por diferentes grupos de organismos animais, incluindo passeriformes, quirópteros e invertebrados. Os coleópteros, dípteros, lepidópteros e, sobretudo, os himenópteros, em particular as abelhas, são os grupos de insetos polinizadores mais representativos (Roubik 1995).

Nos últimos anos, tem havido um acréscimo de preocupação relativamente ao declínio verificado nos polinizadores invertebrados e dos serviços dos ecossistemas que fornecem (Biesmeijer et al. 2006, Bommarco et al. 2012). Isto deve-se à pressão por parte de múltiplos fatores de natureza antropogénica (Kremen & Ricketts 2000), nomeadamente a intensificação das práticas agrícolas, como as monoculturas (Kearns et al. 1998, Kremen et al. 2002), a utilização de agroquímicos (Kearns et al. 1998), o isolamento, degradação e fragmentação do habitat (Donaldson et al. 2002, Kearns et al. 1998, Steffan-Dewenter 2003, Steffan-Dewenter et al. 2006), a introdução de novas espécies exóticas de plantas e polinizadores, doenças e parasitas (Kearns et al. 1998, Schmid-Hempel & Durrer 1991) e às alterações climáticas (Ghazoul 2005, Price & Waser 1998).

As fruteiras são, principalmente, visitadas por abelhas domésticas, abelhões e abelhas ditas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) (Free 1970). Segundo Free (1970), são estes os insetos polinizadores mais importantes. No caso da pereira, são várias as espécies de polinizadores referenciadas, nomeadamente abelhas dos géneros *Andrena* e *Osmia* (Free 1970). O declínio dos polinizadores, entre outros fatores, tem justificado a realização de estudos para avaliar a capacidade de polinização de abelhas silvestres, como a espécie *Osmia cornuta* (Latreille), em diferentes culturas, incluindo a pereira, evidenciando serem mais eficientes do que a abelha-doméstica (Greenleaf & Kremen 2006, Ladurner et al. 2002, 2004). O néctar de pereira é pouco atrativo para as abelhas, especialmente a abelha-doméstica, devido à baixa concentração em açúcares (Maccagnani et al. 2003, 2007). A concentração em açúcares é um dos fatores mais importantes da atratividade do néctar (Free 1970). No entanto, alguns megaquilídeos, como *O. cornuta*, parecem preferir o pólen da pereira devido ao elevado valor nutritivo para as suas larvas (Maccagnani et al. 2007).

Das diversas espécies de abelhas descritas atualmente, apenas um pequeno número é utilizado comercialmente na polinização de culturas, incluindo espécies sociais e solitárias (Bosch & Kemp 2002). Das espécies de abelhas que utilizam pólen e néctar das flores para a sua alimentação, a mais amplamente distribuída é a abelha-doméstica, *Apis mellifera* (L.). Isto deve-se, entre outros fatores, ao facto da abelha-doméstica ser o polinizador mais valorizado e utilizado na agricultura, sendo a apicultura uma atividade de grande importância económica (Biddinger et al. 2009). Numa vertente económica, recorrer a apenas uma ou poucas espécies de polinizadores para promover a polinização de culturas pode-se mostrar arriscado para os produtores. Além disso, a abelha-doméstica é, muitas vezes, menos eficiente na polinização de determinadas culturas, comparativamente a outras abelhas (Cane 2008, Kevan et al. 1990, Klein et al. 2007). Por isso, a promoção da biodiversidade das espécies silvestres de abelhas, nomeadamente nos ecossistemas agrários, poder-se-á mostrar uma salvaguarda para a

polinização no panorama agrícola (Biddinger et al. 2009, Kremen et al. 2002), satisfazendo, ao mesmo tempo, as necessidades de conservação destas espécies.

A conservação destas espécies de abelhas silvestres nos ecossistemas agrários está dependente de maior conhecimento científico sobre a composição das respetivas comunidades e a sua ecologia. O conhecimento sobre as suas necessidades alimentares e comportamento de nidificação assume particular importância. Relativamente à alimentação, há que ter em atenção a disponibilidade de flores e a própria composição florística nas áreas de interesse. Em áreas agrícolas, as práticas de conservação podem incluir a sementeira de faixas de vegetação herbácea, com determinada composição florística nos pomares, ou a preservação da vegetação natural e espontânea existente no ambiente envolvente, garantindo a existência de estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos, de forma a aumentar a heterogeneidade do ecossistema e garantir a disponibilidade de pólen e néctar, em quantidade e qualidade adequadas, durante todo o ciclo biológico das espécies de abelhas cujas populações se pretende conservar. Relativamente à nidificação, pode-se ter como foco a preservação de locais que constituem habitats adequados para a reprodução e nidificação, assim como a instalação de ninhos artificiais que cumpram os requisitos necessários. No entanto, o estudo dos comportamentos de nidificação pode-se mostrar especialmente problemático, devido à grande variabilidade possível de hábitos e preferências de nidificação, especialmente em alguns tipos específicos de abelhas, como é o caso das abelhas que nidificam no solo. Embora estas espécies de abelhas que nidificam no solo sejam, maioritariamente, solitárias, podem apresentar vários níveis de organização social.

O termo “abelhas solitárias” é muitas vezes utilizado para representar todas as abelhas que não sejam abelhas domésticas ou abelhões. No entanto, isto não corresponde inteiramente à realidade, especialmente para as abelhas que nidificam no solo, pois embora a grande maioria seja solitária, muitas destas espécies apresentam organização social mais complexa, ou podem, até, apresentar diferentes níveis de organização social consoante as condições a que estejam sujeitas (Boesi et al. 2009, Danforth 1989, Eickwort et al. 1996, Potts & Willmer 1997). Os sistemas sociais atualmente aceites para as abelhas, assim como a definição de eusocialidade, têm base no que Michener (1969, 1974) e Wilson (1972, 1975) propuseram e formalizaram (Quadro 1.1). Em termos de organização social, as abelhas podem ser classificadas em:

- **Solitárias** – Não demonstram qualquer tipo de comportamento social, com a exceção das agregações em algumas espécies;
- **Comunais** – Membros da mesma geração usam o mesmo ninho sem cooperação no cuidado da descendência;

- **Quasisociais** – Membros da mesma geração usam o mesmo ninho, cooperando nos cuidados da descendência;
- **Semisociais** – Semelhante às quasisociais, mas com castas e divisão de tarefas;
- **Primitivamente eusociais** – Sobreposição de gerações na colônia;
- **Eusociais** – Semelhante às primitivamente eusociais, mas as fêmeas podem ser estruturalmente diferentes e as rainhas/fundadoras não sobrevivem sozinhas.

As agregações de ninhos de espécies solitárias acontecem, na maioria dos casos, devido a limitações de recursos na área de nidificação, como a disponibilidade de espaço, densidade e textura do solo, entre outros. Estas agregações são indistintas de ninhos de espécies comunais. Devido à dificuldade em distinguir espécies comunais, quasisociais e semisociais, foi sugerido o termo parasocial que engloba as três categorias. A grande maioria das abelhas consideradas primitivamente eusociais pertence à família Halictidae, mas também aos gêneros *Antophora* e *Bombus*. Já as abelhas ditas eusociais, incluem o gênero *Apis* e as abelhas sem ferrão. Distinguiu-se, ainda, outra classe denominada subsocial, que é similar ao caso das solitárias, mas onde os adultos cuidam das suas próprias larvas. Esta classe não é muito considerada ou utilizada, por se considerar a distinção pouco significativa (Michener 1969).

Quadro 1.1 – Descrição dos vários níveis de organização social (Adaptado de Michener 1969 e Crespi & Yanega 1994).

Classes	Castas e divisão de tarefas	Sobreposição de gerações	Cooperação nos cuidados da descendência	Fêmeas estruturalmente similares e rainhas/fundadoras sobrevivem sozinhas
Solitárias	-	-	-	+
Comunais	-	-	-	+
Quasisociais	-	-	+	+
Semisociais	+	-	+	+
Primitivamente eusociais	+	+	+	+
Eusociais	+	+	+	-

1.2. Estado da arte

O efeito da instalação de ninhos artificiais foi estudado por vários autores (Artz et al. 2013, Benedek 2008, Free & Williams 1970, Lye et al. 2011, Reis 2011). Benedek (2008) comparou a resposta das espécies *O. cornuta* e *Osmia rufa* (L.) a ninhos artificiais construídos com diferentes materiais. Os ninhos eram constituídos por abrigos de madeira, expostos apenas de um dos lados, com quatro compartimentos a 60 cm do chão para impedir a instalação de roedores. Em cada um dos compartimentos foi instalado um meio de nidificação distinto: caniço, cana de bambu, bloco de madeira com perfurações e cimento com perfurações. O caniço e a cana de bambu foram os dois substratos que apresentaram melhores resultados. Este tipo de ninhos, quando

instalados e mantidos nos pomares durante vários anos podem contribuir para o aumento das respectivas populações de abelhas e, conseqüentemente, para uma melhor polinização. Reis (2011) avaliou a possibilidade de utilização de ninhos artificiais à base de cana, *Arundo donax* L., para abelhas solitárias, nomeadamente do género *Osmia*, em pomares de pereira “Rocha”. Os resultados mostraram que este tipo de ninhos, neste tipo de habitat, pode ser utilizado maioritariamente por abelhas do género *Osmia*, mas também por vespas do género *Ancistrocerus*.

Relativamente às abelhas que nidificam no solo, desconhece-se a existência de estudos realizados sobre a utilização de ninhos artificiais como técnica de conservação das suas populações. No entanto, existem trabalhos com foco na organização social e nos hábitos de nidificação de várias espécies de abelhas que nidificam no solo. Tendo isso em conta, realizou-se no presente trabalho uma revisão bibliográfica sobre este tema, cujo resultado é sintetizado em quadros incluindo informação sobre a organização social, hábitos e características de nidificação, associações vegetais e características estruturais dos ninhos (Anexos 1 a 7).

Os trabalhos revistos estudaram vários fatores potencialmente importantes na escolha dos locais de nidificação, nomeadamente a orientação da superfície de nidificação, o declive da superfície de nidificação, a textura e a dureza do solo, a humidade do solo, o pH do solo, assim como a exposição solar e a temperatura do solo que estão relacionados com a cobertura vegetal no local de nidificação (Anexo 2).

Segundo Xie et al. (2013), a textura do solo e a cobertura vegetal parecem não ser fatores significativos para a seleção de locais de nidificação, enquanto que a compactação, o teor de humidade e a temperatura do solo parecem ser importantes. A análise da informação obtida na revisão bibliográfica sugere que este tipo de abelhas apresenta preferências a nível da cobertura vegetal, temperatura, textura e dureza do solo (Anexos 2, 7). No entanto, há que ter em conta que alguns destes fatores podem parecer significativos apenas por estarem associados a outros que realmente influenciam a escolha de locais de nidificação por parte das abelhas (como poderá ser o caso entre a temperatura do solo e a cobertura vegetal). Outros aspetos que podem afetar a aparente significância destes fatores são a disponibilidade e competição pelos recursos, assim como o reduzido número de observações.

Relativamente à cobertura vegetal, parece existir uma clara preferência das espécies por locais com pouca ou nenhuma vegetação, embora algumas tenham nidificado em locais com cobertura vegetal elevada. Esta informação está de acordo com a aparente preferência destas abelhas por solos de temperatura mais elevada e maior exposição solar (Anexos 2, 7). No entanto, elevadas temperaturas aliadas a baixos teores de humidade e elevada compactação do solo levam à diminuição da densidade de ninhos

nesses locais, certamente devido à dificuldade acrescida na sua construção (Xie et al. 2013). No que diz respeito à orientação, registaram-se ninhos em todas as orientações exceto Sudeste. No entanto, e embora não se tenha observado um padrão claro, as orientações mais utilizadas foram Sul, Sudoeste e Oeste, o que faz sentido numa perspectiva de maximização da exposição solar (Anexos 2, 7).

Quanto à humidade do solo, não existe preferência clara, tendo-se observado praticamente o mesmo número de espécies a utilizarem solos secos e solos húmidos para nidificar. No entanto, é de esperar uma preferência das espécies por solos que apresentem humidade considerável ao nível das células, de forma a facilitar a sua construção e garantir a manutenção da sua integridade (Anexos 2, 7, Rozen 1967, 2008, 2013). Relativamente ao declive da superfície de nidificação, não se observa também preferência clara, embora o declive vertical tenha sido o menos observado (Anexos 2, 7).

Quanto à textura do solo, existe uma clara preferência das espécies por solos argilosos, franco-arenosos e, especialmente, arenosos. Existe clara preferência por solos de dureza elevada, que contribuem para a manutenção da integridade dos ninhos (Anexos 2, 7).

A informação relativa ao pH é escassa, mas sugere existir preferência por solos alcalinos (Anexos 2, 7). Estas abelhas parecem, ainda, preferir solos com baixos teores de matéria orgânica (Osgood 1972).

Relativamente à morfologia externa dos ninhos, grande parte das espécies constrói montículos à entrada dos ninhos, embora algumas espécies também construam outros tipos de estruturas, como torreões de lama. Algumas das espécies mostraram, ainda, preferência por entradas de ninho cobertas por solo, rocha ou vegetação, mas a grande maioria prefere entradas descobertas, o que está de acordo com as baixas coberturas vegetais referidas anteriormente (Anexos 2, 7).

Embora estas abelhas sejam chamadas de “abelhas solitárias”, podem, em alguns casos ou condições, apresentar vários tipos de socialidade. A grande maioria apresenta, preferencialmente, comportamento solitário, mas também existem algumas espécies com comportamento comunal, semisocial, primitivamente eusocial e eusocial (Anexos 3, 7).

1.3. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivos principais:

- Identificar e caracterizar os locais de nidificação de abelhas que nidificam no solo, através da localização de ninhos na vizinhança dos pomares de pereira Rocha, da captura e identificação de exemplares e do levantamento das características associadas a cada ninho, como o declive da superfície de nidificação, a orientação da superfície de nidificação, a textura do solo, a cobertura vegetal, o diâmetro das entradas dos ninhos e o padrão de distribuição espacial dos ninhos em cada local;
- Avaliar se a instalação de ninhos artificiais, construídos com canas, pode contribuir para o estabelecimento de abelhas solitárias, nomeadamente do género *Osmia*, em pomares de pereira Rocha, na região do Oeste, identificando as espécies de abelhas presentes e respetivas taxas de colonização, assim como algumas das suas características de nidificação, como o tipo de material utilizado na individualização das células (material vegetal ou lama), ou o tipo de reservas alimentares em cada célula (pólen, néctar, ou ambos).

2. Materiais e métodos

2.1. Quadros de revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica foi realizada recorrendo-se às bases de dados disponíveis através dos portais b-on, Web of Science e Google Scholar para pesquisa de artigos e livros relevantes. Para confirmação de espécies e sinonímia, no âmbito da revisão bibliográfica, recorreu-se às bases de dados Discover Life (Ascher & Pickering 2015) e à fornecida pelo United States Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Service (USDA, NRCS 2015), para abelhas e plantas, respetivamente.

2.2. Área de estudo

O estudo decorreu entre Março e Agosto de 2014, em doze pomares de pereira Rocha pertencentes a associados da Frutoeste, localizados nas regiões de Mafra e Torres Vedras. Para além destas parcelas, foram considerados, suplementarmente, dois locais na freguesia de Bobadela (Fig. 2.1, Quadro 2.1), que passaram a ser estudados após a descoberta de agregações de ninhos de abelhas que nidificam no solo.

Quadro 2.1 – Listagem das parcelas onde decorreu o trabalho de campo, com referência à respetiva freguesia e código utilizado no presente trabalho.

Parcela	Freguesia	Código
Barbastel	Freiria	B
Casal Capitão	Azueira e Sobral da Abelheira	CC
Casal do Mosqueiro	Azueira e Sobral da Abelheira	CM
Casal da Niqueira	Encarnação	CN
Casal Romeirão 1	Encarnação	CR1
Casal Romeirão 2	Encarnação	CR2
Freiria	Freiria	F
Lajes	Mafra	L
Quinta do Castelo	Azueira e Sobral da Abelheira	QC
Quinta do Infesto	Turcifal	QI
Quinta do Ulmeiro	Ventosa	QU
Quinta Nova da Ermejeira	Maxial	QNE
Bobadela 1	Bobadela	BO1
Bobadela 2	Bobadela	BO2

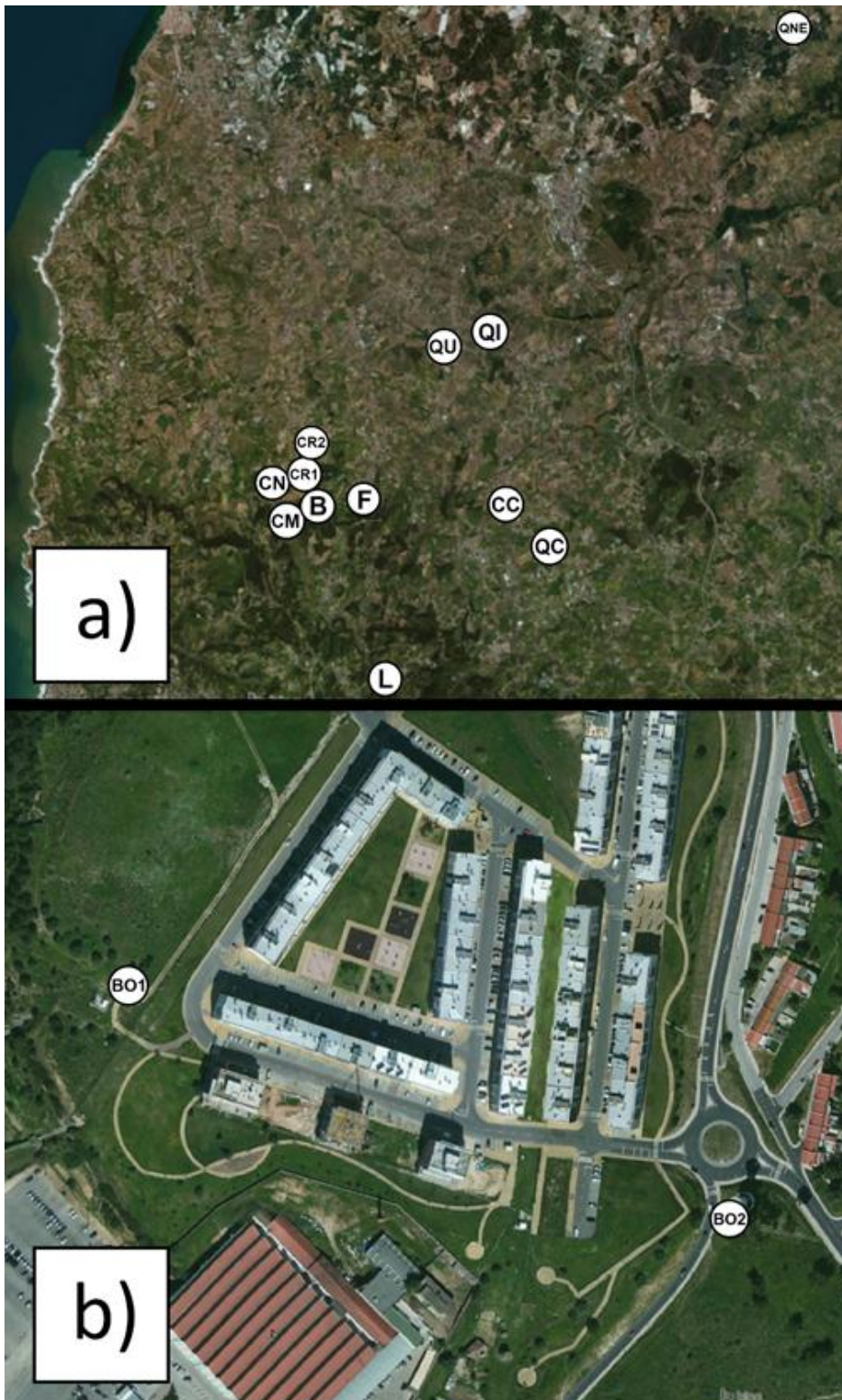


Figura 2.1 – Localização geográfica das 14 parcelas estudadas durante o presente estudo: a) Parcelas localizadas nos concelhos de Mafra e Torres Vedras; b) Parcelas na freguesia de Bobadela. Os códigos das parcelas têm as seguintes correspondências: B – Barbastel, BO1 – Bobadela 1, BO2 – Bobadela 2, CC – Casal Capitão, CM – Casal do Mosqueiro, CN – Casal da Niqueira, CR1 – Casal Romeirão 1, CR2 – Casal Romeirão 2, F – Freiria, L – Lages, QC – Quinta do Castelo, QI – Quinta do Infesto, QNE – Quinta Nova da Ermegeira, QU – Quinta do Ulmeiro. Mapas fornecidos pelo serviço Bing Maps.

2.3. Abelhas que nidificam no solo

De Abril a Julho de 2014, procedeu-se à procura, observação e estudo dos ninhos de abelhas que nidificam no solo que foram encontrados nas diferentes parcelas experimentais. Esta procura foi realizada, maioritariamente, na periferia dos pomares, devido ao facto de o solo no interior dos pomares ser constantemente alterado e perturbado pelas máquinas agrícolas. Assim, teve-se especial atenção a zonas de solo nu na periferia de cada pomar, como caminhos e estradas de terra batida, zonas à beira das estradas e encostas, locais esses que foram identificados como potenciais habitats e que foram monitorizados em cada visita (Fig. 2.2). Durante a inspeção dos locais de interesse, os ninhos foram detetados de várias formas: observação direta do orifício de entrada do ninho; observação de abelhas que apresentassem atividade junto ao solo, em zonas com pouca cobertura vegetal e em encostas, assim como pela observação de estruturas que são características de alguns ninhos, nomeadamente pequenos montículos ou torreões junto à entrada do ninho.



Figura 2.2 – Exemplo de habitat numa das parcelas de pereira Rocha (Casal Capitão), onde se pode observar o solo nu na periferia do pomar, adequado para a instalação de ninhos de abelhas que nidificam no solo. Foto da autoria de David Pinto.

Sempre que se identificou um possível ninho, procedeu-se à sua observação, tentando verificar se apresentava atividade por parte das abelhas e, em caso afirmativo, procedeu-se à captura de exemplares, para posterior identificação. Os exemplares

colhidos foram devidamente referenciados para permitir a sua posterior associação com os ninhos de onde provinham. Complementarmente, efetuou-se a recolha de dados e características de cada ninho, nomeadamente o diâmetro do orifício de entrada, o declive da superfície de nidificação, a sua orientação, socialidade das abelhas ocupantes, a marcação GPS de forma a obter a distribuição espacial de cada ninho e agregação, assim como a recolha de amostras de solo no local de cada ninho ou agregação, para posterior análise de granulometria.

Os exemplares foram capturados e preparados com auxílio de recipientes de plástico e vidro, câmara de morte e acetato de etilo (Fig. 2.4). A informação relativa ao diâmetro da entrada dos ninhos e ao declive das superfícies de nidificação foi recolhida através de captura fotográfica. Por outro lado, a informação relativa à orientação das superfícies de nidificação e a marcação GPS de cada um dos ninhos foram realizadas recorrendo a um dispositivo portátil (Garmin GPSMap 62S). A recolha das amostras de solo para posterior análise de granulometria foi realizada utilizando uma pá de jardinagem e sacos de plástico.

Foram utilizados os programas Paint.net, ScreenScales e Image Measurement para edição de imagem e análise da informação relativa ao declive da superfície de nidificação e ao diâmetro da entrada de cada ninho a partir das fotografias recolhidas, enquanto os programas Google Earth, Garmin BaseCamp e QuantumGIS foram utilizados para análise dos dados relativos à distribuição espacial dos ninhos e à orientação das superfícies de nidificação obtidos com dispositivo de GPS portátil. As imagens das áreas de estudo, assim como as imagens da distribuição espacial dos ninhos, utilizaram os mapas fornecidos pelo serviço Bing Maps.

A análise da textura das amostras de solo foi realizada pelo do Laboratório de Solos do Instituto Superior de Agronomia. As frações granulométricas da fração fina (< 2 mm) do solo foram determinadas após destruição da matéria orgânica com H₂O₂ e dispersão com uma solução de hexametáfosfato/carbonato de sódio, coadjuvada por agitação mecânica em agitador de vaivém durante 16 horas. A fração areia grossa (2 – 0,2 mm) foi quantificada por crivagem, a areia fina (0,2 – 0,02 mm) por sedimentação e decantação, e o limo (20 – 2 µm) e a argila (< 2 µm) por pipetagem. A proporção das diversas frações granulométricas consideradas apresenta-se expressa em relação à massa da fração fina seca a 105 ± 3 °C. As classes de textura das amostras de solo foram determinadas com base em Costa (1975).

2.4. Ninhos artificiais

Durante o mês de Março de 2014, foram instalados 24 ninhos distribuídos pelas diversas parcelas de pereira Rocha, antes do seu período de floração no início de Abril. Em cada

local, foi instalada, nas margens do pomar, a cerca de 60 cm do chão, uma bateria de 2 ninhos, com o auxílio de estacas de ferro e arames, de forma a dificultar o acesso a roedores (Fig. 2.3). Foi realizada monitorização destes ninhos até à sua recolha em Junho.



Figura 2.3 – Aspecto de um dos ninhos artificiais utilizados, com troços de cana inseridos num tubo de PVC. Foto da autoria de Catarina Reis.

Os 24 ninhos artificiais foram preparados e construídos durante os meses de Fevereiro e Março de 2014, recorrendo a caules de cana-comum, *Arundo donax* L., recolhidos em áreas próximas de linhas de água, com o auxílio de serrote e tesoura de poda (Fig. 2.4, 2.5). Garantiu-se que os troços de cana correspondiam a entre-nós com 10 a 25 cm de comprimento e 0,4 a 1,2 cm de diâmetro interno, para garantir a adequabilidade para utilização por parte das abelhas. O corte de cada troço de cana foi feito de modo a que apenas uma das extremidades ficasse aberta. Uma vez recolhidas e preparadas, as canas foram utilizadas para preencher tubos de PVC, com cerca de 30 cm de diâmetro. O número de canas por ninho variou entre 124 e 179. Algures a meio do período de trabalho de campo, a bateria de ninhos de uma das parcelas (Freiria) desapareceu tendo-nos deixado sem resultados para essa parcela e com um total de 22 ninhos artificiais.



Figura 2.4 – Plantas de *Arundo donax*. Foto da autoria de David Pinto.



Figura 2.5 – Material utilizado durante as fases de preparação e montagem dos ninhos artificiais (esquerda) e de captura de exemplares de abelhas que nidificam no solo (direita). Fotos da autoria de David Pinto.

Após o período de floração da pereira, foram retirados os troços de canas que evidenciavam estar colonizados, ou seja, aqueles que apresentavam a extremidade com opérculo de lama ou material vegetal. Seguidamente, foram transportados para o laboratório e abertos cuidadosamente, com o auxílio de um x-ato, para caracterização do tipo de ninho (e.g., nº de células, tipo de materiais utilizados, presença de ovos, larvas ou pupas, tipo de alimento larvar) e da respetiva espécie de abelha (Fig. 2.6).



Figura 2.6 – Pormenor do interior de uma cana colonizada, onde se pode observar a presença de larvas desenvolvidas, no interior de células construídas com lama e nas quais foi armazenado pólen para a alimentação das larvas. Foto da autoria de Catarina Reis.

Após a sua caracterização, os troços de cana foram novamente fechados, com auxílio de fita adesiva, e individualizados em caixas com arejamento, até à emergência dos respetivos insetos adultos. Os espécimes emergidos foram preparados com alfinetes entomológicos, fotografados e conservados para posterior identificação. Foi determinada, também, a taxa de ocupação de cada espécie.

2.5. Identificação das espécies

As identificações foram realizadas de Agosto de 2014 a Maio de 2015, recorrendo a uma chave de identificação, ao nível do de género (Collins, in press), assim como a uma coleção de referência existente no Instituto Superior de Agronomia e preparada pela doutoranda Catarina Reis, com exemplares capturados, em anos anteriores, nos

mesmos pomares onde decorreu o presente estudo, no âmbito do seu projeto de doutoramento, cujas identificações foram efetuadas com o apoio de Mike Edwards e David Baldock (Fig. 2.7). Os exemplares colhidos no presente estudo cuja identificação suscitou dúvidas foram posteriormente identificados por David Baldock.



Figura 2.7 – Material utilizado durante a fase de identificação dos indivíduos capturados. Foto da autoria de David Pinto.

3. Resultados

3.1. Abelhas que nidificam no solo

3.1.1. Espécies capturadas

Foram capturados 77 exemplares, referentes a 8 géneros e 12 espécies (Quadro 3.1). Embora se tenha verificado maior diversidade específica no conjunto das parcelas localizadas nos concelhos de Mafra e Torres Vedras, a parcela que apresentou maior diversidade de espécies localiza-se na freguesia de Bobadela (Fig. 3.1).

Quadro 3.1 – Informação relativa às espécies capturadas. Os códigos das parcelas têm as seguintes correspondências: B – Barbastel, BO1 – Bobadela 1, BO2 – Bobadela 2, CC – Casal Capitão, CM – Casal do Mosqueiro, CN – Casal da Niqueira, CR1 – Casal Romeirão 1, CR2 – Casal Romeirão 2, F – Freiria, L – Lages, QC – Quinta do Castelo, QI – Quinta do Infesto, QNE – Quinta Nova da Ermegeira, QU – Quinta do Ulmeiro.

Espécie	Nº de ninhos amostrados	Nº de exemplares capturados	Género	Parcela	Estatuto de conservação (Nieto et al. 2015)	Datas de captura
<i>Andrena agillissima</i> (Scopoli)	1	3	♀	CM	Informação insuficiente	12/04/2014 17/04/2014
<i>Andrena thoracica</i> (Fabricius)	1	1	♀	B	Informação insuficiente	04/06/2014
<i>Anthophora affinis</i> Brullé	0	1	♀	QNE	Informação insuficiente	02/07/2014
<i>Anthophora fulvitaris</i> Brullé	3	3	♀	QNE	Informação insuficiente	02/07/2014
<i>Anthophora plumipes</i> (Pallas)	1	1	♀	QU	Pouco preocupante	12/04/2014
<i>Eucera notata</i> Lepeletier	8	8	♀	BO1, BO2	Informação insuficiente	06/05/2014 29/05/2014
<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi)	5	11	♀	QC	Pouco preocupante	20/06/2014
<i>Hoplitis bisulca</i> (Gerstäcker)	2	2	♀	BO1, QNE	Pouco preocupante	29/05/2014 02/07/2014
<i>Hoplitis zaianorum</i> (Benoist)	10	11	♀	BO1	Informação insuficiente	29/05/2014
<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby)	24	33	♀	B, BO1, CC, CM, CN, CR1, CR2, F, L, QC, QI, QNE	Pouco preocupante	17/04/2014 08/05/2014 09/05/2014 29/05/2014 20/06/2014 21/06/2014 25/06/2014 02/07/2014
<i>Sphcodes monilicomis</i> (Kirby)	1	2	♀ + ♂	QI	Pouco preocupante	25/06/2014
<i>Tetraloniella iberica</i> (Dusmet y Alonso)	1	1	♀	QI	Informação insuficiente	25/06/2014

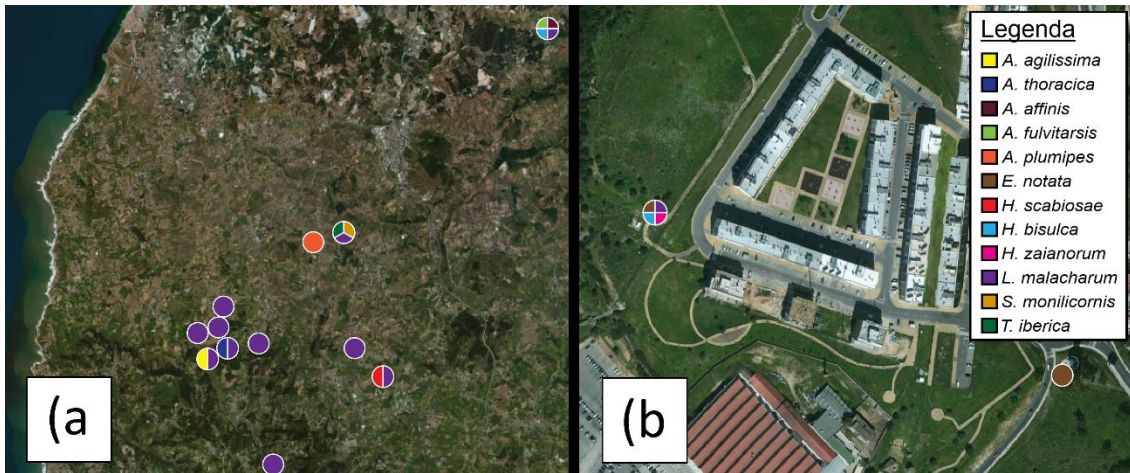


Figura 3.1 – Localização geográfica das parcelas onde foi capturada cada uma das espécies de abelhas: a) Parcelas localizadas nos concelhos de Mafra e Torres Vedras; b) Parcelas na freguesia de Bobadela. Mapas fornecidos pelo serviço Bing Maps.

3.1.2. Caracterização das espécies capturadas

- *Andrena agilissima* (Scopoli) (Fig. 3.2)



Figura 3.2 – Exemplar capturado de *Andrena agilissima*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Comum em Portugal, com dez registos anteriores confirmados (Baldock & Smit, in press). Presente por toda a Europa e também apresenta ocorrências no Médio Oriente e no Norte de África (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

O único ninho desta espécie encontrava-se numa encosta aproximadamente vertical, com alguma vegetação e raízes, mas com solo exposto nas imediações diretas da entrada do ninho. O solo era distintamente arenoso. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, assim como por pomares de pereira Rocha (Fig. 3.3).



Figura 3.3 – Habitat envolvente ao ninho de A. aglissima. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

O ninho era partilhado por vários indivíduos, verificando-se atividade intensa e constante, em entradas e saídas. As abelhas que voltavam ao ninho transportavam pólen amarelo nas patas posteriores.

Morfologia externa do ninho

O exterior da entrada do ninho não apresentava torreão de lama, no entanto o solo escavado e acumulado à entrada do ninho era bastante distinto da restante envolvente e contribuiu para uma localização mais fácil do ninho. A entrada do ninho era relativamente horizontal (Fig. 3.4).



Figura 3.4 – Ninho de *Andrena agilissima*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a representação espacial do único ninho detetado desta espécie, onde se pode verificar a sua localização à beira de uma estrada (Fig. 3.5).



Figura 3.5 – Representação espacial do ninho de *Andrena agilíssima* na parcela Casal Mosqueteiro. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Andrena thoracica* (Fabricius)** (Fig. 3.6)



Figura 3.6 – Exemplar capturado de *Andrena thoracica*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Bastante comum em Portugal, com dez registos anteriores confirmados (Baldock & Smit, em publicação). Presente em toda a Europa, especialmente no Reino Unido. Também referenciada em algumas regiões asiáticas (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

O talude vertical onde se encontrava o único ninho descoberto desta espécie apresentava elevada cobertura vegetal, exceto no sector em que ninho se localizava, onde o solo estava mais exposto. Existiam mais ninhos neste sector com solo nu, mas nenhum deles mostrou atividade. A vegetação circundante era composta por estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo naturais, assim como por pomares de pereira Rocha (Fig. 3.7).



Figura 3.7 – Habitat envolvente ao ninho de *Andrena thoracica*. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Foi apenas observada uma abelha no único ninho encontrado.

Morfologia externa do ninho

A entrada do ninho não apresentava quaisquer estruturas características, além de terra escavada, acumulada junto da entrada do ninho. A entrada do ninho foi construída horizontalmente (Fig. 3.8).



Figura 3.8 – Ninho de *Andrena thoracica*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a representação espacial do único ninho detetado desta espécie, onde se pode verificar a sua localização junto a um caminho de terra batida (Fig. 3.9).

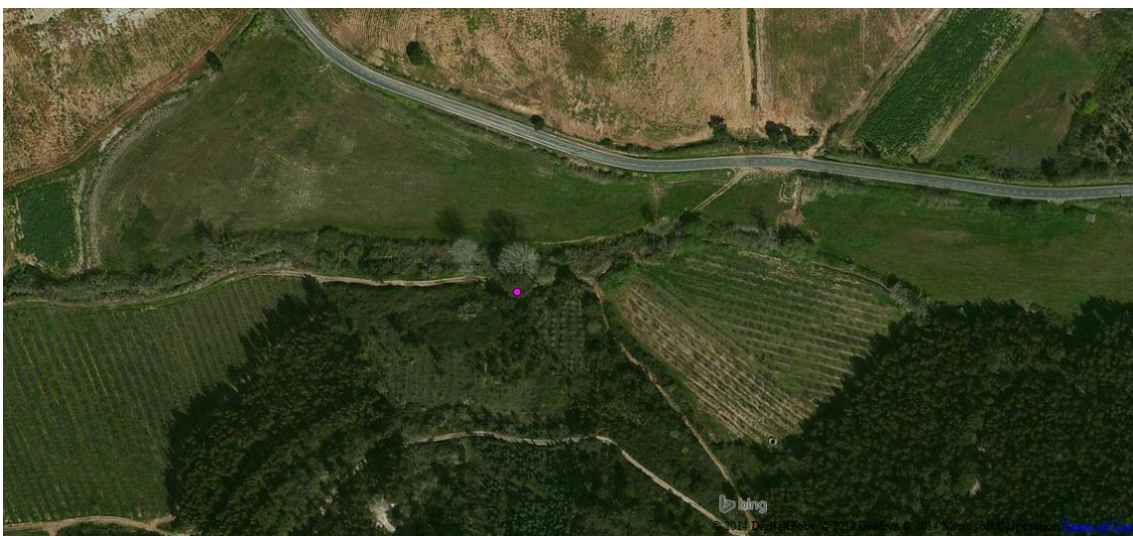


Figura 3.9 – Representação espacial do ninho de *Andrena thoracica* na parcela Barbastel. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Anthophora affinis* Brullé** (Fig 3.10)



Figura 3.10 – Exemplar capturado de *Anthophora affinis*. Foto da autoria de Jeremy Early.

Distribuição da espécie

Apenas um registo anterior conhecido para Portugal, em Trás-os-Montes em 2014 (Baldock & Smit, in press). Área de distribuição localizada na Europa (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Embora não tenha sido encontrado nenhum ninho desta espécie, foi recolhido um exemplar morto junto a uma agregação de ninhos onde se capturaram vários exemplares de *Anthophora fulvitaris*. Nesta agregação existiam muitos ninhos além dos poucos de onde se capturaram indivíduos, que aparentavam estar desocupados ou cuja atividade não foi verificada durante os intervalos de observação, pelo que se assumiu que alguns destes ninhos pudessem pertencer a indivíduos desta espécie, até porque são espécies morfológicamente idênticas. Por estas razões, assumir-se-á como habitat para esta espécie o mesmo descrito para a espécie *Anthophora fulvitaris* (Fig. 3.12).

Atividade

Não foi possível verificar a organização social desta espécie, pois o único exemplar foi recolhido morto junto a uma agregação de ninhos e não de um ninho específico.

Morfologia externa do ninho

Como o único exemplar não foi recolhido de um ninho específico, não se pode dizer com certeza se os ninhos desta espécie apresentam estruturas características à sua entrada. No entanto, considerando que o exemplar foi recolhido junto a uma agregação de ninhos onde se capturaram exemplares de *Anthophora fulvitaris* e que todos os ninhos desta agregação apresentavam o mesmo tipo de morfologia, é verosímil que morfologia externa dos ninhos desta espécie seja do mesmo tipo do observado para *Anthophora fulvitaris* (Fig. 3.13).

- ***Anthophora fulvitaris* Brullé** (Fig. 3.11)



Figura 3.11 – Exemplar capturado de *Anthophora fulvitaris*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Espécie rara em Portugal, com sete registos anteriores confirmados (Baldock & Smit, in press). Está presente na Europa ocidental, no Norte de África, no Médio Oriente e em algumas áreas asiáticas (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Foram encontrados três ninhos ativos desta espécie, numa área de solo nu de um talude com cobertura vegetal considerável. O talude apresentava declive praticamente vertical, na totalidade da sua extensão. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, assim como por pomares de pereira Rocha (Fig. 3.12).



Figura 3.12 – Habitat envolvente aos ninhos de *Anthophora affinis* e *Anthophora fulvitaris*. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Foi observado apenas um indivíduo por ninho. Para além dos ninhos em que se colheram exemplares, foram, adicionalmente, observados dezenas de ninhos similares, aparentemente inativos, na mesma secção de solo nu do talude. Devido à relativamente grande dimensão dos indivíduos desta espécie e da espécie *Anthophora affinis*, assim como dos seus ninhos, é provável que grande parte daqueles ninhos pertencesse ou tenha pertencido a indivíduos destas duas espécies.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características, além do acumular de terra escavada junto das entradas dos ninhos. A entrada dos ninhos era relativamente horizontal (Fig. 3.13).



Figura 3.13 – Ninho de *Anthophora fulvitaris*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a distribuição espacial dos ninhos encontrados desta espécie, onde se pode verificar a sua concentração à beira de uma estrada de terra batida (Fig. 3.14).



Figura 3.14 – Distribuição espacial dos ninhos de *Anthophora fulvitaris* na parcela Quinta Nova da Ermejeira. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Anthophora plumipes* (Pallas)** (Fig. 3.15)



Figura 3.15 – Exemplo capturado de *Anthophora plumipes*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Comum em Portugal, com catorze registos anteriores confirmados (Baldock & Smit, em publicação). Presente em praticamente toda a Europa, mas também no Médio Oriente e no Norte de África (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

O único ninho desta espécie localizava-se num talude com cobertura vegetal considerável, nas partes superior e inferior, mas que apresentava solo nu no sector intermédio. Neste sector, foram localizados vários ninhos ativos de abelhas. O talude era praticamente vertical em toda a sua extensão. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, assim como por pomares de pereira Rocha (Fig. 3.16).



Figura 3.16 – Habitat envolvente ao ninho de *Anthophora plumipes*. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Foi apenas localizada uma abelha no ninho amostrado. Os ninhos encontrados nas proximidades, aparentemente da mesma espécie, pareciam também apresentar atividade por parte de apenas uma abelha.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características à entrada do ninho, além do acumular de terra escavada junto da entrada do ninho. A entrada dos ninhos era relativamente horizontal (Fig. 3.17).



Figura 3.17 – Ninho de *Anthophora plumipes*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a representação espacial do único ninho detetado desta espécie, onde se pode verificar a sua localização junto a um caminho de terra batida (Fig. 3.18).



Figura 3.18 – Distribuição espacial dos ninhos de *Anthophora plumipes* na parcela Quinta do Ulmeiro. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Eucera notata* Lepeletier** (Fig. 3.19)



Figura 3.19 – Exemplar capturado de *Eucera notata*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Comum em Portugal, com nove registos confirmados (Baldock & Smit, em publicação). A área de distribuição inclui a Europa e Norte de África (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Esta espécie foi detetada em dois locais distintos: numa clareira de solo praticamente horizontal e com vegetação presente, embora relativamente esparsa (Fig. 3.27), e num talude de declive aproximadamente vertical, com vegetação em quase toda a sua extensão, exceto numa secção de solo praticamente nu, onde se situavam vários ninhos desta espécie (Fig. 3.20). A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, em ambos os locais.



Figura 3.20 – Habitat envolvente aos ninhos de *Eucera notata*. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Foi detetado apenas um indivíduo ativo por ninho. No entanto, embora num dos locais tenha sido encontrado apenas um ninho isolado desta espécie, no outro local foram encontrados vários ninhos concentrados no mesmo sector do talude, o que pode sugerir uma tendência para a agregação de ninhos por parte desta espécie.

Morfologia externa do ninho

Os ninhos desta espécie são característicos, pela distinta estrutura tubular de lama (torreão) construída à entrada. Esta estrutura poderá servir o propósito de dificultar a entrada a parasitas e, também, funcionar com ponto de referência, facilitando a localização do ninho por parte dos indivíduos aquando do seu regresso ao ninho. Foram encontradas entradas de ninhos verticais, tanto na clareira, como no talude, e horizontais no talude (Fig. 3.21).



Figura 3.21 – Ninhos de *Eucera notata*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Fotos da autoria de David Pinto.

- ***Halictus scabiosae* (Rossi)** (Fig 3.22)



Figura 3.22 – Exemplar capturado de *Halictus scabiosae*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Comum em Portugal, com cinco registos confirmados (Baldock & Smit, em publicação). Encontra-se distribuída por toda a Europa, Norte de África e Médio Oriente (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Os ninhos desta espécie foram encontrados num caminho de terra batida, de declive praticamente horizontal e com vegetação esparsa. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, assim como por pomares de pereira Rocha (Fig. 3.23).



Figura 3.23 – Habitat envolvente aos ninhos de Halictus scabiosae. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Em cada um dos cinco ninhos amostrados desta espécie, foram capturados dois ou mais indivíduos.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características dos ninhos de abelhas, além do acumular de terra escavada junto das entradas dos ninhos (Fig. 3.24).



Figura 3.24 – Ninho de *Halictus scabiosae*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a distribuição espacial dos ninhos desta espécie, onde se pode verificar a sua concentração a meio de uma estrada de terra batida (Fig. 3.25).



Figura 3.25 – Distribuição espacial dos ninhos de *Halictus scabiosae* na parcela Quinta do Castelo. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Hoplitis bisulca* (Gerstäcker)** (Fig. 3.26)



Figura 3.26 – Exemplar capturado de *Hoplitis bisulca*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Pouco comum em Portugal, com seis registos confirmados (Baldock & Smit, em publicação). A área de distribuição inclui a Europa, Norte de África e Médio Oriente (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Dois ninhos desta espécie foram detetados numa clareira de solo praticamente horizontal e com vegetação presente, embora relativamente esparsa. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais (Fig. 3.27). Outros dois ninhos foram detetados numa secção de solo nu de um talude com vegetação considerável, onde previamente se tinha observado um aglomerado de ninhos possivelmente pertencentes às espécies *Anthophora affinis* e *Anthophora fulvitaris*. Estes dois ninhos foram encontrados dentro de orifícios pertencentes a ninhos, aparentemente inativos, das duas espécies de *Anthophora* previamente referidas. Este facto parece sugerir um aproveitamento de ninhos abandonados de outras espécies (Fig. 3.12).



Figura 3.27 – Habitat envolvente aos ninhos de várias espécies, inclusivamente *Hoplitis bisulca*, *Hoplitis zaianorum*, *Eucera notata* e *Lasioglossum malacharum*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Em todos os ninhos amostrados, foi detetado apenas um indivíduo por ninho.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características, nem sequer o acumular de terra escavada junto das entradas dos ninhos. As entradas dos ninhos foram escavadas verticalmente (Fig. 3.28).



Figura 3.28 – Ninho de *Hoplitis bisulca*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a representação espacial do único ninho desta espécie encontrado nas parcelas localizadas nos concelhos de Mafra e Torres Vedras. Pode-se verificar a sua localização à beira de uma estrada de terra batida (Fig. 3.29).



Figura 3.29 – Distribuição espacial dos ninhos de *Hoplitis bisulca* na parcela Quinta Nova da Ermejeira. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Hoplitis zaianorum* (Benoist)** (Fig. 3.30)



Figura 3.30 – Exemplar capturado de *Hoplitis zaijanorum*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Apenas um registo anterior confirmado em Portugal (Baldock & Smit, em publicação). A área de distribuição inclui a Península Ibérica e Norte de África (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Os oito ninhos desta espécie foram detetados numa clareira de solo praticamente horizontal e com vegetação presente, embora relativamente esparsa. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais (Fig. 3.27).

Atividade

Em todos os ninhos amostrados desta espécie, foi apenas observado um indivíduo, à exceção de um dos ninhos onde se registaram dois indivíduos.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características, nem sequer o acumular de terra escavada junto das entradas dos ninhos. As entradas dos ninhos foram escavadas verticalmente (Fig. 3.31).



Figura 3.31 – Ninho de *Hoplitis zaianorum*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

- *Lasioglossum malachurum* (Kirby) (Fig. 3.32)



Figura 3.32 – Exemplar capturado de *Lasioglossum malachurum*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Comum em Portugal, com onze registos confirmados (Baldock & Smit, em publicação). Distribui-se por toda a Europa, Norte de África e Médio Oriente (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

Esta espécie foi detetada em doze dos catorze locais amostrados no presente estudo, embora só se tenham amostrado ninhos em dez deles. Mostrou ser bastante comum nos locais amostrados, durante o período de estudo, não só pela sua abundância, mas também pela facilidade de deteção dos seus ninhos, devido a algumas das características e comportamentos inerentes à espécie, nomeadamente a estrutura externa característica dos ninhos, assim como a elevada atividade dos indivíduos na proximidade dos ninhos. Apesar de se ter detetado ninhos desta espécie em superfícies quase verticais e com alguma vegetação, ainda que esparsa, a grande maioria estava localizada em superfícies horizontais e com pouca ou nenhuma vegetação. A vegetação circundante variou, incluindo estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, vinhas ou pomares de pereira Rocha (Fig. 3.33).



Figura 3.33 – Dois exemplos de habitat envolvente a ninhos de *Lasioglossum malacharum*. Fotos da autoria de David Pinto.

Atividade

Todos os ninhos pertencentes a esta espécie mostraram atividade intensa por parte de vários indivíduos, o que sugere uma elevada estrutura social, com indivíduos a chegar com novo alimento e indivíduos a sair para reunir mais. Esta espécie apresentou, ainda, um comportamento muito característico que ajudou a diferenciar ninhos ativos de ninhos inativos desta espécie. Cada ninho tem um indivíduo à entrada, com a cabeça a cobrir a totalidade da abertura, que parece funcionar como guarda. Este indivíduo recuava para o interior do ninho, sempre que entrava ou saía outro indivíduo,

respetivamente. Os indivíduos desta espécie mostraram, também, preferência em formar aglomerados de ninhos (Fig. 3.34).



Figura 3.34 – Aglomerado de ninhos de *Lasioglossum malacharum*. Foto da autoria de David Pinto.

Morfologia externa do ninho

A grande maioria dos ninhos desta espécie eram característicos e facilmente identificáveis devido à acumulação de solo escavado que se encontrava à entrada dos ninhos, na forma de montículos, em caso de solo relativamente horizontal, embora alguns não a apresentassem. Os ninhos foram escavados de forma vertical (Fig. 3.35, 3.36).



Figura 3.35 – Ninhos de *Lasioglossum malacharum*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.



Figura 3.36 – Dois ninhos de *Lasioglossum malacharum*, onde um apresenta montículo à volta da entrada do ninho (direita) e a outra não (esquerda). Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a distribuição espacial dos ninhos desta espécie em várias parcelas dos concelhos de Mafra e Torres Vedras. Embora em algumas das parcelas se tenham verificado ninhos isolados, a tendência foi para que os ninhos se concentrassem em agregações, que em muitos casos correspondiam a várias dezenas de ninhos (Fig. 3.37 a 3.47).

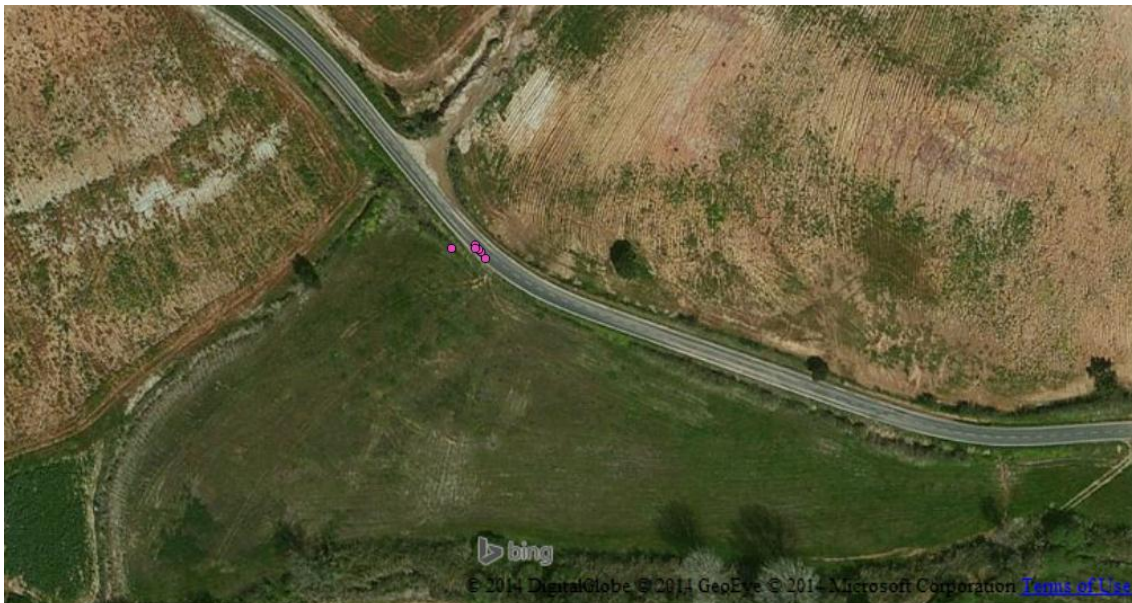


Figura 3.37 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Barbastel. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.38 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Casal Capitão. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.39 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Casal Mosqueteiro. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.40 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Casal Romeirão 1. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

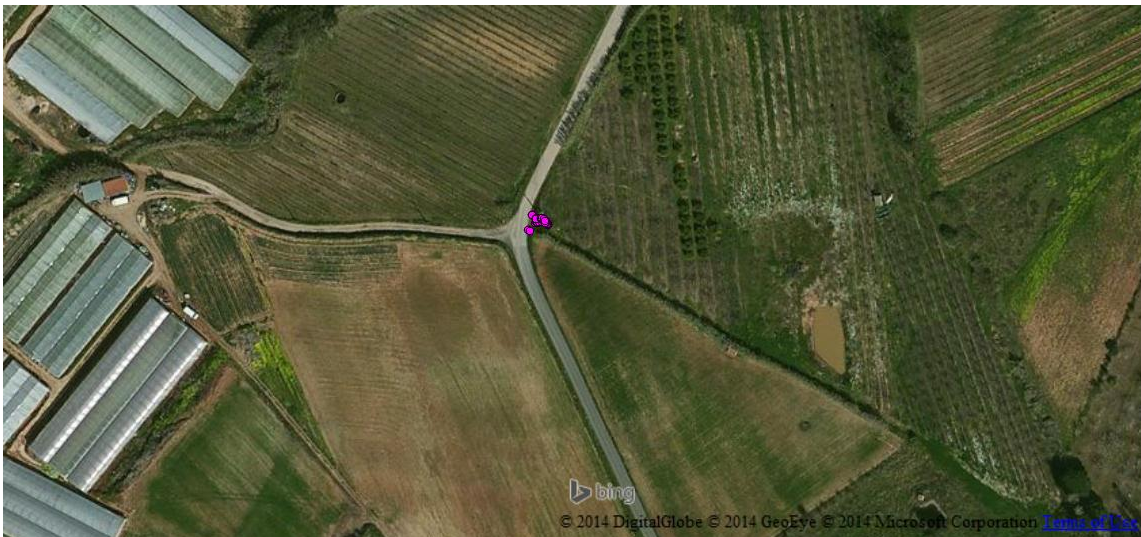


Figura 3.41 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Casal Romeirão 2. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.42 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Freiria. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.43 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Lajes. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.44 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Quinta do Castelo. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

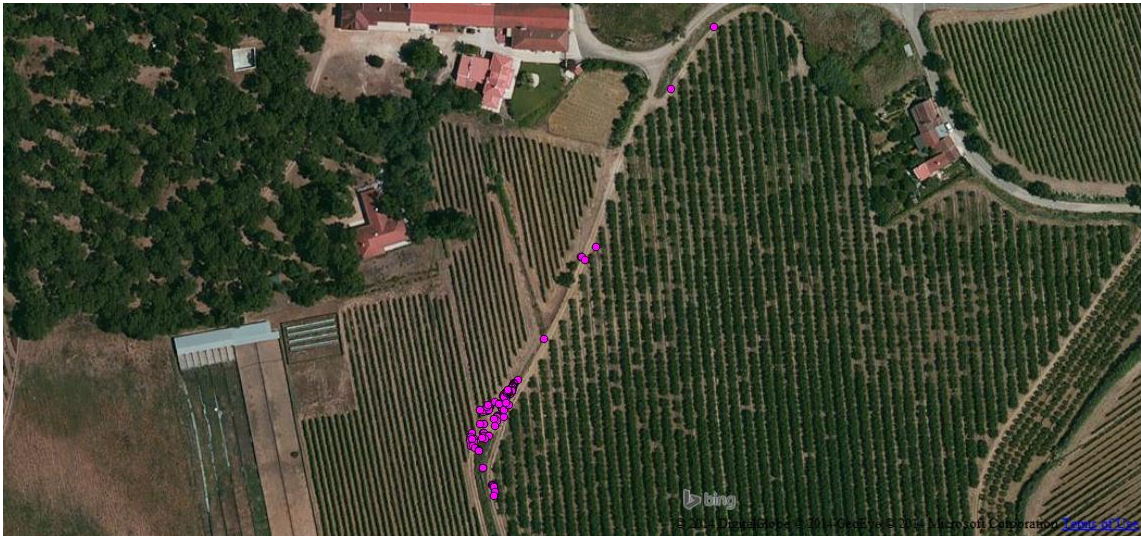


Figura 3.45 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Quinta do Infesto. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.46 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Quinta da Niqueira. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.



Figura 3.47 – Distribuição espacial dos ninhos de *Lasioglossum malacharum* na parcela Quinta Nova da Ermejeira. Mapa fornecido pelo serviço Bing Maps.

- ***Sphecodes monilicornis* (Kirby)** (Fig. 3.48)



Figura 3.48 – Exemplar capturado de *Sphecodes monilicornis*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Comum em Portugal, com quatro registos anteriores confirmados (Baldock & Smit, em publicação). Distribuída por toda a Europa, Norte de África, Médio Oriente e algumas regiões asiáticas (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

O único ninho onde se capturaram indivíduos desta espécie encontrava-se num caminho de terra batida, com vegetação esparsa. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, assim como por vinhas e pomares de pereira Rocha (Fig. 3.49).



Figura 3.49 – Habitat envolvente ao ninho onde foram capturados os exemplares de *Sphecodes monilicornis*, e ao ninho de *Tetraloniella iberica*. Foto da autoria de David Pinto.

Atividade

Esta espécie é cleptoparasítica de várias espécies de abelhas, nomeadamente *L. malacharum*, o que significa que coloca os seus ovos nos ninhos construídos pelas espécies hospedeiras, utilizando as reservas alimentares recolhidas por essas espécies (Bogusch et al. 2006). Os dois indivíduos capturados desta espécie (macho e fêmea) foram observados à entrada do ninho, em aparente comportamento de corte.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características, nem sequer o acumular de terra escavada nas proximidades da entrada do ninho. A entrada do ninho foi escavada verticalmente (Fig. 3.50). No entanto, assume-se que o ninho em questão não pertença a *S. monilicornis* devido à sua natureza cleptoparasítica, mas sim de uma das suas espécies hospedeiras, possivelmente *L. malacharum* por ser uma das espécies hospedeiras de *S. monilicornis*, por ter sido a espécie dominante na parcela onde se capturaram os exemplares de *S. monilicornis* (Quinta do Infesto) e pelo facto de o diâmetro deste ninho ser próximo dos verificados para *L. malacharum* (Quadro 3.2, Bogusch et al. 2006).



Figura 3.50 – Ninho onde foram capturados os exemplares de *Sphecodes monilicornis*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

- ***Tetraloniella iberica* (Dusmet y Alonso)** (Fig. 3.51)



Figura 3.51 – Exemplo capturado de *Tetraloniella iberica*. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição da espécie

Apenas dois registos anteriores confirmados para Portugal (Baldock & Smit, em publicação). Área de distribuição restringida à Península Ibérica (Ascher & Pickering 2015).

Habitat

O único ninho desta espécie encontrava-se numa clareira entre dois caminhos de terra batida, com vegetação praticamente inexistente. A vegetação circundante era, maioritariamente, composta por espécies herbáceas e arbustivas naturais, assim como por vinhas e pomares de pereira Rocha (Fig. 3.49).

Atividade

O único indivíduo capturado desta espécie encontrava-se a escavar à entrada de um ninho. Não foram avistados outros indivíduos da mesma espécie no mesmo ninho ou nas proximidades.

Morfologia externa do ninho

Não existiam quaisquer estruturas características, nem sequer o acumular de terra escavada junto da entrada do ninho. A entrada do ninho foi escavada verticalmente (Fig. 3.52).



Figura 3.52 – Ninho de *Tetraloniella iberica*. Diâmetro do objeto de escala corresponde a 68 mm. Foto da autoria de David Pinto.

Distribuição espacial dos ninhos

Foi realizada a representação espacial do único ninho encontrado desta espécie, onde se verifica a sua localização numa clareira junto a uma interseção entre estradas de terra batida (Fig. 3.53).

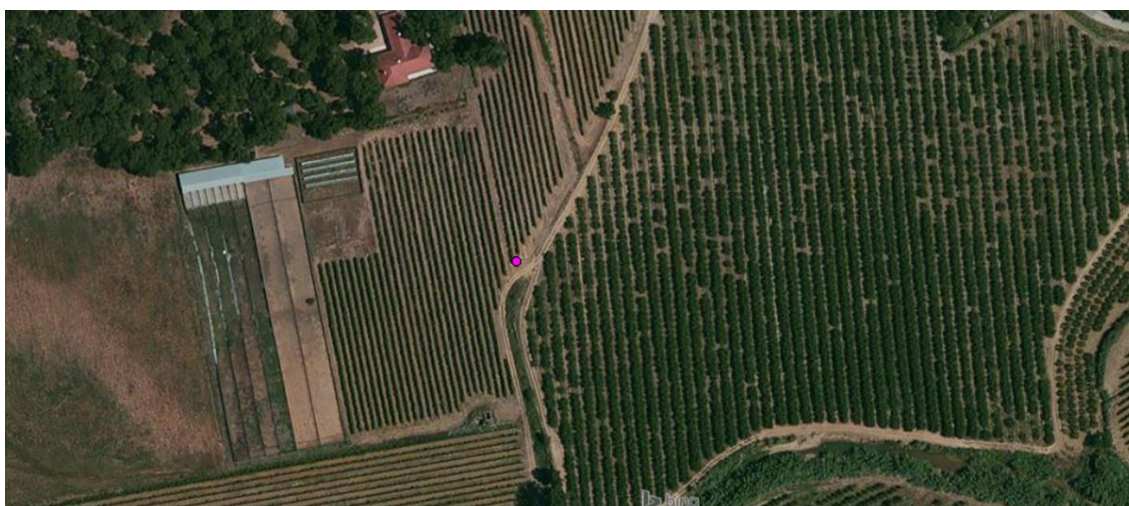


Figura 3.53 – Representação espacial do ninho de *Tetraloniella iberica* na parcela Quinta do Infesto. Foto da autoria de David Pinto.

3.1.3. Parâmetros e características de nidificação

Os dados referentes aos vários parâmetros e características de nidificação das espécies capturadas são apresentados no Quadro 3.2. O diâmetro médio da entrada dos ninhos variou entre cerca de 2 e 10 mm. As espécies com diâmetros médios mais baixos, inferiores a 4 mm, foram *L. malachurum*, *H. scabiosae*, *T. iberica* e *S. monilicornis*. As duas espécies do género *Anthophora* foram as que registaram maiores diâmetros médios, próximos de 10 mm.

Em relação ao declive do local de nidificação, as duas situações extremas (vertical e horizontal) foram aparentemente as mais comuns. Os dois únicos casos em que se observou ninhos em declive inclinado correspondem às duas espécies em que parece não existir preferência por determinado tipo de inclinação do terreno, uma vez que apresentaram ninhos com os três tipos de declive: *E. notata* e *L. malachurum*.

Embora não se tenha observado nenhuma preferência clara por nenhuma das orientações, as orientações Sul, Sudeste e Este foram as menos utilizadas. Para além disso, as três orientações menos utilizadas foram apenas observadas para a espécie que apresentou menor seletividade na escolha dos locais de nidificação, relativamente a este parâmetro, *Lasioglossum malachurum*, para a qual se encontraram ninhos em superfícies de todas as orientações com a exceção de Norte.

Os solos de textura franco-arenosa foram os utilizados por maior número de espécies (9 das 12 espécies) para construção dos ninhos. *Lasioglossum malachurum* foi a espécie que apresentou menor seletividade na localização dos ninhos, relativamente a este parâmetro, incluindo solos franco-arenosos, franco-argilosos, franco-argilo-limosos e franco-argilo-arenosos.

Quadro 3.2 – Parâmetros e características dos ninhos de cada espécie de abelha. A classificação de textura do solo teve base na análise mecânica adotada pelo departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (Costa, 1975). *Espécie cleptoparasítica.

Parâmetro	<i>Andrena agilissima</i>	<i>Andrena thoracica</i>	<i>Anthophora affinis</i>	<i>Anthophora fulvitaris</i>	<i>Anthophora plumipes</i>	<i>Eucera notata</i>	<i>Halictus scabiosae</i>	<i>Hoplitis bisulca</i>	<i>Hoplitis zaianorum</i>	<i>Lasioglossum malachurum</i>	<i>Sphecodes monilicornis*</i>	<i>Tetraloniella iberica</i>
Diâmetro da entrada (mm) ($\bar{X} \pm SE$; N=número de exemplares)	8,16; 1	6,8; 1	-	9,75 \pm 0,37; 3	10,2; 1	6,63 \pm 0,16; 8	3,67 \pm 0,24; 5	4,42 \pm 0,24; 4	4,22 \pm 0,17; 8	2,06 \pm 0,03; 23	2,72; 1	3,4; 1
Declive do local												
Horizontal						x	x	x	x	x	x	x
Inclinado						x				x		
Vertical	x	x	x	x	x	x		x		x		
Orientação do ninho												
N		x			x		-		-	x	-	-
NE	x		x	x			-	x	-		-	-
E							-		-	x	-	-
SE							-		-	x	-	-
S							-		-	x	-	-
SO						x	-		-	x	-	-
O						x	-		-	x	-	-
NO						x	-		-	x	-	-
Textura do solo												
Arenoso	x											
Arenoso-franco		x										
Franco						x				x		
Franco-arenoso			x	x	x	x		x	x	x	x	x
Franco-limoso							x					
Franco-argiloso										x		
Franco-argilo-limoso										x		
Franco-argilo-arenoso										x		

3.2. Ninhos artificiais

3.2.1 Espécies capturadas

Até Junho de 2015, apenas algumas das canas colonizadas retiradas dos ninhos artificiais resultaram em emergências. A partir dos exemplares emergidos, identificaram-se duas espécies, *Osmia bicornis* (L.) e *Osmia caerulescens* (L.). Para além dos exemplares pertencentes a estas duas espécies, emergiram mais abelhas cuja identificação foi feita apenas até ao nível do género, i.e. *Osmia*, assim como algumas vespas. Para uma identificação até à espécie será necessário recorrer à ajuda de especialistas estrangeiros (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 - Informação relativa às espécies que emergiram dos ninhos artificiais. Os códigos das parcelas têm as seguintes correspondências: B – Barbastel, BO1 – Bobadela 1, BO2 – Bobadela 2, CC – Casal Capitão, CM – Casal do Mosqueiro, CN – Casal da Niqueira, CR1 – Casal Romeirão 1, CR2 – Casal Romeirão 2, F – Freiria, L – Lages, QC – Quinta do Castelo, QI – Quinta do Infesto, QNE – Quinta Nova da Ermegeira, QU – Quinta do Ulmeiro.

Género/Espécie	Nº de canas colonizadas	Nº de exemplares emergidos	Género	Parcela	Estatuto de conservação (Nieto et al. 2015)
<i>Osmia bicornis</i> (L.)	37	107	♀ + ♂	B, QC, QI, QU	Pouco preocupante
<i>Osmia caerulescens</i> (L.)	20	57	♀ + ♂	B, CM, CR2, QC, QI, QNE	Pouco preocupante
<i>Osmia</i>	3	3	♀ + ♂	QC, QI	-

3.2.2. Taxas de ocupação

Foram determinadas as taxas de ocupação das duas espécies identificadas (*O. bicornis* e *O. caerulescens*), dos exemplares que foram apenas identificados até ao género *Osmia*, das vespas, assim como dos exemplares não emergidos.

Verificou-se que embora *O. caerulescens* tenha sido identificada em mais parcelas que *O. bicornis* (6 e 4, respectivamente), a espécie que apresentou a maior taxa de ocupação numa parcela foi *O. bicornis* na parcela Quinta do Infesto (9,68%). Para além disto, quer os exemplares que foram apenas identificados até ao género *Osmia*, quer as vespas, foram apenas encontrados em duas parcelas cada, com taxas de ocupação relativamente baixas (Quadro 3.4).

Quadro 3.4 – Representação das taxas de ocupação de cada tipo de abelha identificado, em cada parcela estudada.
*Taxa de ocupação das abelhas apenas identificadas até ao género (*Osmia*).

Parcela	Total (%)	<i>Osmia</i> sp. (%)*	<i>O. caerulea</i> (%)	<i>O. bicornis</i> (%)	Vespas (%)	Não emergidos (%)
Quinta do Castelo	15,9	0,3	0,7	0,7	0	14,2
Quinta do Ulmeiro	5,6	0	0	0,3	0	5,3
Casal do Romeirão	1,5	0	0	0	0	1,5
Barbastel	11,2	0	1,6	0,3	0	9,3
Lages	1,9	0	0	0	0,3	1,6
Quinta Nova da Ermegeira	2,2	0	0,3	0	0,3	1,6
Casal do Mosqueiro	13,4	0	0,3	0	0	13,1
Casal da Niqueira	0,7	0	0	0	0	0,7
Casal Romeirão 2	8,4	0	0,3	0	0	8,1
Casal Capitão	0,3	0	0	0	0	0,3
Quinta do Infesto	32	0,6	2,9	9,7	0	18,8

3.2.3. Características de nidificação

Foram avaliadas duas características de nidificação, nomeadamente o tipo de reservas alimentares e o tipo de material utilizado na individualização das células. As duas espécies identificadas mostraram resultados constantes em ambos os aspetos, com *O. bicornis* a apresentar células individualizadas com lama e reservas alimentar de pólen (Fig. 3.54), e *O. caerulea* a apresentar células individualizadas com material vegetal e reservas alimentares, aparentemente, constituídas por uma mistura de pólen e néctar (Fig. 3.55). Para além disto, verificou-se que também as vespas individualizavam as células com lama.



Figura 3.54 – Exemplo de duas canas colonizadas por *O. bicornis*, onde se pode ver o tipo de reservas alimentares (pólen) e o tipo de material de individualização das células (lama) utilizados por esta espécie. Fotos da autoria de Catarina Reis.

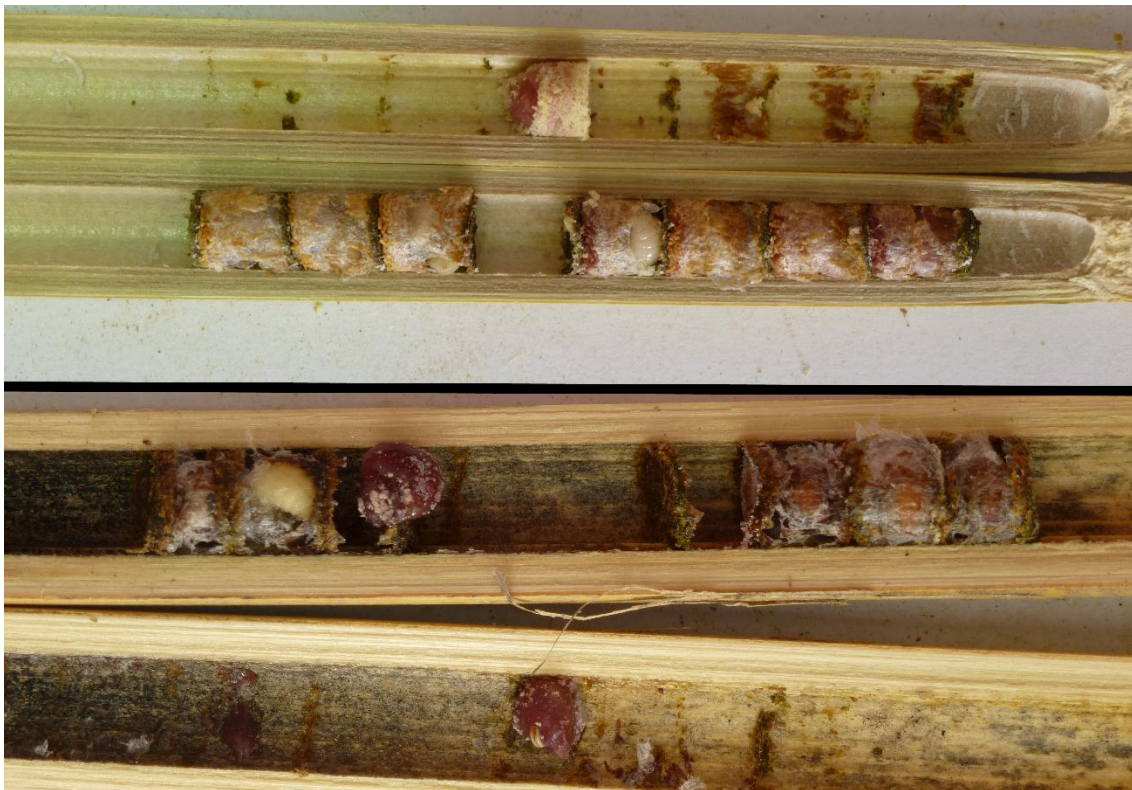


Figura 3.55 – Exemplo de canas colonizadas por *O. caerulescens* onde se pode verificar o tipo de reservas alimentares (aparentemente, mistura de pólen e néctar) e o tipo de material de individualização das células (material vegetal) utilizados por esta espécie. Fotos da autoria de Catarina Reis.

4. Discussão

4.1. Abelhas que nidificam no solo

4.1.1. Espécies capturadas

Foram capturadas doze espécies de abelhas que nidificam no solo. Embora para algumas das espécies o número de ninhos encontrados tenha sido razoável (3 de *A. fulvitaris*, 8 de *E. notata*, 4 de *H. bisulca*, 8 de *H. zaianorum* e 5 de *H. scabiosae*), para outras apenas se descobriu 1 ninho, nomeadamente *A. thoracica*, *A. agilissima*, *A. plumipes* e *T. iberica*. Além das espécies previamente referidas, houve uma (*L. malacharum*) para a qual se amostrou grande número de ninhos (i.e., 23), distribuídos por, praticamente, todas as parcelas estudadas. Estes números influenciarão a discussão dos resultados, na medida em que para as espécies em que se capturaram menos indivíduos ou se amostraram menos ninhos, existe maior probabilidade de os resultados não serem representativos das suas preferências ou características efetivas. Não se considerou, na discussão, ninhos para duas das espécies, *A. affinis* e *S. monilicornis*. Isto porque não se encontrou o ninho específico de *A. affinis*, apenas um local com uma agregação de ninhos junto ao qual o único indivíduo foi encontrado morto, e porque a espécie *S. monilicornis* é cleptoparasítica, o que significa que o ninho onde esta espécie foi encontrada corresponde ao ninho da espécie hospedeira, possivelmente *L. malacharum*, por ser um dos hospedeiros principais, por esta espécie ter sido dominante na parcela onde *S. monilicornis* foi capturada (Quinta do Infesto) e por o valor de diâmetro desse ninho ser próximo dos verificados para *L. malacharum* (Quadro 3.2, Bogusch et al. 2006).

4.1.2. Organização social

Verificaram-se vários tipos aparentes de organização social nas espécies capturadas. Algumas das espécies parecem ser solitárias, outras apresentaram organização social aparentemente mais complexa, podendo variar entre comunal e eusocial. De ter em conta, também, que apesar de a generalidade das espécies apresentar organização social específica, estas podem mostrar diferentes tipos de organização social, dependendo das condições presentes. Exemplo disso são casos em que existe elevada densidade de ninhos de espécies usualmente solitárias, que pode levar à conexão subterrânea entre as várias entradas e à cooperação entre fêmeas (Boesi et al. 2009, Danforth 1989, Eickwort et al. 1996, Potts & Willmer 1997).

Foi capturado/observado apenas um indivíduo nos ninhos encontrados das espécies *A. thoracica*, *A. fulvitaris*, *A. plumipes*, *E. notata*, *H. bisulca*, *H. zaianorum* e *T. iberica*, o que sugere uma organização social solitária. No entanto, os ninhos de algumas destas espécies, incluindo *A. fulvitaris*, *A. plumipes*, *E. notata*, *H. bisulca* e *H. zaianorum*, foram

encontrados em agregações de ninhos de indivíduos, aparentemente, da mesma espécie. Este comportamento pode-se dever a várias razões, nomeadamente uma preferência dessas espécies em nidificar em agregações, embora sejam essencialmente solitárias, desencadeada por limitações na disponibilidade de substrato adequado, ou por apresentarem filopatria, ou como esforço e/ou adaptação contra parasitas, ou por se tratarem de espécies que, pelo menos nas condições presentes, apresentam organização social mais complexa, o que implicaria conectividade subterrânea entre os vários ninhos (Cane 1991, Potts & Willmer 1997, Yanega 1990). No entanto, o facto de apenas se ter visto atividade de um indivíduo por ninho torna a última hipótese improvável. Por outro lado, as espécies *A. agilissima*, *H. scabiosae* e *L. malacharum* aparentaram possuir uma organização social mais complexa, devido à observação de atividade elevada, por parte de vários indivíduos, em entrada e saída de cada um dos ninhos, para recolha e retorno de reservas alimentares. Para além da elevada atividade verificada, as espécies *H. scabiosae* e *L. malacharum* nidificaram, também, em agregações, que no caso de *L. malacharum* podiam chegar até às várias dezenas de ninhos. Isto sugere uma possível conectividade entre as várias entradas e uma organização social mais elevada, que pode variar entre comunal e eusocial, cuja verificação estaria dependente de métodos mais invasivos que permitam estudar a morfologia interna dos ninhos, assim como o comportamento dos indivíduos no seu interior.

A bibliografia estudada sugere que todas as espécies estudadas do género *Andrena* são solitárias, com exceção de *A. agilissima*, que é classificada como comunal. Embora *A. thoracica* não tenha sido uma das espécies alvo de estudo na bibliografia revista, essa informação está de acordo com os resultados obtidos durante o presente trabalho, onde *A. thoracica* aparentou ser solitária e *A. agilissima* parece ter organização social mais complexa (Anexo 2).

Dos trabalhos revistos, apenas um teve como alvo de estudo uma espécie do género *Anthophora* (Danforth 1989), i.e. *A. peritomae* Cockerell, e sugere que a espécie é comunal. No entanto, as espécies deste género capturadas durante o presente trabalho, i.e. *A. fulvitaris* e *A. plumipes*, parecem ser solitárias. Esta distinção pode-se dever a várias razões, nomeadamente à possibilidade de existir conectividade entre os ninhos de cada agregação encontrada, tratando-se, por isso, de espécies com uma organização social mais complexa, ou ao facto de as espécies capturadas no presente trabalho possuírem organização social distinta das espécies que foram alvo de estudo nos trabalhos revistos (Anexo 2).

No conjunto dos trabalhos revistos com informação sobre a organização social, foram estudadas oito espécies diferentes de abelhas do género *Lasioglossum*. Quatro dessas espécies foram classificadas como solitárias, enquanto a organização social das outras

quatro espécies pareceu mais complexa, variando entre comunal e eusocial. Relativamente à única espécie deste género que foi capturada no presente trabalho, a bibliografia revista é unânime em afirmar que *L. malacharum* é primitivamente eusocial, o que está de acordo com os resultados por nós obtidos, onde se verificou atividade muito intensa por parte de vários indivíduos à entrada dos ninhos, assim como agregações de várias dezenas de ninhos. Além disso, observou-se que alguns indivíduos faziam o papel de guarda à entrada dos ninhos, cobrindo-a, e permitindo a entrada aos indivíduos que regressavam da recolha de alimento. Este comportamento poderá corresponder a uma adaptação por parte desta espécie para impedir a entrada de parasitas/predadores nos seus ninhos e sugere uma divisão de tarefas, o que apenas é verificado em espécies com organização social igual ou superior a semisocial (Quadro 1.1, Anexo 2).

A única espécie pertencente ao género *Halictus* que foi estudada na bibliografia revista com informação relativa a este parâmetro, foi *H. rubicundus* (Christ). Estes trabalhos sugerem que esta espécie é capaz de expressar organização social solitária e primitivamente eusocial, dependendo das características e condições presentes. Esta característica permite-lhe colonizar habitats mais diversificados (Eickwort et al. 1996, Potts & Willmer 1997). Embora a espécie deste género que foi capturada durante o presente trabalho seja diferente (*H. scabiosae*), os resultados obtidos estão de acordo com esta informação, onde se verificou aparente organização social elevada, com entrada e saída de vários indivíduos dos mesmos ninhos, assim como atividade significativa à entrada destes (Anexo 2).

A bibliografia revista não inclui informação sobre as restantes espécies por nós capturadas (*E. notata*, *H. bisulca*, *H. zaiianorum*, *T. iberica*).

4.1.3. Distribuição espacial dos ninhos

Foi definida a distribuição espacial dos ninhos de cada espécie, em cada parcela dos concelhos de Mafra e Torres Vedras, através dos pontos de GPS recolhidos.

Para várias das espécies descobriu-se apenas um ninho em determinada parcela, nomeadamente *A. agilissima*, *A. thoracica*, *A. plumipes* e *T. iberica* (Fig. 3.5, 3.9, 3.18, 3.53). Outras espécies mostraram pequenas agregações de ninhos, nomeadamente *A. fulvitaris*, *H. scabiosae* e *H. bisulca* (Fig. 3.14, 3.25, 3.29). Apenas *L. malacharum* apresentou agregações de grandes dimensões, muitas vezes de várias dezenas de ninhos (Fig. 3.37 a 3.47).

Como referido em 4.1.2., é relativamente seguro assumir que as espécies para as quais a distribuição espacial dos ninhos inclui apenas um ninho possuem comportamento

social solitário. No entanto, há que ter em conta que espécies para as quais se detetou apenas um ninho, em determinado local, podem ainda ser de organização social mais complexa, dependendo da existência de outros ninhos, não encontrados, nas proximidades, ou dependendo, principalmente, da atividade e número de indivíduos observados a utilizar o ninho (i.e. *A. agilissima*, para a qual apenas se encontrou um ninho na parcela Casal do Mosqueiro, mas que apresentou elevada atividade de indivíduos em constante entrada e saída do ninho).

Os casos em que a distribuição espacial dos ninhos de determinada espécie, em determinada parcela, representa uma ou várias agregações de ninhos, podem-se incluir várias situações, como descrito em 4.1.2. A primeira suposição é a espécie ser solitária e nidificar em agregações, por limitações na disponibilidade de substrato adequado para nidificação, por apresentar comportamento filopátrico ou por se tratar de uma adaptação contra parasitas. Outra alternativa é a possibilidade de essa espécie ter organização social mais complexa, entre comunal e eusocial, o que implicaria conexão subterrânea entre ninhos.

4.1.4. Cobertura vegetal

Como se pode verificar nas figuras relativas ao habitat de cada espécie capturada (ver 3.1.2.), todas as espécies aparentaram ter preferência por nidificar em locais com baixa cobertura vegetal. Mesmo quando o talude ou a clareira possuía cobertura vegetal considerável, os ninhos restringiram-se às superfícies de solo com menor ou nenhuma vegetação, o que sugere uma seleção preferencial destas condições por parte das fêmeas. A bibliografia revista está de acordo com estas observações, uma vez que as espécies que aparentemente preferem locais com nenhuma ou baixa cobertura vegetal para nidificar são dominantes. É, pois, seguro assumir que a baixa cobertura vegetal é um fator primário na escolha de locais de nidificação para este tipo de abelhas (Anexos 2, 7).

4.1.5. Morfologia externa do ninho

Relativamente à morfologia externa do ninho, tiveram-se em conta vários aspetos, nomeadamente a presença de montículos a rodear a entrada dos ninhos, a presença de torreões (estruturas cilíndricas de lama seca) à entrada dos ninhos e se a entrada dos ninhos estava coberta por algum tipo de estrutura, como vegetação ou pedras. De ter em conta que a formação de montículos só é possível em solo horizontal, através da acumulação de solo escavado à volta da entrada dos ninhos.

A bibliografia revista sugere que a grande maioria das espécies apresenta montículos de terra à entrada dos seus ninhos, enquanto muito poucas espécies apresentaram outro

tipo de estruturas, como torreões de lama. Além disso, verificou-se aparente preferência por ninhos com as entradas descobertas, o que suporta a informação recolhida acerca da preferência das espécies em termos de cobertura vegetal e exposição solar (Anexos 2, 7). Quanto aos resultados do presente trabalho, (ver 3.1.2.), não se verificou a presença de montículos à entrada dos ninhos em tantas espécies como era esperado (apenas *L. malacharum*). No entanto, muitos dos ninhos das espécies que não apresentaram montículos (*A. agilissima*, *A. thoracica*, *A. affinis*, *A. fulvitaris*, *A. plumipes* e *H. bisulca*), encontravam-se em superfícies verticais, que não permitem a formação destas estruturas e, em algumas das espécies, (*A. agilissima*, *A. thoracica* e *H. scabiosae*), a acumulação de terra escavada nas proximidades da entrada dos ninhos era visível, embora não formasse montículos. No entanto, num pequeno número de espécies (*H. bisulca*, *H. zaiianorum* e *T. iberica*) não se verificou acumulação de terra escavada em solo horizontal, o que se poderá dever ao método de construção e escavação dos ninhos, ao tipo de constituição do solo, ou ao facto de a terra escavada ter sido movimentada das proximidades da entrada do ninho, por fatores como o vento ou a movimentação de veículos ou animais. Uma das espécies capturadas (*E. notata*) apresentou torreões de lama à entrada dos seus ninhos.

As espécies do género *Andrena* capturadas no presente trabalho, i.e. *A. agilissima* e *A. thoracica*, não apresentaram montículos à entrada dos ninhos, nem torreões de lama. Para além disso, as entradas encontravam-se descobertas. No entanto, é de notar que estes ninhos se encontravam em superfícies verticais e que era visível a acumulação de terra escavada nas proximidades da entrada dos ninhos, que, em terreno horizontal, poderia traduzir-se na presença de montículos (Fig. 3.4, 3.8). Embora nenhuma destas espécies tenha sido alvo de estudo nos trabalhos revistos, praticamente todos os trabalhos que estudaram espécies do género *Andrena* sugerem que estas espécies formam montículos, o que confirma a possibilidade sugerida anteriormente para ambas as espécies. Quanto à obstrução da entrada dos ninhos, a bibliografia não refere praticamente nenhuma informação para este género (Anexo 2).

Lasioglossum malacharum apresentou montículos em praticamente todos os ninhos encontrados em superfícies horizontais (Fig. 3.34, 3.35). No entanto, verificou-se que esta espécie também constrói ninhos sem montículos, em superfícies horizontais, e, em alguns casos, na proximidade de ninhos com montículos (Fig. 3.36). Adicionalmente, *L. malacharum* mostrou as entradas dos ninhos sempre descobertas. Embora a bibliografia revista, com informação sobre a morfologia externa dos ninhos, não tenha tido como alvo de estudo a espécie *L. malacharum*, outras espécies pertencentes a este género foram estudadas, nomeadamente *L. aeneiventre* e *L. figueresi*. Os ninhos de *L. aeneiventre* apresentaram presença de montículos, enquanto os de *L. figueresi* tinham torreões de lama, verificando-se, claramente, algumas distinções neste aspeto, dentro do género *Lasioglossum*. No entanto, o elevado número de ninhos encontrados para

esta espécie sugerem que a presença de montículos é uma característica inerente a esta espécie. Os trabalhos revistos não incluem informação sobre a obstrução da entrada dos ninhos para espécies pertencentes a este género (Anexo 2).

Nenhuma das restantes espécies (*A. affinis*, *A. fulvitaris*, *A. plumipes*, *E. notata*, *H. bisulca*, *H. zaianorum* e *T. iberica*), ou espécies que partilhassem o género com estas, foram alvo de estudo pelos trabalhos revistos, pelo que não foi possível confrontar os resultados obtidos para estas espécies com espécies que partilhassem o género com elas. *Eucera notata* foi a única espécie que apresentou torreões de lama à entrada de todos os ninhos encontrados (Fig. 3.21), o que sugere que se trata de uma característica inerente à espécie ou ao género. Esta estrutura poderá servir o propósito de dificultar a entrada a parasitas e, também, funcionar como ponto de referência, facilitando a localização do ninho por parte das fêmeas. As espécies do género *Anthophora* não apresentaram presença de montículos, mas os seus ninhos foram encontrados em superfícies verticais (Fig. 3.13, 3.17, Anexos 2, 7). As espécies do género *Hoplitis* capturadas durante o presente trabalho, i.e. *H. bisulca* e *H. zaianorum*, aparentam construir ninhos sem qualquer acumulação de terra escavada à entrada, o que não corresponde à informação recolhida para a generalidade das abelhas que nidificam no solo. Esta característica foi constante para o número considerável de ninhos encontrados para estas espécies, sugerindo que se poderá tratar de uma característica inerente às espécies ou ao género. Além disso, estas espécies apresentaram entradas dos ninhos descobertas (Fig. 3.28, 3.31, Anexos 2, 7). O único ninho descoberto de *T. iberica* localizava-se em terreno horizontal e não apresentou montículo, torreão ou acumulação de terra escavada à entrada (Fig. 3.52). Tendo em conta que este resultado não corresponde ao esperado para a generalidade destas abelhas (Anexos 2, 7), e que é baseado em apenas uma amostra, serão necessários mais trabalhos que analisem a morfologia externa dos ninhos, de forma a entender se os resultados obtidos para esta espécie, e para as restantes espécies cujos resultados não foram confrontados, são representativos dos seus hábitos.

4.1.6. Declive

O declive da superfície de nidificação das espécies capturadas durante o presente trabalho, variou entre as três classes definidas: horizontal, inclinado e vertical. No entanto, verificou-se uma aparente preferência pelos declives horizontal e vertical (Quadro 3.2). Quanto à bibliografia revista, o conjunto das espécies alvo de estudo também não apresentou preferências aparentes em relação a este parâmetro (Anexos 2, 7). Estas informações sugerem que o declive poder-se-à tratar de uma característica secundária na escolha de locais de nidificação.

Todos os ninhos das duas espécies capturadas do género *Andrena* (*A. agilissima* e *A. thoracica*) foram encontrados, exclusivamente, em declives verticais. No entanto, as espécies deste género que foram alvo de estudo nos trabalhos revistos na bibliografia, não apresentaram informação tão consistente, tendo-se verificado a presença de ninhos em declives verticais, inclinados e horizontais. Uma dessas espécies era *A. agilissima* que apresentou declives inclinados e verticais. Esta diferença de resultados poder-se-á dever ao facto de os dois únicos ninhos descobertos para espécies do género *Andrena* não serem representativos, relativamente ao declive da superfície de nidificação, sendo necessário maior número de amostras (Quadro 3.2, Anexo 2).

Halictus scabiosae foi a única espécie do género capturada durante o presente trabalho. Os ninhos descobertos desta espécie localizavam-se todos na mesma superfície de nidificação de declive horizontal. A bibliografia revista teve como alvo de estudo quatro espécies do género *Halictus*, i.e. *H. confusus* Smith, *H. ligatus* Say, *H. quadricinctus* (Fabricius) e *H. rubicundus* (Christ), cujos declives variaram entre horizontal, inclinado e vertical. O facto de os únicos ninhos de *H. scabiosae* terem sido encontrados no mesmo local, poderá comprometer a possibilidade de serem representativos das preferências desta espécie, sendo necessárias mais amostras para avaliar a sua representatividade (Quadro 3.2, Anexo 2).

No presente trabalho, apenas se observaram ninhos de uma espécie do género *Lasioglossum*, i.e. *L. malacharum*, tendo estes sido encontrados em todos os tipos de declive (horizontal, inclinado e vertical). Na bibliografia revista foram estudadas sete espécies deste género, incluindo *L. malacharum*. Embora a informação bibliográfica relativa a *L. malacharum* sugira apenas o declive horizontal, tanto os resultados do presente trabalho, apoiados por grande número de amostras, como o conjunto da informação relativa às espécies pertencentes ao género *Lasioglossum*, para o qual se verificou todos os tipos de declive, sugerem que as espécies deste género conseguem nidificar nos três tipos de declives (Quadro 3.2, Anexo 2).

Os trabalhos revistos não estudaram nenhuma espécie dos géneros *Anthophora*, *Eucera*, *Hoplitis* e *Tetraloniella*, pelo que não houve forma de confrontar os resultados obtidos para as restantes espécies capturadas no presente trabalho (*A. plumipes*, *A. fulvitaris*, *A. affinis*, *E. notata*, *H. bisulca*, *H. zaianorum* e *T. iberica*). No entanto, os resultados do presente trabalho sugerem aparente preferência por declives verticais, por parte das espécies do género *Anthophora*, embora estes resultados se baseiem em apenas um local de nidificação para cada espécie, pelo que poderão não ser representativos. A espécie *E. notata* mostrou capacidade em nidificar nos três tipos de declive, mas *H. zaianorum* e *T. iberica* foram apenas encontradas a nidificar em superfícies de declive horizontal, mas, mais uma vez, estes resultados correspondem a apenas um ninho ou a um conjunto de ninhos localizados num mesmo local, pelo que poderão não ser

representativos. Os ninhos de *H. bisulca* foram encontrados em dois locais, tendo apresentado um tipo de declive diferente em cada local, vertical e horizontal (Quadro 3.2, Anexo 2).

4.1.7. Orientação

Para algumas das espécies (*A. thoracica*, *A. agilissima*, *A. plumipes*, *A. fulvitaris*, *A. affinis*), apenas se descobriu um ninho ou um conjunto de ninhos no mesmo local e com a mesma orientação, informação que, por isso, pode não ser representativa das respectivas preferências dessas espécies relativamente a este parâmetro. Para além dessas espécies, outras duas mostraram ser relativamente flexíveis a nível de orientação (*E. notata* e *L. malacharum*). Os ninhos das espécies *H. zaianorum*, *T. iberica* e *H. scabiosae*, foram apenas encontrados em locais com declives horizontais, pelo que não possuem informação associada, em termos de orientação. *H. bisulca* apresentou ninhos num local de declive horizontal (sem orientação associada) e noutra orientado a Nordeste (Quadro 3.2). Já os trabalhos revistos sugerem que as abelhas que nidificam no solo apresentam, em geral, flexibilidade relativamente à orientação das superfícies de nidificação. Com exceção da orientação Sudeste, para a qual não houve registos, foram verificados ninhos localizados em superfícies com todas as orientações, apresentando aparente preferência pelo Nordeste, Norte e Noroeste (Anexos 2, 7). De ter em conta que tanto o presente trabalho, como os estudos consultados na bibliografia, foram realizados no hemisfério Norte, onde uma superfície orientada a Sul, Sudeste e Sudoeste, está exposta a mais luz solar que uma superfície orientada a Norte, Nordeste e Noroeste, e, assumindo que estas abelhas dão preferência a solos com maior exposição solar, seria de esperar que os resultados refletissem essa preferência. No entanto, embora isso se tenha, parcialmente, verificado para a informação bibliográfica, o mesmo não se pode dizer para os resultados do presente trabalho, onde os ninhos virados mais a Norte estiveram relativamente bem representados (Quadro 3.2, Anexos 2, 7).

No conjunto dos trabalhos revistos, duas espécies do género *Andrena* foram alvo de estudo, i.e. *A. agilissima* e *A. parathoracica* Hirashima. Apenas a orientação Sudoeste foi referenciada para estas duas espécies, o que não está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, onde se registaram as orientações Norte e Nordeste para as espécies *A. thoracica* e *A. agilissima*, respetivamente (Quadro 3.2, Anexo 2).

Da bibliografia revista, recolheu-se informação sobre três espécies do género *Lasioglossum*, nomeadamente *L. aeneiventre* (Friese), *L. figueresi* Wcislo e *L. zephyrum* (Smith). Esta informação não sugere uma preferência específica do género em termos de orientação, com os resultados dispersos por quatro orientações diferentes, nomeadamente Norte, Este, Sul e Oeste. Embora *L. malacharum* não tenha sido uma

das espécies alvo de estudo nos trabalhos revistos, os resultados obtidos para esta espécie, no presente trabalho, estão de acordo com a informação bibliográfica, na medida em que esta espécie se mostrou extremamente flexível ao nidificar em locais com orientação Norte, Este, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste, o que parece sugerir que a orientação não se trata de um fator primário na escolha de locais de nidificação para esta espécie, especialmente tendo em conta o número de ninhos amostrados da mesma (Quadro 3.2, Anexo 2).

Os trabalhos revistos não estudaram as espécies *A. plumipes*, *A. fulvitaris*, *A. affinis*, *E. notata* e *H. bisulca*, ou espécies dos mesmos géneros, pelo que não foi possível confrontar os resultados ao nível dos géneros, ou até das espécies. Os resultados obtidos para as espécies do género *Anthophora*, *A. plumipes*, *A. fulvitaris*, *A. affinis*, sugeriram, ao contrário do esperado, uma possível preferência em nidificar em superfícies orientadas a Norte ou Nordeste. Os ninhos de cada uma dessas espécies foram apenas encontrados em um único local. *Eucera notata* pareceu mais flexível no que toca à orientação dos seus ninhos, apresentando três orientações distintas, nomeadamente Sudoeste, Oeste, Noroeste. Relativamente a *H. bisulca*, os ninhos que não se localizavam em declive horizontal estavam orientados a Nordeste, no entanto estes resultados correspondem a ninhos localizados num mesmo local (Quadro 3.2, Anexos 2, 7).

Como se verificou um padrão para a generalidade dos resultados considerados, do presente trabalho e dos trabalhos revistos, sugere-se uma discussão geral relativa a esta característica. Em suma, e como já foi referido, seria de esperar que os resultados do presente trabalho, assim como os resultados dos trabalhos revistos, refletissem a preferência destas abelhas por maior exposição solar, como sugere a sua preferência por locais com baixa cobertura vegetal, nidificando em superfícies mais orientadas a Sul. No entanto, embora essa preferência se tenha verificado, parcialmente, nos resultados dos trabalhos revistos, o mesmo não se pode dizer para os resultados do presente trabalho. Esta falta de resultados consensuais relativamente à maximização da exposição solar pode-se dever a várias razões, nomeadamente o facto de o baixo número de amostras (diferentes ninhos e diferentes superfícies de nidificação), seja no presente trabalho ou no conjunto da bibliografia revista, poder não representar corretamente as preferências de determinada espécie ou género relativamente a esta característica, o facto de a orientação da superfície de nidificação poder não ser uma característica importante ou primária na seleção de locais de nidificação, ou até a possibilidade de em determinadas condições, como a altura de Primavera-Verão em Portugal, a exposição solar nas superfícies orientadas a Sul ser excessiva em termos de redução da humidade no solo, necessária à manutenção da sua estrutura, em particular em solos de textura arenosa. Para além de não se ter verificado uma predominância de orientações mais viradas a Sul, verificou-se que estas abelhas têm a capacidade de

nidificar em todas as orientações, o que também pode ser explicado pelas razões referidas anteriormente, especialmente pela possibilidade de a orientação da superfície de nidificação não se tratar de uma característica importante e primária na seleção de locais de nidificação.

4.1.8. Diâmetro da entrada dos ninhos

As entradas dos ninhos de algumas das espécies capturadas no presente trabalho apresentaram diâmetros relativamente constantes, o que permite estimar, com alguma segurança, o diâmetro médio real da entrada dos ninhos dessas espécies. No entanto, para outras espécies foi encontrado apenas um ninho, o que não permite realizar estas estimativas. O diâmetro da entrada dos ninhos não só está relacionado com o tamanho e largura dos indivíduos, como se assume que seja o fator primário que o influencia, embora se considere que a textura e constituição dos solos também afetará esta característica dos ninhos (Quadro 3.2).

Assume-se resultados mais representativos dos hábitos das espécies para as quais se obtiveram mais amostras e menor erro padrão, i.e. *L. malacharum*, *H. zaianorum*, *E. notata*, *H. bisulca* e *A. fulvitaris*, por ordem decrescente (Quadro 3.2).

Nenhuma das espécies capturadas foi alvo de estudo na bibliografia revista, pelo que não foi possível confrontar os resultados obtidos. No entanto, alguns dos trabalhos revistos estudaram espécies que partilham o género com algumas das espécies capturadas, permitindo a comparação dos resultados obtidos com os mínimos e máximos, obtidos da bibliografia, para cada género (Quadro 4.1, Anexo 4).

Quadro 4.1 – Valores mínimos e máximos de diâmetro de entrada dos ninhos dos géneros Andrena e Lasioglossum, recolhidos da bibliografia revista. Foi ainda incluído o valor mínimo e máximo do conjunto de todas as espécies estudadas na bibliografia (Geral).

Género (N = nº de espécies estudadas pela bibliografia)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro máximo (mm)
<i>Andrena</i> N = 11	3,5	9
<i>Lasioglossum</i> N = 1	4,1	6
Geral N = 29	1,8	9

As espécies do género *Andrena* capturadas durante o presente trabalho, *A. agilissima* e *A. thoracica*, apresentaram diâmetros de entrada dos seus ninhos de 8,16 mm e 6,8 mm, respetivamente. Estes valores estão incluídos no intervalo de diâmetros atribuídos a este género pela bibliografia (3,5 mm a 9 mm), o que sugere que são resultados esperados para este género e possivelmente representativos dos hábitos destas espécies (Quadro 4.1, Anexo 4).

A espécie *L. malacharum* apresentou um diâmetro médio da entrada dos ninhos de 2,06 mm durante as medições realizadas no presente trabalho. Este valor está abaixo do mínimo de 4,1 mm definido pela bibliografia estudada, no entanto o intervalo definido para este género pela bibliografia tem base em apenas uma espécie deste género (*L. figueresi*) pelo que este intervalo poderá não ser representativo das tendências deste género (Quadro 4.1, Anexo 4).

A bibliografia revista não estudou nenhuma espécie do mesmo género das espécies restantes (*A. fulvitaris*, *A. plumipes*, *E. notata*, *H. scabiosae*, *H. bisulca*, *H. zaianorum* e *T. iberica*). No entanto, os diâmetros médios de *E. notata*, *H. scabiosae*, *H. bisulca*, *H. zaianorum* e *T. iberica* estão incluídos no intervalo de diâmetros definido pela totalidade das espécies estudadas na bibliografia (1,8 mm a 9 mm). As únicas duas espécies capturadas que não cumpriram este intervalo pertencem ao género *Anthophora*, *A. fulvitaris* e *A. plumipes*. Embora estas considerações não sejam suficientes para aferir sobre a representatividade dos resultados em termos de cada espécie ou género, o facto de os valores de todas as espécies capturadas, exceto de duas pertencentes a um mesmo género, estarem incluídos no intervalo definido pela bibliografia para a generalidade das abelhas que nidificam no solo, sugere que existe a possibilidade de estes resultados serem representativos das espécies ou géneros (Quadro 4.1).

4.1.9. Textura do solo

Os resultados obtidos sugerem que a maioria das espécies estudadas dão preferência a locais com solo de textura franco-arenosa, para estabelecerem os seus ninhos. A bibliografia estudada sugere que a maioria das espécies dá preferência a solos arenosos, argilosos ou franco-arenosos, estando, parcialmente, de acordo com os resultados obtidos (Quadro 3.2, Anexos 2, 7).

Os solos onde se encontraram os ninhos das duas espécies do género *Andrena*, *A. agilissima* e *A. thoracica*, eram de textura arenosa e arenoso-franca, respetivamente. Embora os trabalhos revistos na bibliografia não tenham estudado nenhuma destas duas espécies, analisaram outras espécies pertencentes a este género, tendo verificado que o tipo de solo mais utilizado para nidificar, por estas espécies, foi o arenoso. Estes resultados estão, de certa forma, de acordo com a informação por nós obtida, sugerindo que as espécies deste género dão preferência a solos mais arenosos para nidificar (Quadro 3.2, Anexo 2).

Os ninhos das espécies capturadas do género *Anthophora*, i.e. *A. affinis*, *A. fulvitaris* e *A. plumipes*, foram encontrados em solos de textura franco-arenosa. Embora nenhum trabalho da bibliografia revista tenha estudado estas espécies, outras espécies do

género foram alvo de estudo. Estes trabalhos sugerem que a textura de solo que estas espécies mais utilizam para nidificar é a arenosa, seguida da franco-argilo-arenosa. Estes resultados não foram os mesmos que os obtidos no presente trabalho, no entanto esta distinção poder-se-á dever ao facto de os ninhos encontrados para cada uma destas espécies se terem encontrado no mesmo local, podendo, por isso, não ser representativos das suas preferências quanto à textura do solo, ou ao facto de existir preferências distintas entre espécies do mesmo género (Quadro 3.2, Anexo 2).

Os ninhos de *H. scabiosae* observados no presente trabalho encontravam-se em solo de textura franco-limosa. As espécies estudadas na bibliografia do género *Halictus*, i.e. *H. ligatus* e *H. rubicundus*, nidificaram em solos arenoso-francos e franco-arenosos. *Halictus rubicundus* nidificou, também, em solos arenosos. Esta distinção entre os resultados do presente trabalho e a informação recolhida da bibliografia pode-se dever ao facto de todos os ninhos de *H. scabiosae* se terem localizado na mesma área, podendo, por isso, não ser representativos das suas preferências, ou pelas espécies apresentarem preferências distintas entre espécies do mesmo género (Quadro 3.2, Anexo 2).

Lasioglossum malacharum foi, mais uma vez, a espécie que apresentou maior flexibilidade no que diz respeito às suas preferências ou necessidades relativas à textura do solo. Nidificou em solos francos, franco-arenosos, franco-argilosos, franco-argilo-limosos e franco-argilo-arenosos. A bibliografia revista, além de ter estudado esta espécie, teve outras espécies deste género como alvo de estudo, nomeadamente *L. cinctipes* (Provancher), *L. laevissimum* (Smith) e *L. sisymbrii* (Cockerell). O conjunto das espécies pertencentes a este género mostrou, também, resultados bastante diversificados, verificando-se as texturas arenosa, limosa, argilosa, franca, franco-limosa e franco-arenos, enquanto as texturas observadas para *L. malacharum*, nos trabalhos revistos, foram a arenosa, a limosa e a argilosa. Embora na bibliografia se verifique a flexibilidade desta espécie quanto à sua preferência relativamente a este parâmetro, não foram estas as texturas observadas no presente trabalho. Estes resultados sugerem, acima de tudo, que este género, e especialmente *L. malacharum*, aparenta ser pouco seletivo no que toca à textura dos solos para nidificação (Quadro 3.2, Anexo 2).

Nenhuma das espécies restantes (*E. notata*, *H. bisulca*, *H. zaiianorum*, *T. iberica*), ou espécies que partilhassem o género com elas, foi alvo de estudo na bibliografia revista. No entanto, todas estas espécies nidificaram em solos franco-arenosos, o que está de acordo com os resultados gerais observados na bibliografia. *Eucera notata* foi ainda encontrada em solos francos (Quadro 3.2, Anexo 2). No entanto, há que ter em conta que a informação para cada uma destas espécies é proveniente de um pequeno número de amostras, o que pode fazer com que não sejam representativos das suas preferências.

4.2. Ninhos artificiais

4.2.1. Espécies capturadas

Dos exemplares emergidos das canas colonizadas recolhidas dos ninhos artificiais, foram identificadas apenas duas espécies, *O. bicornis* e *O. caerulescens*.

Em estudos realizados em anos anteriores, nas mesmas parcelas dos concelhos de Mafra e Torres Vedras, para além destas duas espécies, foi identificada *Megachile versicolor* (Smith) (Catarina Reis, dados não publicados). A emergência de exemplares pertencentes a apenas duas espécies deverá estar associada ao facto de, até Junho de 2015, não se ter verificado emergências na maioria das canas colonizadas recolhidas. Esta elevada percentagem de não emergências pode-se dever a várias razões, como o facto de diferentes espécies apresentarem intervalos de emergência distintos, a possibilidade da abertura das canas (para verificação do tipo de material de individualização das células e tipo de reservas alimentares) poder ter danificado a estrutura interna do ninho ou até as próprias larvas, à possibilidade de falhanço por parte das progenitoras em garantir todas as condições necessárias para o correto desenvolvimento das larvas, a presença de parasitas, fungos ou doenças, entre outros.

4.2.2. Taxas de ocupação

Embora a colonização dos ninhos artificiais por *O. caerulescens* tenha ocorrido em maior número de parcelas, em comparação com *O. bicornis* (6 e 4, respetivamente) (Quadro 3.4), verificou-se um maior número de canas colonizadas, assim como uma maior taxa de colonização média no caso de *O. bicornis* (Quadro 4.2). Estes resultados podem-se dever a várias razões como a possibilidade de não se terem obtido resultados suficientes que representem corretamente a capacidade real de cada uma destas espécies em nidificar em ninhos artificiais, ou até a possibilidade de apresentarem capacidades semelhantes mas de os resultados serem influenciados pelas diversas variáveis diferentes entre parcelas.

Quadro 4.2 – Informação relativa ao total de canas colonizadas assim como à taxa de colonização média, por parcela, para as espécies *Osmia bicornis* e *Osmia caerulescens*.

Parâmetro	<i>O. bicornis</i>	<i>O. caerulescens</i>
Total de canas colonizadas	37	20
Taxa de ocupação média (%)	0,9	0,5

Estudos efetuados nas mesmas parcelas dos concelhos de Mafra e Torres Vedras, em 2013, apresentaram valores médios de taxa de ocupação total por parcela, de média de canas colonizadas por parcela e de total de canas colonizadas menores que o presente

estudo (Catarina Reis, dados não publicados, Quadro 4.3). Tendo em conta que a metodologia não se alterou significativamente de um ano para o outro, esta diferença de resultados poder-se-à dever a várias razões como a possibilidade de a diferença entre estes resultados ser consequência de uma variabilidade normal destas populações entre anos, a possibilidade de os resultados serem representativos de uma alteração que ocorreu na população destas abelhas, de um ano para o seguinte, ou até uma possível melhoria no manuseamento dos ninhos artificiais que resultou em melhores taxas de colonização.

Quadro 4.3 – Informação relativa ao total de canas colonizadas no conjunto de todas as parcelas, à média das taxas de ocupação por parcela e à média de canas colonizadas por parcela, em todas as parcelas que foram estudadas nos anos 2013 e 2014. As parcelas consideradas neste quadro foram Barbastel, Casal Capitão, Casal da Niqueira, Casal do Mosqueiro, Casal Romeirão 1, Casal Romeirão 2, Lages, Quinta do Castelo, Quinta do Infesto, Quinta do Ulmeiro e Quinta Nova da Ermegeira. Adaptado de Catarina Reis, dados não publicados.

Parâmetro	2013	2014
Total de canas colonizadas	201	300
Taxa média de ocupação por parcela (%)	5,6	8,5
Nº médio de canas colonizadas por parcela	18,3	27,3

4.2.3. Características de nidificação

Os resultados do presente trabalho sugerem que ambas as espécies identificadas possuem preferências e características de nidificação claras, no que diz respeito ao material utilizado na individualização das células e às reservas alimentares. *Osmia bicornis* apresentou pólen como reservas alimentares e lama como material de individualização das células, enquanto que *O. caerulescens* utilizou reservas alimentares que aparentam ser compostas por uma mistura de néctar e pólen, assim como material vegetal para a individualização das células. Estes resultados mostram que existe grande variabilidade no que diz respeito a estas características, mesmo entre espécies pertencentes ao mesmo género (Fig. 3.54, 3.55).

5. Considerações finais

Os resultados obtidos durante este trabalho sugerem que as abelhas que nidificam no solo dão preferência a locais com pouca cobertura vegetal para construir o seu ninho. Isto incluiu clareiras, estradas ou caminhos de terra batida com pouca perturbação por veículos ou animais, solo nu à beira de estradas e taludes ou encostas com solo exposto. Por esta razão assume-se que a cobertura vegetal se trata de um fator primário na seleção de locais de nidificação. A textura do solo pareceu, também, ter algum peso na seleção de locais de nidificação por parte das espécies. No entanto, estas abelhas não apresentaram preferências tão claras relativamente a outros fatores estudados, nomeadamente a orientação da superfície de nidificação e o declive da superfície de nidificação. Serão necessários mais estudos para entender se estes resultados se devem à falta de mais amostras de forma a ter resultados representativos das preferências destas abelhas, ou se estes fatores são, de facto, secundários na seleção de locais de nidificação.

Observações do exterior do ninho, assim como da atividade dos indivíduos podem dar sugestões quanto à organização social de determinada espécie. No entanto, de forma a saber com certeza qual a organização ou possíveis organizações sociais de cada espécie são necessários métodos mais invasivos de estudo da estrutura dos ninhos e da atividade interior, através, por exemplo, da escavação dos ninhos.

As abelhas que nidificam no solo apresentam variabilidade considerável no que diz respeito à organização social e à morfologia externa do ninho, dentro do mesmo género e, por vezes, dentro da mesma espécie.

Concluiu-se, durante o presente trabalho, que a utilização de ninhos artificiais é uma alternativa viável para o estabelecimento de populações de abelhas solitárias em culturas agrícolas, como é o caso da pêra Rocha. No entanto, de forma a melhor documentar as espécies com capacidade de utilizar os ninhos artificiais como alternativa de nidificação, é necessário um maior investimento temporal e material de forma a que se obtenham mais canas colonizadas, e de forma a que se disponibilize o tempo necessário para que todos os exemplares emirjam para, posteriormente, serem identificados.

Verificou-se, ainda, que estes ninhos artificiais constituem um ótimo sistema para estudo das características ecológicas e dos hábitos de nidificação das espécies que os colonizam, possibilitando a verificação do tipo de reservas alimentares, do tipo de material utilizado na construção dos ninhos e fornecendo, ainda, informação acerca dos hospedeiros vegetais que estas espécies utilizam para recolher alimento, através da realização de análises às próprias reservas alimentares (pólen e néctar).

6. Referências bibliográficas

Abrams J., and G. C. Eickwort 1981. Nest switching and guarding by the communal sweat bee *Agapostemon virescens* (Hymenoptera, Halictidae). *Insectes Sociaux* **28**(2):105-116.

Alcock J. 1999. The nesting behaviour of Dawson's burrowing bee, *Amegila dawsoni* (Hymenoptera: Anthophorini), and the production of offspring of different sizes. *Journal of Insect Behaviour* **12**(3):363-384.

Alexandre J., J. Soares, and A. Silva 2001. Capítulo I - A pera Rocha. Pages 27-42 in Soares, J., editors. *O Livro da Pêra Rocha: Contributo para uma produção integrada Volume I*. Associação Nacional de Produtores de Pêra 'Rocha', Cadaval.

Antonelli A., C. J. Dahlberg, K. H. I. Carlgren, and T. Appelqvist 2009. Pollination of the Lady's slipper orchid (*Cypripedium calceolus*) in Scandinavia - taxonomic and conservation aspects. *Nordic Journal of Botany* **27**:266-273.

Artz D. R., M. J. Allan, G. I. Wardell, and T. L. Pitts-Singer 2013. Nesting site density and distribution affect *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) reproductive success and almond yield in a commercial orchard. *Insect Conservation and Diversity* **6**:715-724.

Ascher, J. S. and J. Pickering 2015. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). Available from http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species (accessed January 2015).

Baldock D, and J. Smit, in press. A provisional list of the bees of Portugal.

Batra S. W. T. 1999. Biology of *Andrena (Scapteropsis) fenningeri* Viereck (Hymenoptera: Andrenidae), harbinger of spring. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* **101**:106-122.

Bendifallah L., K. Louadi, and S. Doumandji 2013. Bee fauna potential visitors of coriander flowers *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) in the Mitidja area (Algeria). *Journal of Apicultural Science* **57**(2): 59-70

Benedek P. 2008. Preliminary studies on propagating natural mason bee (mixed *Osmia cornuta* and *O. rufa*) populations in artificial nesting media at the site for fruit orchard pollination. *International Journal of Horticultural Science* **14**(1-2):95-101.

Biddinger D., J. Frazier, M. Frazier, E. Rajotte, L. R. Donovall, and T. Leslie. Solitary bees as alternative pollinators of Pennsylvania fruit crops. Penn State Department of Entomology. Pages 1-11.

Biesmeijer J. C., et al. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* **313**:351-354.

Bischoff I. 2003. Population dynamics of the solitary digger bee *Andrena vaga* Panzer (Hymenoptera, Andrenidae) studied using mark-recapture and nest counts. *Population Ecology* **45**:197-204.

Bischoff I., K. Feltgen, and D. Breckner 2003. Foraging strategy and pollen preferences of *Andrena vaga* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Hymenoptera Research* **12**:220-237.

Bischoff I., E. Eckelt, and M. Kuhlmann 2004. On the biology of the ivy-bee *Colletes hederæ* Schmidt & Westrich, 1993 (Hymenoptera, Apidae). *Bonn zoological Bulletin* **53**(1/2):27-36.

Boesi R., C. Polidori, and F. Andrietti 2009. Biology of *Lasioglossum (L.) majus* (Hymenoptera: Halictidae), a largely solitary sweat bee with behavioural adaptations to communality. *Journal of Ethology* **27**:361-367

Bommarco R., L. Marini, and B. E. Vaissière 2012. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. *Oecologia* DOI:10.1007/s00442-012-2271-6.

Bosch J., and W. P. Kemp 2001. How to manage the blue orchard bee as an orchard pollinator. Sustainable Agriculture Network handbook series book 5. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, Maryland.

Boulanger L. W., G. W. Wood, E. A. Osgood, and C. O. Dirks 1967. Native bees associated with the low-bush blueberry in Maine and eastern Canada. Technical bulletin 26. Maine Agricultural Experiment Station, New Brunswick, Maine.

Brunnert U., A. Kelber, and J. Zeil 1994. Ground-nesting bees determine the location of their nest relative to a landmark by other than angular size cues. *Journal of Comparative Physiology A* **175**:363-369.

Bugosch P., L. Kratochvíl and J. Straka 2006. Generalist cuckoo bees (Hymenoptera: Apoidea: Sphecodes) are species-specialist at the individual level. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **60**:422-429.

Cane J. H., and J. O. Tengo 1981. Pheromonal cues direct mate-seeking behaviour of male *Colletes cunicularius* (Hymenoptera: Colletidae). *Journal of Chemical Ecology* **7**(2):427-436.

Cane J. H. 1992. Soils of ground-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea): texture, moisture, cell depth and climate. *Journal of Kansas Entomological Society* **64**(4):406-413.

Cane J. H. 2008. A native ground-nesting bees (*Nomia melanderi*) sustainably managed to pollinate alfafa across na intensively agricultural landscape. *Apidologie* **39**:315-323.

Cane J. H., R. R. Snelling, and L. J. Kervin 1997. A new monolectic coastal bee, *Hesperapis oraria* Snelling and Stage (Hymenoptera: Melittidae), with a review of desert and neotropical disjunctives in the southeastern U.S.. *Journal of the Kansas Entomological Society* **69**(4):238-247.

Cerná K., M. Zemenová, L. Machácková, Z. Kolínová, and J. Straka 2013. Neighbourhood society: nesting dynamics, usurpations and social behaviour in solitary bees. *Public Library of Science* **8**(9):1-9.

Collins G. A., in press. Key to the genera of British bees.

Costa J. B. 1975. Caracterização e constituição do solo. Pages 45-88. Fundação Calouste Glubenkian, Lisboa, Portugal.

Crespi B. J., D. Yanega 1994. The definition of eusociality. *Behavioral Ecology* **6**(1):109-115.

Danforth B. N. 1989. Nesting behaviour of four species of *Perdita* (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* **62**(1):59-79.

Danforth B. N. 1990. Provisioning behaviour and the estimation of investment ratios in a solitary bee, *Calliopsis (Hypomacrotera) persimilis* (Cockerell) (Hymenoptera: Andrenidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **27**:159-168.

Danforth B. N. 1991. Female foraging and intranest behaviour of a communal bee, *Perdita portalis* (Hymenoptera: Andrenidae). *Entomological Society of America* **84**(5):537-548.

Donaldson J., I. Nanni, C. Zachariades, and J. Kemper 2002. Effects of habitat fragmentation on pollinator diversity and plant reproductive success in Renosterveld shrublands of South Africa. *Conservation Biology* **16**(5):1267-1276.

Eickwort G. C., J. M. Eickwort, J. Gordon, and M. A. Eickwort 1996. Solitary behaviour in a high-altitude population of the social sweat bee *Halictus rubicundus* (Hymenoptera: Halictidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **38**:227-233.

Fellendorf M., C. Mohra, and R. J. Paxton 2004. Devastating effects of river flooding to the ground-nesting bee. *Andrena vaga* (Hymenoptera: Andrenidae), and its associated fauna. *Journal of Insect Conservation* **8**:311-322.

Field J. 1996. Patterns of provisioning and iteroparity in a solitary halictine bee, *Lasioglossum (Evylaus) fratellum* (Perez), with notes on *L. (E.) calceatum* (Scop.) and *L. (E.) villosulum* (K.). *Insectes Sociaux* **43**:167-182.

Franzén M., and M. Larsson 2007. Pollen harvesting and reproductive rates in specialized solitary bees. *Annales Zoologici Fennici* **44**:405-414.

Free J. B., and I. H. Williams 1970. Preliminary investigations on the occupation of artificial nests by *Osmia rufa* L. (Hymenoptera, Megachilidae). *Journal of Applied Ecology* **7**:559-566.

Free J. B. 1970. *Insect pollination of Crops*. Academic press. London and New York.

Gallai N., J. Salles, J. Settele, and B. E. Vassière 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* **68**(3):810-821.

Chazoul J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology & Evolution* **20**(7):367-373.

Giles V., and J. S. Ascher 2006. A survey of the bees of the Black Rock Forest preserve, New York (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of Hymenoptera Research* **15**(2):208-231.

Giovanetti M., and E. Lasso 2005. Body size, loading capacity and rate of reproduction in the communal bee *Andrena agilissima* (Hymenoptera: Andrenidae). *Apidologie* **36**:439-447.

Giovanetti M., F. Andrietti, A. Martinoli, and F. Rigato 1999. Evidence of entrance sharing and subterranean connections in *Andrena agilissima* (Hymenoptera; Andrenidae). Journal of Insect Behaviour **12**(4):423-431.

Greenleaf S. S., and C. Kremen 2006. Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. Biological Conservation **133**:81-87.

Hirashima Y. 1962. Systematic and biological studies of the family Andrenidae of Japan (Hymenoptera, Apoidea). Journal of the Faculty of Agriculture **12**(1):1-20.

Hudewenz A., and A. Klein 2013. Competition between honey bees and wild bees and the role of nesting resources in a nature reserve. Journal of Insect Conservation **17**:1275-1283.

Inouye B. D. 2000. Use of visual and olfactory cues for individual nest role recognition by the solitary bee *Epicharis metatarsalis* (Apidae, Anthophorinae). Journal of Insect Behaviour **13**(2):231-238.

Kearns C. A., D. W. Inouye, and N. M. Waser 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics **29**:83-112.

Kevan, P. G., E. A. Clark, and V. G. Thomas. 1990. Insect pollinators and sustainable agriculture. American Journal of Alternative Agriculture **5**:13-22.

Klein A., I. Steffan-Dewenter, and T. Tscharntke 2003. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences **270**(1518): 955–961.

Kremen C., and T. Ricketts 2000. Global perspectives on pollination disruptions. Conservation Biology **14**(5):1226-1228.

Kremen C., N. M. Williams, and R. W. Thorp 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences **99**(26):16812–16816.

Kukuk P. F., and P. C. Decelles 1986. Behavioral evidence for population structure in *Lasioglossum (DiMictus) zephyrum* female dispersion patterns. Behavioral Ecology and Sociobiology **19**:233-239.

LaBerge W. E., and D. W. Ribble 1972. A revision of the bees of the genus *Andrena* of the Western hemisphere. Part V. Gonandrena, Geissandrena, Parandrena, Pelicandrena. Transactions of the American Entomological Society **98**(3):271-358.

LaBerge W. E., and R. W. Thorp 2005. A revision of the bees of the genus *Andrena* of the Western Hemisphere. Part XIV - Subgenus Onagrandrena. Illinois Natural History Survey Bulletins **37**(1):1-64.

Ladurner E., F. Santi, B. Maccagnani, and S. Maini 2002. Pollination of caged hybrid seed red rape with *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera Megachilidae and Apidae). Bulletin of Insectology **55**(1-2):9-11.

Ladurner E., L. Recla, M. Wolf, R. Zelger, and G. Burgio 2004. *Osmia cornuta* (Hymenoptera Megachilidae) densities required for apple pollination: a cage study. Journal of Apicultural Research **43**(3): 118–122.

Larsson M., and M. Franzén 2007. Critical resource levels of pollen for the declining bee *Andrena hattorfiana* (Hymenoptera, Andrenidae). Biological Conservation **134**:405-414.

Lye G. C., K. J. Park, J. M. Holland, and D. Goulson 2011. Assessing the efficacy of artificial domiciles for bumblebees. Journal for Nature Conservation **19**:154-160.

Maccagnani B., E. Ladurner, F. Santi, and G. Burgio 2003. *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set. Apidologie **34**:207-216.

Maccagnani B., G. Burgio, L. Z. Stanisavljevic, and S. Maini 2007. *Osmia cornuta* management in pear orchards. Bulletin of Insectology **60**(1):77-82.

Matsumura T. 1970. Nesting habits of three species of *Andrena* in Hokkaido (Hymenoptera, Apoidea). Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Series VI Zoology **17**:520-538.

McConnel-Garner J., and P. F. Kukuk 1997. Behavioral interactions of two solitary, halictine bees with comparisons among solitary, communal and eusocial species. Ethology **103**:19-32.

Michener C. D. 1969. Comparative social behavior of bees. Annual Review of Entomology **14**:299-342.

Michener C. D. 1974. The social behavior of the bees: a comparative study. Harvard University Press, Harvard, Massachusetts.

Miliczky E. R., D. F. Mayer, and J. D. Lunden 1990. Notes on the nesting biology of *Andrena (Melandrena) nivalis* Smith (Hymenoptera: Andrenidae). Journal of the Kansas Entomological Society **63**(1):166-174.

Minckley R. L., W. T. Wcislo, and D. Yanega 1994. Behavior and phenology of a specialist bee (*Dieunomia*) and sunflower (*Helianthus*) pollen availability. Ecology **75**(5):1406-1419.

Neff J. L., and B. N. Danforth 1991. The nesting and foraging behavior of *Perdita texana* (Cresson) (Hymenoptera: Andrenidae). Journal of the Kansas Entomological Society **64**(4):394-405.

Osgood E. A. 1972. Soil characteristics of nesting sites of native bees associated with the low-bush blueberry in Maine. Technical Bulletin 59. Life Sciences and Agriculture Experiment Station, Orono, Maine.

Paxton R. J., M. Giovanetti, F. Andrietti, E. Scamoni, and B. Scanni 2010. Mating in a communal bee, *Andrena agilissima* (Hymenoptera Andrenidae). Ethology Ecology & Evolution **11**:371-382.

Polidori C., B. Scanni, E. Scamoni, M. Giovanetti, F. Andrietti, and R. J. Paxton 2007. Satellite flies (*Leucophora personata*, Diptera: Anthomyiidae) and other dipteran parasites of the communal bee *Andrena agilissima* (Hymenoptera: Andrenidae) on the island of Elba, Italy. Journal of Natural History **39**(29):2745-2758.

Polidori C., A. Rubichi, V. Barbieri, L. Trombino, and M. Donegana 2010. Floral resources and nesting requirements of the ground-nesting social bee, *Lasioglossum malacharum* (Hymenoptera: Halictidae), in a mediterranean semiagrucultural landscape. Psyche DOI:10.1155/2010/851947.

Potts S. G., P. Willmer 1997. Abiotic and biotic factors influencing nest-site selection by *Halictus rubicundus*, a ground-nesting halictine bee. Ecological Entomology **22**:319-328.

Potts S. G., T. Petanidou, S. Roberts, C. O'Toole, A. Hulbert, and P. Willmer 2006. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. Biological Conservation **129**:519-529.

Price M. V., and N. M. Waser 1998. Effects of experimental warming on plant reproductive phenology in a subalpine meadow. *Ecology* **79**(4):1261-1271.

Rau P. 1929. The nesting habits of the burrowing bee, *Epinomia triangulifera* Vachal. *Psyche* **36**:243-248.

Reis C. A. F. 2011. Insectos polinizadores e seu efeito na produção de pereira 'Rocha' na região Oeste. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.

Rezkova K., M. Záková, Z. Záková, and J. Straka 2012. Analysis of nesting behavior based on daily observation of *Andrena vaga* (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of Insect Behavior* **25**:24-47.

Richards M. H., J. L. Vickruck, and S. M. Rehan 2010. Colony social organisation of *Halictus confusus* in southern Ontario, with comments on sociality in the subgenus *H. (Seladonia)*. *Journal of Hymenoptera Research* **19**(1):144-158.

Rodríguez-Velez B., and R. Ayala 2010. Historia natural de *Macrotera pipiyolin* (Hymenoptera: Andrenidae) en la estación de biología Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **81**:87-96.

Rooijackers E. F., M. J. Sommeijer 2009. Gender specific brood cells in the solitary bee *Colletes halophilus* (Hymenoptera; Colletidae). *Journal of Insect Behavior* **22**:492-500.

Roubik D. W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics, food and agriculture organization of the United Nations. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.

Rozen J. G. 1967. Review of the biology of panurgine bees, with observation on North American forms (Hymenoptera, Andrenidae). American Museum Novitates No.2297. American Museum of Natural History, New York, New York.

Rozen J. G. 2008. The solitary bee *Calliopsis zebrata*: biological and distributional notes and description of its larva (Hymenoptera: Andrenidae: Panurginae). American Museum Novitates No.3632. American Museum of National History, New York, New York.

Rozen J. G. 2013. Mature larvae of calliopsine bees: *Spinoliella*, *Callonychium*, and *Arhysosage* including biological notes, and a larval key to calliopsine genera (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae: Panurginae). American Museum Novitates No.3782. American Museum of Natural History, New York, New York.

Schiestl F. P., M. Ayasse 2000. Post-mating odor in females of the solitary bee, *Andrena nigroaenea* (Apoidea, Andrenidae), inhibits male mating behavior. Behavioral Ecology and Sociobiology **48**:303-307.

Schindwein C., and C. F. Martins 2000. Competition between the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae). Plant Systematics and Evolution **224**:183-194.

Schmid-Hempel P., and S. Durrer 1991. Parasites, Floral Resources and Reproduction in Natural Populations of Bumblebees. Oikos **62**(3):342-350.

Smith B. H., and M. Ayasse 1987. Kin-based male mating preferences in two species of halictine bee. Behavioral Ecology and Sociobiology **20**:313-318.

Smith B. H., R. G. Carlson, and J. Frazier 1985. Identification and bioassay of macrocyclic lactone sex pheromone of the halictine bee *Lasioglossum zephyrum*. Journal of Chemical Ecology **11**(10):1447-1456.

Steffan-Dewenter I. 2003. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. Conservation Biology **17**(4):1036-1044.

Steffan-Dewenter I., A. Klein, V. Gaebele, T. Alfert, and T. Tschardt 2006. Bee diversity and plant-pollinator interactions in fragmented landscapes. Pages 387-407 in N. M. Waser, and J. Ollerton, editors. Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Stephen W. P., G. E. Bohart, and P. F. Torchio 1969. The biology and external morphology of bees. Pages 1-140. Agricultural Experiment Station. Oregon State University, Corvallis, Oregon.

Straka J., K. Rezkova, J. Batelka, and L. Kratochvíl 2011. Early nest emergence of females parasitised by *Strepsiptera* in protandrous bees (Hymenoptera Andrenidae). Ethology Ecology & Evolution **23**:97-109.

Thorp R. W., and W. E. LaBerge 2005. A revision of the bees of the genus *Andrena* of the Western Hemisphere. Part XV - Subgenus *Hesperandrena*. Illinois Natural History Survey Bulletins **37**(2):65-94.

Tuell J. K., J. S. Ascher, and R. Isaacs 2009. Wild bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) of the Michigan highbush blueberry agroecosystem. Entomological Society of America **102**(2):275-287.

USDA, NRCS 2015. The PLANTS Database. National Plant Data Team, Greensboro, NC, USA. Available from <http://plants.usda.gov> (accessed January 2015).

Watanabe H. 1998. Soil excavation by the deutzia andrenid bee (*Andrena prostimias*) in a temple garden in Hyogo Prefecture, Japan. Applied Soil Ecology **9**:283-287.

Wcislo W. T. 1987. The role of learning in the mating biology of a sweat bee *Lasioglossum zephyrum* (Hymenoptera: Halictidae). Behavioral Ecology and Sociobiology **20**:179-185.

Wcislo W. T. 1992a. Nest localization and recognition in a solitary bee, *Lasioglossum (Dialictus) figueresi* Wcislo (Hymenoptera: Halictidae), in relation to sociality. Ethology **92**:108-123.

Wcislo W. T. 1992b. Attraction and learning in mate-finding by solitary bees, *Lasioglossum (Dialictus) figueresi* Wcislo and *Nomia triangulifera* Vachal (Hymenoptera: Halictidae). Behavioral Ecology and Sociobiology **31**:139-148.

Wcislo W. T., A. Willie, and E. Orozco 1993. Nesting biology of tropical solitary and social sweat bees, *Lasioglossum (Dialictus) figueresi* Wcislo and *L. (D.) aeneiventre* (Friese) (Hymenoptera: Halictidae). Insectes Sociaux **40**:21-40.

Weissel N., O. Mitesser, J. Liebig, H. Poethke, and E. Strohm 2006. The influence of soil temperature on the nesting cycle of the halictid bee *Lasioglossum malachurum*. Insectes Sociaux **53**:390-398.

Wertheim S. J., and H. Schmidt 2005. Flowering, pollination and fruit set. Pages 216-239 in J. Tromp, A. D. Webster, and S. J. Wertheim, editors. Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.

Westrich P. 1993. Habitat requirements of Central European bees and the problems of partial habitats. Pages 1-16 in A. Matheson, S. L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich, and I. Williams, editors. The conservation of bees. Linnean Society Symposium Series, No.11. Academic Press, London, UK.

Westwood M. N. 1978. Temperate-Zone Pomology. Timber press, Portland, Oregon.

Wille A. 1966. Notes on two species of ground nesting stingless bees (*Trigona mirandula* and *T. buchwaldi*) from the pacific rain forest of Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical* **14**(2):251-277.

Wilson E. O. 1972. The insect societies. *The Coleopterists Bulletin* **26**(4):205-207.

Wilson E. O. 1975. *Sociobiology: the new synthesis*. Pages 149-154. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Wuellner C. T. 1999a. Nest site preference and success in a gregarious, ground-nesting bee *Dieunomia triangulifera*. *Ecological Entomology* **24**:471-479.

Wuellner C. T. 1999b. Alternative reproductive strategies of a gregarious ground-nesting bee, *Dieunomia triangulifera* (Hymenoptera: Halictidae). *Journal of Insect Behavior* **12**(6):845-863.

Xie Z., J. Qiu, and X. Chen 2013. Decline of nest site availability and nest density of underground bees along a distance gradient from human settlements. *Entomological Science* **16**:170-178.

Yanega D. 1990. Philopatry and nest founding in a primitively social bee, *Halictus rubicundus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **27**:37-42.

7. Anexos

Anexo 1

Listagem de espécies estudadas nos trabalhos revistos, com codificação correspondente.

Espécie	Código
<i>Agapostemon virescens</i> (Fabricius)	1
<i>Amegilla dawsoni</i> (Rayment)	2
<i>Andrena agilissima</i> (Scopoli)	3
<i>Andrena alleghaniensis</i> Viereck	4
<i>Andrena bimaculata</i> (Kirby)	5
<i>Andrena boronensis</i> Linsley & MacSwain	6
<i>Andrena camellia</i> Wu	7
<i>Andrena carantonica</i> Pérez	8
<i>Andrena carlini</i> Cockerell	9
<i>Andrena carolina</i> Viereck	10
<i>Andrena chalybaea</i> Cresson	11
<i>Andrena cineraria</i> (L.)	12
<i>Andrena cinerea</i> Brullé	13
<i>Andrena clarkella</i> (Kirby)	14
<i>Andrena crataegi</i> Robertson	15
<i>Andrena denticulata</i> (Kirby)	16
<i>Andrena deserticola</i> Timberlake	17
<i>Andrena discors</i> Erichson	18
<i>Andrena erigeniae</i> Robertson	19
<i>Andrena erythrogaster</i> (Ashmead)	20
<i>Andrena erythronii</i> Robertson	21
<i>Andrena fenningeri</i> Viereck	22
<i>Andrena flavipes</i> Panzer	23
<i>Andrena fracta</i> Casad & Cockerell	24
<i>Andrena fucata</i> Smith	25
<i>Andrena fuscipes</i> (Kirby)	26
<i>Andrena haemorrhoea</i> (Fabricius)	27
<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius)	28
<i>Andrena haynesi</i> Viereck and Cockerell	29
<i>Andrena helvola</i> (L.)	30
<i>Andrena humilis</i> Imhoff	31
<i>Andrena japonica</i> (Smith)	32
<i>Andrena knuthi</i> Alfken	33
<i>Andrena lagopus</i> Latreille	34
<i>Andrena linsleyi</i> Timberlake	35
<i>Andrena marginata</i> Fabricius	36
<i>Andrena minutula</i> (Kirby)	37
<i>Andrena mojavensis</i> Linsley & MacSwain	38
<i>Andrena nigroaenea</i> (Kirby)	39
<i>Andrena nivalis</i> Smith	40
<i>Andrena nycthemera</i> Imhoff	41
<i>Andrena parathoracica</i> Hirashima	42

Espécie	Código
<i>Andrena polita</i> Smith	43
<i>Andrena praecox</i> (Scopoli)	44
<i>Andrena prostomias</i> Pérez	45
<i>Andrena prunorum</i> Cockerell	46
<i>Andrena raveni</i> Linsley & MacSwain	47
<i>Andrena regularis</i> Malloch	48
<i>Andrena rudbeckiae</i> Robertson	49
<i>Andrena strohmeilla</i> Illiger	50
<i>Andrena sublevigata</i> Hirashima	51
<i>Andrena thoracica</i> (Fabricius)	52
<i>Andrena tibialis</i> (Kirby)	53
<i>Andrena transbaicalica</i> Popov	54
<i>Andrena vaga</i> Panzer	55
<i>Andrena vicina</i> Smith	56
<i>Andrena violae</i> Robertson	57
<i>Andrena virescens</i> Morawitz	58
<i>Andrena watasei</i> Cockerell	59
<i>Anthophora abrupta</i> Say	60
<i>Anthophora bomboides</i> Kirby	61
<i>Anthophora edwardsii</i> Cresson	62
<i>Anthophora occidentalis</i> Cresson	63
<i>Anthophora peritomae</i> Cockerell	64
<i>Anthophora urbana</i> Cresson	65
<i>Anthophora walshii</i> Cresson	66
<i>Ashmeadiella meliloti</i> (Cockerell)	67
<i>Caenohalictus eberhardorum</i> Michener	68
<i>Calliopsis andreniformis</i> Smith	69
<i>Calliopsis anthidia</i> Fowler	70
<i>Calliopsis barbata</i> (Timberlake)	71
<i>Calliopsis crypta</i> Shinn	72
<i>Calliopsis edwardsii</i> Cresson	73
<i>Calliopsis filiorum</i> (Rozen)	74
<i>Calliopsis helianthi</i> (Swenk and Cockerell)	75
<i>Calliopsis larreae</i> (Timberlake)	76
<i>Calliopsis linsleyi</i> (Rozen)	77
<i>Calliopsis meliloti</i> Cockerell	78
<i>Calliopsis micheneri</i> (Rozen)	79
<i>Calliopsis persimilis</i> (Cockerell)	80
<i>Calliopsis rozeni</i> Shinn	81
<i>Calliopsis trifasciata</i> (Spinola)	82
<i>Calliopsis trifolii</i> (Timberlake)	83
<i>Calliopsis zebrata</i> Cresson	84
<i>Calliopsis zonalis</i> Cresson	85
<i>Callonychium flaviventre</i> (Friese)	86
<i>Camptopoeum friesei</i> Mocsáry	87
<i>Caupolicana yarrowi</i> (Cresson)	88
<i>Centris caesalpiniae</i> Cockerell	89

Espécie	Código
<i>Colletes cunicularius</i> (L.)	90
<i>Colletes halophilus</i> Verhoeff	91
<i>Colletes hederæ</i> Schmidt and Westrich	92
<i>Colletes succinctus</i> (L.)	93
<i>Colletes thoracicus</i> Smith	94
<i>Colletes validus</i> Cresson	95
<i>Dasygaster altercator</i> (Harris)	96
<i>Diadasia lutzi</i> Cockerell	97
<i>Diadasia ochracea</i> (Cockerell)	98
<i>Dieunomia nevadensis</i> (Cresson)	99
<i>Dieunomia triangulifera</i> (Vachal)	100
<i>Epicharis metatarsalis</i> Friese	101
<i>Habropoda laboriosa</i> (Fabricius)	102
<i>Halictus confusus</i> Smith	103
<i>Halictus ligatus</i> Say	104
<i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius)	105
<i>Halictus rubicundus</i> (Christ)	106
<i>Halictus tumulorum</i> (L.)	107
<i>Hesperapis carinata</i> Stevens	108
<i>Hesperapis oraria</i> Snelling and Stage	109
<i>Lasioglossum aeneiventre</i> (Friese)	110
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius)	111
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli)	112
<i>Lasioglossum cinctipes</i> (Provancher)	113
<i>Lasioglossum figueresi</i> Wcislo	114
<i>Lasioglossum fratellum</i> (Pérez)	115
<i>Lasioglossum fulvicorne</i> (Kirby)	116
<i>Lasioglossum laevissimum</i> (Smith)	117
<i>Lasioglossum limbellum</i> (Morawitz)	118
<i>Lasioglossum majus</i> (Nylander)	119
<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby)	120
<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius)	121
<i>Lasioglossum mutilum</i> (Vachal)	122
<i>Lasioglossum platycephalum</i> (Rayment)	123
<i>Lasioglossum quadrinotatum</i> (Kirby)	124
<i>Lasioglossum sisymbrii</i> (Cockerell)	125
<i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby)	126
<i>Lasioglossum zephyrum</i> (Smith)	127
<i>Liphanthus sabulosus</i> Reed	128
<i>Macropis nuda</i> (Provancher)	129
<i>Macrotera opuntiae</i> (Cockerell)	130
<i>Macrotera pipiyolin</i> (Snelling and Danforth)	131
<i>Macrotera portalis</i> (Timberlake)	132
<i>Macrotera texana</i> Cresson	133
<i>Megachile fortis</i> Cresson	134
<i>Melitturga clavicornis</i> (Latreille)	135
<i>Nomada panzeri</i> Lepeletier	136

Espécie	Código
<i>Nomia melanderi</i> Cockerell	137
<i>Panurginus crawfordi</i> Cockerell	138
<i>Panurginus labiatus</i> (Eversmann)	139
<i>Panurginus potentillae</i> (Crawford)	140
<i>Panurgus banksianus</i> (Kirby)	141
<i>Panurgus calcaratus</i> (Scopoli)	142
<i>Perdita albipennis</i> Cresson	143
<i>Perdita bradleyi</i> Viereck	144
<i>Perdita confusa</i> Timberlake	145
<i>Perdita coreopsidis</i> Cockerell	146
<i>Perdita difficilis</i> Timberlake	147
<i>Perdita halictoides</i> Smith	148
<i>Perdita lingualis</i> Cockerell	149
<i>Perdita luciae</i> Cockerell	150
<i>Perdita maculigera</i> Cockerell	151
<i>Perdita nuda</i> Cockerell	152
<i>Perdita octomaculata</i> (Say)	153
<i>Perdita sexmaculata</i> Cockerell	154
<i>Perdita zebrata</i> Cresson	155
<i>Protandrena bicolor</i> (Timberlake)	156
<i>Protoxaea gloriosa</i> (Fox)	157
<i>Psaenythia interrupta</i> Friese	158
<i>Pseudopanurgus aethiops</i> (Cresson)	159
<i>Pseudopanurgus boylei</i> (Cockerell)	160
<i>Pseudopanurgus fraterculus</i> (Cockerell)	161
<i>Ptiloglossa arizonensis</i> Timberlake	162
<i>Ptilothrix plumata</i> Smith	163
<i>Ptilothrix sumichrasti</i> (Cresson)	164
<i>Rhophitulus herbsti</i> (Friese)	165
<i>Spinoliella herbsti</i> (Friese)	166
<i>Spinoliella maculata</i> (Spinola)	167
<i>Tetragonisca buchwaldi</i> (Friese)	168
<i>Xenoglossa angustior</i> Cockerell	169

Anexo 2

Dados qualitativos relativos a características de nidificação de abelhas nidificantes no solo, recolhidos durante o esforço de revisão bibliográfica. Os níveis de Temperatura (elevada ou baixa) foram definidos pelos trabalhos revistos e consoante parâmetros por eles definidos. A cobertura vegetal foi considerada elevada para valores superiores a 50% e baixa para valores inferiores a 50% que não 0%. Os níveis de humidade do solo (seco ou húmido) foram definidos pelos trabalhos revistos e consoante parâmetros por eles definidos. Os níveis de textura do solo foram definidos pelos trabalhos revistos e consoante parâmetros por eles definidos, não especificando se adotaram a classificação utilizada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, ou a classificação de textura adaptada aos limites internacionais de frações granulométricas por M. Pereira Gomes e A. Antunes da Silva (Costa 1975). Os níveis de dureza do solo (elevada e baixa) foram definidos pelos trabalhos revistos e consoante parâmetros por eles definidos.

*Codificação atribuída às espécies com base no quadro de listagem de espécies estudadas nos trabalhos revistos, localizado no Anexo 1.

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo							Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências						
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo		Com montículo	Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta		
1																																							Abrams & Eickwort 1981, Danforth 1989, Cane 1991
2																					x																	Alcock 1999	
3								x			x																											Giovanetti et al. 1999, Giovanetti & Lasso 2005, Polidori et al. 2005, Paxton et al. 1999b, Westrich 1996	
4																																						Cane 1991, Batra 1999	
7																																						Xie et al. 2013	
12																																						Bischoff 2003	

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo										Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências				
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo	Com montículo	Com torreão	Entrada coberta		Entrada descoberta			
23	x										x			x			x																						Hudewenz & Klein 2013	
24																									x														Cane 1991	
26	x										x			x			x																					Hudewenz & Klein 2013		
28												x				x																			x			Larsson & Franzén 2007		
31											x	x																										Larsson & Franzén 2007, Franzén & Larsson 2007		
33											x	x				x	x																					Hirashima 1962		
35																																							Thorp & LaBerge 2005	
37																	x				x																		Straka et al. 2011	
39																			x																				Schiestl & Ayasee 2000	
40																				x		x						x											Miliczky et al. 1990	
42																				x																			Hirashima 1962	
45											x																		x											Watanabe 1998
46																				x																				Cane 1991

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo								Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências					
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo	Com montículo		Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta		
47																																							Thorp & LaBerge 2005
48																																							Cane 1991
50																	x				x																	Straka et al. 2011	
51																																						Matsumura 1970	
54																x		x			x																	Hirashima 1962	
55												x				x	x			x		x															Fellendorf et al. 2004, Bischoff et al. 2003, Rezkova et al. 2012, Straka et al. 2011, Bischoff 2003, Cemá et al. 2013		
58																																						Abrams & Eickwort 1981	
59													x																									Matsumura 1970	
60																																						Cane 1991	
61																																						Cane 1991	
62																					x																	Stephen et al. 1969	
63																					x																	Stephen et al. 1969	
64																																						Danforth 1989	

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo							Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referê					
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo		Com montículo	Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta	
65																					x																	Stephen et al. 1969
66																						x																Cane 1991
67																										x											Cane 1991	
68																																					Boesi et al. 2009	
69											x					x																		x	x	x	Rozen 1967	
72												x				x																					Rozen 1967	
73																																					Rozen 1967	
76																			x																		Rozen 1967	
77																																					Rozen 1967	
80																x																					Danforth 1990	
81												x				x												x									Rozen 1967	
82													x			x												x									Rozen 2013	
83																																					Rozen 1967	
84											x	x			x	x	x		x																		Rozen 2008	
86														x		x			x																		Rozen 2013	
87																		x																			Rozen 1967	
88																						x															Cane 1991	
89																										x											Cane 1991	
90																			x																		Cane & Tengo 1981, Bischoff et al. 2003, Cerná et al. 2013	
91																																					Rooijackers & Sommeijer 2009	

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo								Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências				
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo	Com montículo		Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta	
92							x					x					x	x		x																		Bischoff et al. 2005, Westrich 1996
93	x										x			x			x																					Hudewenz & Klein 2013
94																			x				x														Cane 1991	
96														x																							Brunnert et al. 1994, Brunnert et al. 1994, Cerná et al. 2013	
97																										x											Cane 1991	
98																									x												Cane 1991	
99																						x															Cane 1991	
100								x			x	x		x		x			x	x	x	x	x		x	x	x		x								Wuellner 1999a, Wuellner 1999b, Rau 1929, Minckley et al. 1994, Cane 1991	
101																																		x			Inouye 1999	
54																x	x				x							x									Hirashima 1962	
102																							x														Cane 1991	
103							x										x																				Richards et al. 2010	
104							x										x						x			x											Richards et al. 2010, Cane 1991	

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo								Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências				
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo	Com montículo		Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta	
105																		x																				Westrich 1996
106	x		x		x	x		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x				x						x	x								Potts & Willmer 1997, Yanega 1990, Eickwort et al. 1996, Field 1996, Polidori et al. 2010
108																			x																		Cane 1991	
109																			x																		Cane 1991	
110							x				x	x				x	x	x														x					Wcislo et al. 1993	
112											x							x																			Field 1996	
113																			x																		Cane 1991, Polidori et al. 2010	
114					x			x																										x			Wcislo 1992b, Boesi et al. 2009, Wcislo et al. 1993, Wcislo 1992a	
115											x							x																			Field 1996	
117																				x		x															Cane 1991, Polidori et al. 2010	
118																		x																			Westrich 1996	

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo								Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências				
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo	Com montículo		Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta	
120			x								x	x	x			x			x	x	x																	Brunnert et al. 1994, Polidori et al. 2010, Weisselet al. 2006
122																																						Boesi et al. 2009
123																																					Mcconnell-garner & Kukuk 1997	
125																				x					x												Cane 1991, Polidori et al. 2010	
127									x		x					x	x	x																			Wcislo 1987, Smith et al. 1985, Smith & Ayasee 1987, Kukuk & Decelles 1986	
126																																					Boesi et al. 2009	
128														x			x																				Rozen 1967, Rozen 2013	
129																										x											Cane 1991	
130																x																					Rozen 1967	
131											x	x										x		x	x												Rodriguez-Velez & Ayala 2010	
132											x										x																Danforth 1991	

Anexo 2 - Continuação

Espécie*	Temperatura		pH		Orientação						Cobertura vegetal			Humidade do solo		Declive			Textura do solo								Dureza do solo		Morfologia externa do ninho					Referências				
	Elevada	Baixa	Alcalino	Ácido	Norte	Nordeste	Este	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Nenhuma	Baixa	Elevada	Seco	Húmido	Horizontal	Inclinado	Vertical	Arenoso	Limoso	Argiloso	Franco	Arenoso-franco	Argilo-arenoso	Franco-limoso	Franco-arenoso	Franco-argiloso	Franco-argilo-arenoso	Elevada	Baixa	Sem montículo	Com montículo		Com torreão	Entrada coberta	Entrada descoberta	
163																																						Schindwein & Martins 2000
164																																						Cane 1991
165																																						Rozen 1967
166															x																							Rozen 2013
167												x																										Rozen 2013
168																																						Wille 1966
169																																						Cane 1991

Anexo 3

Dados relativos à organização social de espécies de abelhas nidificantes no solo, recolhidos durante o esforço de revisão bibliográfica. Os níveis de organização social apresentados foram definidos pelos trabalhos revistos e consoante parâmetros por eles definidos

Espécie	Solitário	Comunal	Semisocial	Primitivamente eusocial	Eusocial	Referência
<i>Agapostemon virescens</i>		x				Abrams & Eickwort 1981, Danforth 1989, Cane 1991
<i>Amegilla dawsoni</i>	x					Alcock 1999
<i>Andrena agilissima</i>	x	x				Giovanetti et al. 1999, Giovanetti & Lasso 2005, Polidori et al. 2005, Paxton et al. 1999b, Westrich 1996
<i>Andrena camellia</i>	x					Xie et al. 2013
<i>Andrena cineraria</i>	x					Bischoff 2003
<i>Andrena hattorfiana</i>	x					Larsson & Franzén 2007
<i>Andrena humilis</i>	x					Larsson & Franzén 2007, Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena nigroaenea</i>	x					Schiestl & Ayasee 2000
<i>Andrena nivalis</i>	x					Miliczky et al. 1990
<i>Andrena prostomias</i>	x					Watanabe 1998
<i>Andrena vaga</i>	x					Fellendorf et al. 2004, Bischoff et al. 2003, Rezkova et al. 2012, Bischoff 2003, Straka et al. 2011, Cerná et al. 2013
<i>Anthophora peritomae</i>		x				Danforth 1989
<i>Caenohalictus eberhardorum</i>		x				Boesi et al. 2009
<i>Calliopsis zebrata</i>	x					Rozen 2008
<i>Colletes cunicularius</i>	x					Cane & Tengo 1981, Bischoff et al. 2003, Cerná et al. 2013
<i>Colletes halophilus</i>	x					Rooijackers & Sommeijer 2009
<i>Dasypoda altercator</i>	x					Brunnert et al. 1994, Brunnert et al. 1994, Cerná et al. 2013

Anexo 3 – Continuação

Espécie	Solitário	Comunal	Semisocial	Primitivamente eusocial	Eusocial	Referência
<i>Dieunomia triangulifera</i>	x					Wuellner 1999a, Wuellner 1999b, Rau 1929, Minckley et al. 1994, Cane 1991
<i>Epicharis metatarsalis</i>	x					Inouye 1999
<i>Halictus rubicundus</i>	x			x		Potts & Willmer 1997, Yanega 1990, Eickwort et al. 1996, Field 1996, Polidori et al. 2010
<i>Lasioglossum aeneiventre</i>					x	Wcislo et al. 1993
<i>Lasioglossum figueresi</i>	x					Wcislo 1992b, Boesi et al. 2009, Wcislo et al. 1993, Wcislo 1992a
<i>Lasioglossum fratellum</i>	x					Field 1996
<i>Lasioglossum malachurum</i>				x		Brunnert et al. 1994, Polidori et al. 2010, Weissel et al. 2006
<i>Lasioglossum mutilum</i>	x		x		x	Boesi et al. 2009
<i>Lasioglossum platycephalum</i>	x					McConnell-garner & Kukuk 1997
<i>Lasioglossum zephyrum</i>				x		Wcislo 1987, Smith et al. 1985, Smith & Ayasee 1987, Kukuk & Decelles 1986
<i>Lasioglossum villosulum</i>		x				Boesi et al. 2009
<i>Macrotera pipiyolin</i>	x					Rodriguez-Velez & Ayala 2010
<i>Macrotera texana</i>	x					Neff & Danforth 1991
<i>Nomia melanderi</i>	x					Cane 1991, Cane 2008
<i>Perdita coreopsidis</i>	x	x				Danforth 1989, Cane 1991

Anexo 4

Dados quantitativos relativos a características de nidificação de abelhas nidificantes no solo, recolhidos na revisão bibliográfica. Disponibilidade de informação adicional como média, desvio padrão, erro padrão, etc, condicionada pela sua apresentação nos trabalhos revistos. *Codificação atribuída às espécies com base no quadro de listagem de espécies estudadas nos trabalhos revistos, localizado no Anexo 1.

Espécie*	Número células	Comprimento células (mm)	Diâmetro células (mm)	Profundidade das células (cm)	Profundidade ninhos (cm)	Diâmetro túnel principal /entrada dos ninhos (mm)	Comprimento túneis laterais (cm)	Diâmetro túneis laterais (mm)	Comprimento de estrutura externas (cm)	Diâmetro de estruturas externas (cm)	Referência
1	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
4	1 - 5 (\bar{X} = 1,5)	10 - 12,5 (\bar{X} = 11)	5 - 6 (\bar{X} = 5,5)	15; 13 - 26 (\bar{X} = 21,4)	16 - 25 (\bar{X} = 20,8)	4,5 - 5,5	1 - 6 (\bar{X} = 2,5)	3,5 - 5	Montículo: 0,5 - 1	Montículo: 2 - 5 (\bar{X} = 3,3)	Batra 1999, Cane 1991
6	-	-	-	-	36 - 47	7	12 - 20	-	-	-	LaBerge & Ribble 1972, Thorp & LaBerge 2005
7	-	-	-	-	-	-	-	-	Montículo: 1 - 3	Montículo: 3 - 5	Xie et al. 2013
17	-	-	-	-	60	6 - 7	-	-	-	-	Thorp & LaBerge 2005
24	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
28	12 (n = 5); 9	-	-	\bar{X} = 19,7 ± 0,5 SE, n = 10	17,1 ± 1,2 SE, n = 5	-	\bar{X} = 10,1 ± 0,77 SE, n = 9	-	-	-	Larsson & Franzén 2007
32	-	14 - 15	8 - 9	-	-	7	-	-	-	-	Hirashima 1962
33	-	10	6 - 6,5	-	15 - 30	3,5; 5	-	-	-	-	Hirashima 1962
38	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	Thorp & LaBerge 2005
40	-	-	-	-	14 - 25	6,5 - 8	8 - 10	-	Montículo: 2,5	Montículo: 3,5 - 7	Miliczky et al. 1990
42	-	15 - 16	9 - 10	-	-	8 - 9	-	-	-	-	Hirashima 1962
45	< 14 (\bar{X} = 8,6)	14,8	8,4	-	10,3	7,8 - 8,8	14,8	-	Montículo: 1 - 1,5	Montículo: 7 - 7,5	Watanabe 1998
46	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
48	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	Cane 1991

Anexo 4 - Continuação

Espécie*	Número células	Comprimento células (mm)	Diâmetro células (mm)	Profundidade das células (cm)	Profundidade ninhos (cm)	Diâmetro túnel principal /entrada dos ninhos (mm)	Comprimento túneis laterais (cm)	Diâmetro túneis laterais (mm)	Comprimento de estrutura externas (cm)	Diâmetro de estruturas externas (cm)	Referência
51	-	-	-	8 - 11 (\bar{X} = 9,7)	-	-	-	-	-	-	Matsumura 1970
54	-	-	-	60	-	8	-	-	-	-	Hirashima 1962
55	-	-	-	25 - 60; 20 - 70 (\bar{X} = 40)	-	-	-	-	-	-	Bischoff 2003, Bischoff 2003, Fellendorf et al. 2004
59	-	-	-	-	-	7	-	6	Montículo: 2	Montículo: > 5	Matsumura 1970
60	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
61	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
66	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
69	1	7 - 8 (n = 3)	4,5 - 5 (n = 3)	5 - 6 (n = 3)	-	3 - 3,5 (n = 3)	-	-	-	-	Rozen 1967
70	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
71	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
72	6	7 - 8 (n = 4)	5 (n = 5)	5 - 6,5 (n = 6)	-	3,5 (n = 1)	1,5	-	-	-	Rozen 1967
73	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
75	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
78	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
80	< 22	-	-	5 - 12	-	-	-	-	-	Montículo: 3 - 4	Danforth 1990
81	-	8 (n = 1)	5,5 - 6 (n = 6)	7 - 10 (n = 4)	-	3 (n = 1)	-	-	-	-	Rozen 1967
84	-	-	-	5,5 - 11	-	5,5	-	-	-	-	Rozen 2008

Anexo 4 - Continuação

Espécie*	Número células	Comprimento células (mm)	Diâmetro células (mm)	Profundidade das células (cm)	Profundidade ninhos (cm)	Diâmetro túnel principal /entrada dos ninhos (mm)	Comprimento túneis laterais (cm)	Diâmetro túneis laterais (mm)	Comprimento de estrutura externas (cm)	Diâmetro de estruturas externas (cm)	Referência
85	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
86	-	-	3 - 5	8	-	-	-	-	-	-	Rozen 2013
87	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
88	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
89	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
94	-	-	-	46; 20; 16	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
95	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	Boullanger 1967
97	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
98	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
99	-	-	-	49	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
100	-	-	-	69; 60; 30	60	-	-	-	-	-	Rau 1929, Cane 1991
101	1 - 2	-	-	9; 100	-	-	-	-	Torreão: 2 - 8	-	Schindwein & Martins 2000, Inouye 1999
102	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
104	-	-	-	44; 37	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
106	$\bar{X} = 8,6; \bar{X} = 5$	-	-	$\bar{X} = 4,9$	12	-	-	-	-	-	Potts & Willmer 1997
108	-	-	-	180	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
110	-	9 - 11	3 - 4	> 4; 12 - 20	10 - 18	-	-	-	-	-	Wcislo et al. 1993

Anexo 4 - Continuação

Espécie*	Número células	Comprimento células (mm)	Diâmetro células (mm)	Profundidade das células (cm)	Profundidade ninhos (cm)	Diâmetro túnel principal /entrada dos ninhos (mm)	Comprimento túneis laterais (cm)	Diâmetro túneis laterais (mm)	Comprimento de estrutura externas (cm)	Diâmetro de estruturas externas (cm)	Referência
113	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
114	-	9 - 13 (\bar{X} = 10,1 ± 0,49 SD, n = 10)	4 - 6,5	Primeiras células 2 - 11	< 24 (\bar{X} = 15,4 ± 1,33 SE; n = 12); < 24 (\bar{X} = 11,9 ± 1,53 SE; n = 12); < 24 (\bar{X} = 16,4 ± 1,5 SE; n = 12)	4,1 - 6 (n = 42)	Usualmente < 2 , raramente 2 - 10	-	Torreão: 0,4 - 2,8 (n = 42)	Torreão: 0,41 - 0,6 (n = 42)	Wcislo et al. 1993
117	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
119	1 - 6	-	-	Primeiras células 2 - 10	11 - 28 (\bar{X} = 17,79 ± 5,65 SD; n = 41)	-	\bar{X} = 2,07 ± 0,786 SD , n = 76	-	-	-	Boesi et al. 2009
125	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
129	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
130	215	-	-	7 - 10	-	-	-	-	-	-	Danforth 1989
131	-	9,9 - 10,4 (\bar{X} = 10,3 , n = 9)	5,2 - 6,3 (\bar{X} = 6 , n = 8); 4,5 - 5,2 (\bar{X} = 4,9 , n = 7)	-	4,6 - 12,9 (\bar{X} = 9,16; n = 12)	5 (n = 12)	-	-	Montículo: 1	Montículo: 5	Rodriguez-Velez & Ayala 2010
132	< 200	-	-	-	15	-	-	-	-	-	Danforth 1991
133	-	\bar{X} = 10,2; n = 6	\bar{X} = 5,8 , n = 8	Usualmente 4 - 13 , raramente 13 - 20	-	4,25 - 4,7	1,5 - 2	4,25 - 4,7	-	Montículo: 4 - 7,5	Neff & Danforth 1991
135	≥ 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
138	-	8	4,5	5	7	-	-	2,5	-	-	Hirashima 1962
139	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
140	-	5 (n = 3)	2,8 - 3,2 (n = 5)	4 - 7,5 (n = 11)	-	2 - 2,5 (n = 2)	2	-	-	-	Rozen 1967

Anexo 4 - Continuação


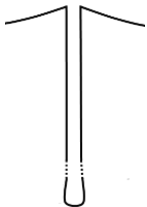
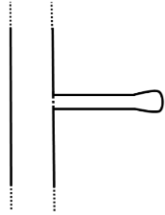
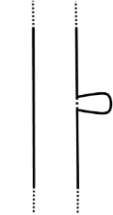
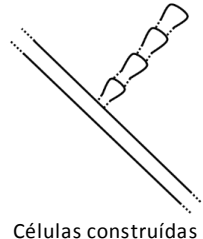
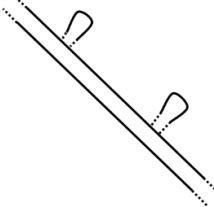
Espécie*	Número células	Comprimento células (mm)	Diâmetro células (mm)	Profundidade das células (cm)	Profundidade ninhos (cm)	Diâmetro túnel principal /entrada dos ninhos (mm)	Comprimento túneis laterais (cm)	Diâmetro túneis laterais (mm)	Comprimento de estrutura externas (cm)	Diâmetro de estruturas externas (cm)	Referência
141	1 - 2	-	-		-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
143	3 - 37	-	-	30 - 76 , maioria <60 (n = 4)	-	3,5 - 4,0	-	-	-	-	Danforth 1989
144	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
145	-	4 (n = 1)	2,3 (n = 1)	16 (n = 1)	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
146	1 - 34 (n = 14)	-	-	33; 18 - 65 , maioria <35	-	3,5 - 4,0	-	-	-	-	Cane 1991, Danforth 1989
147	1 - 20	-	-	10 - 30	-	2	1 - 6	-	-	-	Danforth 1989
148	1 - 34	-	-	17 - 30	-	-	-	-	-	-	Danforth 1989
149	68	-	-	15 - 85; 85	-	-	-	-	-	-	Danforth 1989, Rozen 1967
150	2 - 21 (\bar{X} = 12 ± 1,5 SE, n = 13)	-	-	7 - 17 (n = 152)	-	1,8 - 2,0	Usualmente 0,25 - 0,5 , raramente 0,5 - 2,5	-	-	-	Danforth 1989
151	1	-	-	5,5 - 30	-	-	-	-	-	-	Danforth 1989
152	1 - 8	-	-	15 - 78	-	-	-	-	-	-	Danforth 1989
153	1 - 5	-	-	21 - 88	-	-	-	-	-	-	Danforth 1989
154	-	5 - 6 (n = 5)	3,5 (n = 6)	4,8 - 8,3; 1,8 - 4,3 (n = 7)	-	2,5 (n = 1)	-	2	-	-	Rozen 1967, Danforth 1989
155	5 - 8	6 - 7 (n = 2)	4,5 - 5 (n = 2)	18	-	2,5 (n = 1)	-	-	-	-	Rozen 1967, Danforth 1989
156	-	9 (n = 1)	5,5 (n = 1)	14 (n = 2)	-	4 (n = 1)	-	-	-	-	Rozen 1967
157	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	Cane 1991

Anexo 4 - Continuação

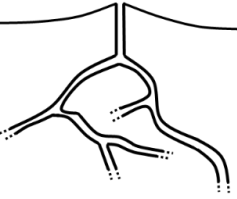
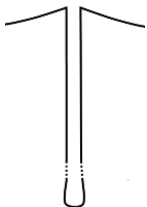
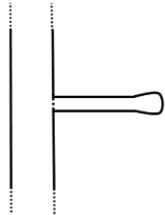
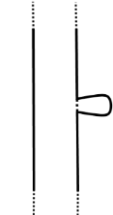
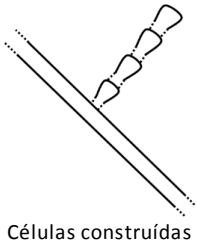
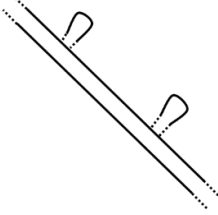
Espécie*	Número células	Comprimento células (mm)	Diâmetro células (mm)	Profundidade das células (cm)	Profundidade ninhos (cm)	Diâmetro túnel principal /entrada dos ninhos (mm)	Comprimento túneis laterais (cm)	Diâmetro túneis laterais (mm)	Comprimento de estrutura externas (cm)	Diâmetro de estruturas externas (cm)	Referência
159	-	9 - 10 (n=4)	6 - 6,5 (n=6)	9,5 - 20 (n=9)	-	5 (n=6)	-	-	-	-	Rozen 1967
160	-	7 - 8 (n=4)	4 - 5 (n=7)	6 - 32 (n=7)	-	3,5 - 4 (n=3)	3 - 5	-	-	-	Rozen 1967
161	-	7,5 (n=2)	5 (n=2)	8,5 (n=2)	-	4 (n=1)	1	-	-	-	Rozen 1967
162	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
163	1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Schindwein & Martins 2000
164	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	Cane 1991
165	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rozen 1967
169	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	Cane 1991

Anexo 5

Dados relativos a características estruturais internas de ninhos de abelhas nidificantes no solo, recolhidos durante o esforço de revisão bibliográfica.

Espécie	Estrutura interna do ninho						Referência
	 Túnel principal pode ser ramificado	 Túnel principal contínuo acabando numa célula	 Existência de túneis laterais a preceder as células	 Inexistência de túneis laterais a preceder as células	 Células construídas em sequência ou em agregado	 Células construídas individualmente	
<i>Agapostemon virescens</i>	x		x				Abrams & Eickwort 1981
<i>Amegilla dawsoni</i>							Alcock 1999
<i>Andrena agilissima</i>	x		x				Giovanetti et al. 1999
<i>Andrena alleghaniensis</i>			x				Batra 1999
<i>Andrena denticulata</i>	x		x			x	Matsumura 1970
<i>Andrena fenningeri</i>			x			x	Batra 1999
<i>Andrena hattorfiana</i>	x		x			x	Larsson & Franzén 2007
<i>Andrena japonica</i>		x		x			Hirashima 1962
<i>Andrena knuthi</i>		x		x		x	Hirashima 1962
<i>Andrena nivalis</i>		x		x		x	Miliczky et al. 1990
<i>Andrena parathoracica</i>		x		x		x	Hirashima 1962
<i>Andrena prostomias</i>	x						Watanabe 1998
<i>Andrena sublevigata</i>		x		x		x	Matsumura 1970
<i>Andrena vaga</i>			x				Bischoff 2003
<i>Andrena watasei</i>	x		x			x	Matsumura 1970
<i>Anthophora peritomae</i>					x		Danforth 1989
<i>Calliopsis crypta</i>			x			x	Rozen 1967
<i>Calliopsis helianthi</i>					x		Rozen 1967
<i>Calliopsis persimilis</i>		x	x		x	x	Danforth 1990
<i>Calliopsis rozeni</i>			x				Rozen 1967
<i>Calliopsis zebrata</i>			x			x	Rozen 2008
<i>Callonychium flaviventre</i>							Rozen 2013
<i>Colletes hederæ</i>				x	x		Bischoff et al. 2005
<i>Dieunomia triangulifera</i>			x				Wuellner 1999b, Rau 1929

Anexo 5 - Continuação

Espécie	Estrutura interna do ninho						Referência
	 Túnel principal pode ser ramificado	 Túnel principal contínuo acabando numa célula	 Existência de túneis laterais a preceder as células	 Inexistência de túneis laterais a preceder as células	 Células construídas em sequência ou em agregado	 Células construídas individualmente	
<i>Halictus rubicundus</i>			x				Potts & Willmer 1997
<i>Lasioglossum aeneiventre</i>	x			x		x	Wcislo et al. 1993
<i>Lasioglossum figueresi</i>				x		x	Wcislo et al. 1993
<i>Liphanthus sabulosus</i>					x		Rozen 1967
<i>Macrotera pipiyolin</i>		x		x		x	Rodriguez-Velez & Ayala 2010
<i>Macrotera texana</i>			x			x	Neff & Danforth 1991
<i>Panurginus potentillae</i>						x	Rozen 1967
<i>Perdita albipennis</i>			x			x	Danforth 1989
<i>Perdita coreopsidis</i>	x		x			x	Danforth 1989
<i>Perdita difficilis</i>	x		x			x	Danforth 1989
<i>Perdita luciae</i>		x	x			x	Danforth 1989
<i>Perdita portalis</i>	x		x			x	Danforth 1991
<i>Perdita sexmaculata</i>			x			x	Rozen 1967
<i>Perdita texana</i>	x		x			x	Neff & Danforth 1991
<i>Perdita zebrata</i>						x	Rozen 1967
<i>Ptilothrix plumata</i>		x		x			Schindwein & Martins 2000
<i>Spinoliella maculata</i>			x				Rozen 2013

Anexo 6

Dados relativos aos hóspedes vegetais de espécies de abelhas nidificantes no solo, recolhidos durante o esforço de revisão bibliográfica.

Espécie	Aceraceae	Apiaceae	Aquifoliaceae	Araliaceae	Asteraceae	Betulaceae	Brassicaceae	Cactaceae	Caprifoliaceae	Cistaceae	Convolvulaceae	Dipsacaceae	Ericaceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Fagaceae	Hydrangeaceae	Liliaceae	Malvaceae	Onagraceae	Orchidaceae	Papaveraceae	Polygonaceae	Portulacaceae	Rosaceae	Salicaceae	Solanaceae	Theaceae	Violaceae	Referência
<i>Andrena agilissima</i>							x																							Giovanetti & Lasso 2005, Franzén & Larsson 2007, Westrich 1996
<i>Andrena alleghaniensis</i>	x																													Batra 1999
<i>Andrena bimaculata</i>		x																												Bendifallah et al. 2013
<i>Andrena camellia</i>																											x			Xie et al. 2013
<i>Andrena carantonica</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Andrena carlini</i>													x																	Tuell et al. 2009
<i>Andrena carolina</i>													x																	Tuell et al. 2009
<i>Andrena chalybaea</i>																				x										Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena cineraria</i>		x																			x					x				Antonelli et al. 2009, Bischoff 2003
<i>Andrena cinerea</i>																														Bendifallah et al. 2013
<i>Andrena clarkella</i>																										x				Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena crataegi</i>																									x					Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena denticulata</i>					x																									Matsumura 1970
<i>Andrena discors</i>		x																												Bendifallah et al. 2013
<i>Andrena erigeniae</i>																								x						Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena erythrogaster</i>																										x				Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena erythronii</i>																	x													Franzén & Larsson 2007
<i>Andrena fenningeri</i>	x																								x	x				Batra 1999
<i>Andrena flavipes</i>		x											x																	Bendifallah et al. 2013, Hudewenz & Klein 2013
<i>Andrena fucata</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Andrena fuscipes</i>													x																	Hudewenz & Klein 2013, Franzén & Larsson 2007

Anexo 6 - Continuação

Espécie	Aceraceae	Apiaceae	Aquifoliaceae	Araliaceae	Asteraceae	Betulaceae	Brassicaceae	Cactaceae	Caprifoliaceae	Cistaceae	Convolvulaceae	Dipsacaceae	Ericaceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Fagaceae	Hydrangeaceae	Liliaceae	Malvaceae	Onagraceae	Orchidaceae	Papaveraceae	Polygonaceae	Portulacaceae	Rosaceae	Salicaceae	Solanaceae	Theaceae	Violaceae	Referência
<i>Andrena haemorrhoa</i>																					x								Antonelli et al. 2009, Antonelli et al. 2009	
<i>Andrena hattorfiana</i>											x																		Franzén & Larsson 2007, Larsson & Franzén 2007	
<i>Andrena haynesi</i>					x																								Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena helvola</i>																					x								Antonelli et al. 2009, Antonelli et al. 2009	
<i>Andrena humilis</i>					x																								Larsson & Franzén 2007, Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena japonica</i>		x																											Hirashima 1962	
<i>Andrena lagopus</i>		x																											Bendifallah et al. 2013	
<i>Andrena marginata</i>											x																		Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena nigroaenea</i>																					x								Antonelli et al. 2009, Antonelli et al. 2009	
<i>Andrena nivalis</i>	x				x																			x					Miliczky et al. 1990	
<i>Andrena nycthemera</i>																										x			Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena polita</i>					x																								Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena praecox</i>																					x								Antonelli et al. 2009	
<i>Andrena prostomias</i>																x													Watanabe 1998	
<i>Andrena regularis</i>												x																	Tuell et al. 2009	
<i>Andrena rudbeckiae</i>					x																								Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena thoracica</i>		x																											Bendifallah et al. 2013	
<i>Andrena tibialis</i>																					x								Antonelli et al. 2009	
<i>Andrena transbaicalica</i>							x																						Hirashima 1962	
<i>Andrena vaga</i>						x									x										x	x			Bischoff et al. 2003, Fellendorf et al. 2004, Bischoff 2003, Rezkova et al. 2012, Franzén & Larsson 2007	
<i>Andrena vicina</i>												x																	Tuell et al. 2009	
<i>Andrena violae</i>																											x		Giles & Ascher 2006	

Anexo 6 - Continuação

Espécie	Aceraceae	Apiaceae	Aquifoliaceae	Araliaceae	Asteraceae	Betulaceae	Brassicaceae	Cactaceae	Caprifoliaceae	Cistaceae	Convolvulaceae	Dipsacaceae	Ericaceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Fagaceae	Hydrangeaceae	Liliaceae	Malvaceae	Onagraceae	Orchidaceae	Papaveraceae	Polygonaceae	Portulacaceae	Rosaceae	Salicaceae	Solanaceae	Theaceae	Violaceae	Referência
<i>Calliopsis anthidia</i>															x															Rozen 2008
<i>Calliopsis filiorum</i>															x															Rozen 2008
<i>Calliopsis micheneri</i>															x															Rozen 2008
<i>Calliopsis persimilis</i>																										x				Danforth 1990
<i>Calliopsis zebrata</i>															x															Rozen 2008
<i>Colletes cunicularius</i>	x		x						x							x									x	x				Bischoff et al. 2003, Antonelli et al. 2009, Rooijakkers & Sommeijer 2009
<i>Colletes halophilus</i>					x																									Rooijakkers & Sommeijer 2009
<i>Colletes hederæ</i>				x																										Westrich 1996
<i>Colletes succinctus</i>													x																	Hudewenz & Klein 2013
<i>Colletes validus</i>													x																	Tuell et al. 2009
<i>Dieunomia triangulifera</i>					x																									Minckley et al. 1994
<i>Habropoda laboriosa</i>													x																	Tuell et al. 2009
<i>Halictus tumulorum</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Hesperapis oraria</i>					x																									Cane et al. 1997
<i>Lasioglossum albipes</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Lasioglossum calceatum</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Lasioglossum fratellum</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Lasioglossum fulvicome</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Lasioglossum malachurum</i>					x					x	x											x	x							Polidori et al. 2010
<i>Lasioglossum morio</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Lasioglossum quadrinotatum</i>																					x									Antonelli et al. 2009
<i>Macrotera pipiyolin</i>								x																						Rodriguez-Velez & Ayala 2010
<i>Macrotera texana</i>								x																						Neff & Danforth 1991
<i>Nomada panzeri</i>																					x									Antonelli et al. 2009

Anexo 6 - Continuação

Espécie	Aceraceae	Apiaceae	Aquifoliaceae	Araliaceae	Asteraceae	Betulaceae	Brassicaceae	Cactaceae	Caprifoliaceae	Cistaceae	Convolvulaceae	Dipsacaceae	Ericaceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Fagaceae	Hydrangeaceae	Liliaceae	Malvaceae	Onagraceae	Orchidaceae	Papaveraceae	Polygonaceae	Portulacaceae	Rosaceae	Salicaceae	Solanaceae	Theaceae	Violaceae	Referência
<i>Panurginus crawfordi</i>							x																							Hirashima 1962, Franzén & Larsson 2007
<i>Panurgus banksianus</i>					x																									Franzén & Larsson 2007
<i>Perdita albipennis</i>					x																									Danforth 1989
<i>Perdita confusa</i>							x																							Rozen 1967
<i>Perdita coreopsidis</i>					x																									Danforth 1989
<i>Perdita difficilis</i>															x															Danforth 1989
<i>Perdita luciae</i>															x															Danforth 1989
<i>Perdita maculigera</i>																									x					Rozen 1967
<i>Perdita portalis</i>																			x											Danforth 1991
<i>Protandrena bicolor</i>					x																									Rozen 1967
<i>Pseudopanurgus aethiops</i>					x																									Rozen 1967
<i>Pseudopanurgus boylei</i>					x																									Rozen 1967
<i>Pseudopanurgus fraterculus</i>					x																									Rozen 1967
<i>Ptilothrix plumata</i>																			x											Schindwein & Martins 2000

Anexo 7

Contagem de espécies associadas a cada característica.

Característica	Número de espécies
Organização social	-
Solitária	26
Comunal	6
Semisocial	1
Primitivamente eusocial	3
Eusocial	2
Orientação	-
Norte	2
Nordeste	1
Este	3
Sul	6
Sudoeste	4
Oeste	4
Noroeste	1
Cobertura vegetal	-
Nenhuma	20
Baixa	18
Elevada	4
Humidade	-
Seco	8
Húmido	7
Declive	-
Horizontal	21
Inclinado	26
Vertical	15
Textura do solo	-
Arenoso	27
Limoso	7
Argiloso	14
Franco	9
Arenoso-franco	5
Argilo-arenoso	1
Franco-limoso	7
Franco-arenoso	13
Franco-argiloso	2
Franco-argilo-arenoso	3
Dureza do solo	-
Elevada	19
Baixa	4

Característica	Número de espécies
Morfologia externa	-
Sem montículo	6
Com montículo	24
Com torreão	2
Entrada coberta (solo, rocha ou vegetação)	2
Entrada descoberta	11
Temperatura	-
Elevada	4
Baixa	0
pH	-
Alcalino	2
Ácido	0
Hóspedes vegetais	-
Aceraceae	4
Apiaceae	7
Aquifoliaceae	1
Araliaceae	1
Asteraceae	17
Betulaceae	1
Brassicaceae	4
Cactaceae	2
Caprifoliaceae	1
Cistaceae	1
Convolvulaceae	1
Dipsacaceae	2
Ericaceae	9
Euphorbiaceae	1
Fabaceae	6
Fagaceae	2
Hydrangeaceae	1
Liliaceae	1
Malvaceae	2
Onagraceae	1
Orchidaceae	17
Papaveraceae	1
Polygonaceae	1
Portulacaceae	1
Rosaceae	5
Salicaceae	8
Solanaceae	1
Theaceae	1
Violaceae	1