



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**SARA OLIVEIRA DA SILVA**

**DISTRIBUIÇÃO E ASPECTOS FUNCIONAIS DAS COMUNIDADES DE ABELHAS**  
**(HYMENOPTERA: APOIDEA) DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**FORTALEZA**

**2023**

SARA OLIVEIRA DA SILVA

DISTRIBUIÇÃO E ASPECTOS FUNCIONAIS DAS COMUNIDADES DE ABELHAS  
(HYMENOPTERA: APOIDEA) DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará – (UFC), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas

Co-orientadora: Prof. Dra. Francisca Araújo Soares

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S583d Silva, Sara Oliveira da.  
Distribuição e aspectos funcionais das comunidades de abelhas (Hymenoptera:Apoidea)  
do semiárido brasileiro / Sara Oliveira da Silva. – 2023.  
62 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa  
de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas .  
Coorientação: Prof. Dr. Francisca Araújo Soares .

1. Ecologia funcional . 2. Semiárido brasileiro . 3. Abelhas da caatinga. I. Título.

CDD 577

---

SARA OLIVEIRA DA SILVA

DISTRIBUIÇÃO E ASPECTOS FUNCIONAIS DAS COMUNIDADES DE ABELHAS  
(HYMENOPTERA: APOIDEA) DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

Aprovada em 24/02/2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Fernando Cesar Vieira Zanella  
Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)

---

Dr. Bruno de Souza de Menezes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço grandemente a minha mãe e ao meu pai, por todo o apoio durante esses anos e a todo esforço feito para eu pudesse estudar fora e me manter no programa. Agradeço ao meu orientador Dr. Prof Breno Magalães Freitas, pela oportunidade de trabalharmos juntos, pela compreensão em meio a situação caótica nesses dois anos e toda a ajuda necessária para concluir este trabalho.

À minha coorientadora Dra. Prof. Francisca Araújo Soares, que contribuiu com grandes ideias para os dois capítulos desse trabalho.

Aos membros da banca Dr. Prof. Fernando Cesar Vieira Zanella, que mais uma vez topou contribuir na minha formação acadêmica, e ao Dr. Bruno Menezes que sempre esteve disponível para tirar dúvidas e topou contribuir mais uma vez com o trabalho. Ao Fermín, coautor desse trabalho e agora meu vizinho de país, que com certeza o trabalho não teria andado sem ele.

Aos meus amigos Lara Helena e Calleb Maia, que me ajudaram com o que eu precisei e quebraram a cabeça junto comigo no R.

As minhas amigas Marina, Leticia Vivi e Maria pelo apoio emocional e por sempre atender meus pedidos de socorros. A minha querida amiga Giuli, por mesmo longe, esteve lado a lado comigo nessa caminhada para tudo que eu precisei.

Aos meus amigos Tog, Jéssica, Andreza e Elisa, que em pouco tempo vivemos momentos incríveis em fortaleza, muitos risos e alegrias (por pouco tempo), levarei vocês sempre comigo.

A coautora Joyce Cunha, por disponibilizar o banco de dados para que eu desenvolvesse minha pesquisa remotamente.

A minha grande amiga Claudia, que esteve comigo nessa caminhada assim como todas as outras.

As minhas amigas Adrieli pelos socorros toda vez que eu precisava desde a graduação.

E por fim Agradeço ao PPGERN pela grande oportunidade de estudo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pela bolsa de estudos cedida durante minha pesquisa, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

*Ay mariposas, no se aguanten más  
Hay que crecer aparte y volver  
Hacia adelante seguirás,  
Ya son milagros, rompiendo crisálidas  
Hay que volar, hay que encontrar  
Su propio futuro.*

Sebastián

Yatra

## RESUMO

Os distúrbios antropogênicos vêm se tornando mais intensos, desencadeando mudanças na composição das paisagens, afetando as comunidades de abelhas. As abelhas estão entre os principais polinizadores das angiospermas, podendo apresentar respostas diferentes quanto à estrutura da paisagem. Dessa forma existe a necessidade de compreender os efeitos dos diferentes usos e ocupação do solo como, agricultura, pastagem, ambiente urbano e áreas naturais, sobre a diversidade funcional e sobre cada atributo funcional (sociabilidade, forrageio, local de nidificação e materiais utilizados para a construção do ninho) das abelhas do semiárido brasileiro. Partindo das hipóteses de que A diversidade funcional das comunidades de abelhas presentes em paisagens do semiárido brasileiro é influenciada pelo uso e ocupação do solo predominante E os diferentes atributos estão relacionados de forma distinta com cada uso e ocupação do solo. O trabalho foi realizado a partir de um banco de dados de ocorrência de abelhas na região semiárida brasileira, elaborado por Cunha, 2019, sendo atualizado e enriquecido com novos registros de ocorrência. Nossas análises não detectaram relação entre o uso e ocupação do solo predominantenas paisagens (Natural, Urbano e agrícola) e a diversidade funcional das comunidades de abelhas do semiárido brasileiro, rejeitando nossa primeira hipótese. No entanto, os diferentes tipos de uso e ocupação do solo estão relacionados de formas distintas com os diferentes traços funcionais das abelhas, corroborando com a nossa segunda hipótese. Isso pode ser devido às paisagens amostradas serem altamente heterogêneas, fornecendo uma diversidade maior de nicho e recursos distintos, acomodando várias espécies distintas em suas características funcionais.

**Palavras chaves:** perturbação ambiental; abelhas do semiárido; diversidade funcional de abelhas; ecologia funcional; abelhas da caatinga.

## ABSTRACT

Anthropogenic disturbances are becoming more intense, triggering changes in the composition of landscapes, affecting bee communities. Bees are among the main pollinators of angiosperms, and may present different responses regarding the structure of the landscape. Thus, there is a need to understand the effects of different land uses and occupation, such as agriculture, pasture, urban environment and natural areas, on functional diversity and on each functional attribute (sociability, foraging, nesting site and materials used for nest building) of bees in the Brazilian semi-arid region. Starting from the hypothesis that The functional diversity of bee communities present in Brazilian semi-arid landscapes is influenced by the predominant use and occupation of the soil And the different attributes are related in a distinct way with each use and occupation of the soil. The work was carried out from a database of bee occurrence in the Brazilian semi-arid region, prepared by Cunha, 2019, being updated and enriched with new occurrence records. Our analyzes did not detect a relationship between predominant land use and occupation in landscapes (Natural, Urban and Agricultural) and the functional diversity of bee communities in the Brazilian semi-arid region, rejecting our first hypothesis. However, the different types of land use and occupation are related in different ways with the different functional traits of bees, corroborating our second hypothesis. This may be due to the sampled landscapes being highly heterogeneous, providing a greater diversity of niches and distinct resources, accommodating several distinct species in their functional characteristics.

**Keywords:** environmental disturbance; semi-arid bees; functional diversity of bees; functional ecology; caatinga bees.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mapa de ocorrência das espécies de abelhas e suas unidades amostrais do semiárido brasileiro em sua delimitação atual (SUDENE,2017) e seus biomas, referente ao banco de dados atualizado com base em Cunha (2019)..... 18
- Figura 2 - Gráfico resultado da Regressão Linear Múltipla entre a variável referente ao uso e ocupação do solo (PC1) (x), e a variável referente a Diversidade Funcional (y) das comunidades de abelhas de cada unidade amostral presentes no Semiárido Brasileiro..... 33
- Figura 3 - Gráfico resultado da Regressão Linear Múltipla entre a variável referente ao uso e ocupação do solo (PC2) (x), e a variável referente a Diversidade Funcional (y) das comunidades de abelhas de cada unidade amostral presentes no Semiárido Brasileiro..... 33
- Figura 4 - Resultados da análise de RQL do banco de dados atualizado das espécies de abelhas do semiárido brasileiro..... 34

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Atributos funcionais, estados dos atributos e função ecológica dos atributos funcionais das abelhas.....  | 20 |
| Tabela 2 - Lista das espécies de abelhas do semiárido brasileiro e a ocorrência em suas respectivas unidades amostrais com base no banco de dados de Cunha (2019), atualizado com novos registros referentes a uma nova busca bibliográfica neste estudo. *= Novos registros; EN= Espécies endêmicas; ua= Unidade amostral.....  | 24 |
| Tabela 3 - Lista das unidades amostrais estudadas, referentes aos levantamentos de abelhas do semiárido brasileiro e seus respectivos estados, municípios, latitude e longitude, ano de coleta, N° (número) de espécies e referências bibliográficas com base em Cunha (2012), atualizada com novas referências a partir de um novo levantamento bibliográfico.....  | 29 |
| Tabela 4 - Resultados da PCA PCA (Principal Component Analysis) entre os tipos de uso e ocupação do solo (Natural, Pastagem, Urbano, Agricultura) e seus respectivos scores para os dois principais eixos..  | 31 |
| Tabela 5 - Resultados das análises de extração de pixels (%) para cada classe de uso e ocupação do solo (Natural, Pastagem, Urbano, Agricultura) presentes nas unidades amostrais (Área) estudadas, resultados dos Scores PC1 e PC2 referente as análises de PCA (Principal Component Analysis), resultados da Diversidade Funcional Padronizada (SES.PD) de cada unidade amostral, referentes ao banco de dados com base em Cunha (2019) e atualizado com novos levantamentos bibliográficos..... | 31 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|        |   |
|--------|---|
| CAPES  | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| FD     | Diversidade Funcional (Functional Diversity)                |
| GBIF   | Global Biodiversity Information Facility                    |
| IBGE   | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística             |
| PCA    | Análise de componentes principais                           |
| SES.PD | <i>Satandardized Effect size</i>                            |
| Sudene | Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste             |
| UFC    | Universidade Federal do Ceará                               |
| Ua     | Unidade amostral  |

## LISTA DE SIMBOLOS

|          |   |
|----------|---|
| N        | Número de pixels                          |
| I        | Classe                                    |
| AT       | Área total                                |
| X        | Percentual de pixels da respectiva classe |
| $\Sigma$ | Somatório                                 |

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUÇÃO .....   | 13 |
| 2     | MÉTODOS .....  | 16 |
| 2.1   | BANCO DE DADOS .....                                     | 16 |
| 2.2   | ÁREA DE ESTUDO .....                                     | 17 |
| 2.3   | ANÁLISES DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....                 | 18 |
| 2.4   | ATRIBUTOS FUNCIONAIS.....                                | 20 |
| 2.5.  | ANALISES ESTATÍSTICAS.....                               | 22 |
| 2.5.1 | <i>Escolha do buffer</i> .....                           | 22 |
| 2.5.2 | <i>Análises funcionais</i> .....                         | 22 |
| 3     | RESULTADOS.....  | 24 |
| 4     | DISCUSSÃO .....  | 36 |
| 5     | CONCLUSÃO .....  | 41 |
|       | REFERÊNCIAS.....   | 42 |
|       | APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS FUNCIONAIS ..... | 53 |
|       | ANEXO A – DEFINIÇÃO DE CLASSES DE USO DO SOLO .....      | 58 |

## 1 INTRODUÇÃO

No último século, os distúrbios antropogênicos, como a urbanização acelerada, queimadas, desmatamento, agricultura e agropecuária, se tornaram cada vez mais intensos (Scariot & Sevilha, 2000; Hooper et al., 2005). Como consequência, desencadeiam a fragmentação da cobertura vegetal e/ou simplificação da estrutura da vegetação, levando a redução da disponibilidade de recursos para algumas espécies de animais (Cabral et al., 2012, Cunha et al., 2018). Tais distúrbios afetam o funcionamento dos ecossistemas (Naeem & Wright, 2003) e ocasionam redução na composição, riqueza e diversidade de espécies (Cane, 2001; Honrado et al., 2012, Vandewalle et al., 2010).

As abelhas desempenham um papel fundamental para os ecossistemas, estando elas entre os principais polinizadores de grande parte das angiospermas (Williams et al., 2010; Martins et al., 2013). Embora seja um grupo de importância, as abelhas vêm sofrendo com o declínio das populações devido as severas mudanças ambientais (Gonçalves et al, 2021; Imperatriz- Fonseca et al., 2012). O desaparecimento dos polinizadores vem sendo acelerado devido as mudanças climáticas, expansão das áreas urbanas, intensificação da agricultura, uso de agrotóxicos, pesticidas e fertilizantes, queimadas e perda de áreas nativas, consequentemente alteando o habitat dos polinizadores e prejudicando sua sobrevivência (Gutiérrez et al., 2016; Lopes et al., 2018; Brasil & Guimarães-Brasil, 2018; Gonçalves et al, 2021).

Para as abelhas, um habitat propício para sua permanência deve possuir disponibilidade dos recursos necessários para a sua sobrevivência (Armbruster, 1993). Por exemplo, os recursos florais como fonte de néctar ou pólen para a sua alimentação, além de recursos para a nidificação, como oco de madeira e solo, e algumas espécies demandam materiais necessários para a construção dos ninhos, como pétalas, óleos, folhas, resinas, madeira. (Michener 2007; Silveira et al. 2002; Freitas & Alves, 2009). Esses recursos devem estar presentes na composição da paisagem para serem capazes de acomodar uma alta diversidade de abelhas (Melo et al., 2006). Nesse sentido, os diferentes tipos de perturbações no ambiente, como

intensivo uso do solo e a urbanização, podem levar a perda de ambiente dos recursos necessários utilizados pelas abelhas (Cane, 2001; Potts et al., 2010).

No entanto, espécies diferentes podem apresentar respostas distintas aos mesmos fatores antropogênicos (Cariveau & Winfree, 2015). Por exemplo, em um ambiente urbanizado, o plantio de jardins pode levar ao aumento de recursos florais, favorecendo a permanência de polinizadores (Cariveau & Winfree, 2015). Já em ambientes agrícolas, o uso de pesticidas e agroquímicos podem prejudicar os polinizadores (Deguines et al., 2014; Cariveau & Winfree, 2015; Goulson et al., 2015), além de outros recursos essenciais para algumas espécies que são removidos nos espaços de cultivos, como caules de árvores, madeira morta, fontes de óleos vegetais ou resinas (Wilians, 2010).

A abordagem na ecologia funcional das espécies vem crescendo e ganhando importância nos últimos anos (Cianciaruso & Batalha, 2009). Os índices que avaliam a diversidade em aspectos funcionais, medem como as características funcionais dos organismos influenciam nos processos ecossistêmicos e como são afetados pelas perturbações antrópicas sem ter em conta a filogenia dos organismos (Naeem & Wright, 2003; Hooper et al., 2005; Cianciaruso et al., 2009).

Os atributos funcionais, são características fenotípicas, fisiológicas, fenológicas ou comportamentais medidas em organismos individuais, que exibem interação com o ambiente biótico e abiótico, afetando a aptidão do organismo e consequentemente suas funções no ecossistema (Violle et al., 2007; Wong et al., 2018). Por isso, a escolha dos atributos de interesse deve estar associada ao funcionamento do ecossistema (Petchey & Gaston, 2002) e de acordo com o objetivo do estudo (Petchey & Gaston, 2006)

Para as abelhas, grande parte dos estudos inclui como atributos funcionais as formas de exploração dos recursos, como local de nidificação, materiais específicos para a construção do ninho (resina, óleos, cera, folhas), forrageio (oligolética ou polilética), tamanho do corpo, tamanho da asa, sociabilidade e fenologia (Buchholz & Egerer, 2020). Estes são considerados atributos funcionais importantes para a compreensão da dinâmica do grupo (Westrich, 1996) e bastante utilizados em estudos de abordagem funcional (Buchholz & Egerer, 2020).

Na região semiárida, algumas espécies de abelhas podem apresentar respostas diferentes quanto à estrutura da paisagem, comparado com aquelas espécies encontradas em outras regiões (Flores et al., 2019). Nesse sentido, o uso de atributos funcionais das espécies polinizadoras pode auxiliar na compreensão de como efeitos do uso e ocupação do solo, influenciam nos recursos alimentícios, recursos de nidificação e, conseqüentemente, na diversidade funcional das abelhas (Steffan-Dewenter & Westphal, 2008; Rader et al., 2014).

O semiárido no nordeste brasileiro é uma das regiões mais secas do país. Predominantemente composto pelo bioma Caatinga (Prado, 2003), a região abrange alguns dos ecossistemas mais suscetíveis à desertificação pelas ações antrópicas (Araújo & Sousa, 2011). Tal negligência combinada com o uso desenfreado de seus recursos naturais vêm causando danos irreversíveis na diversidade da Caatinga (Schober, 2002), alterando sua vegetação natural para pastos herbáceos e culturas de ciclo curto (Perez-Marin et al., 2013). No entanto, devido às características particulares dessa região, existe uma gama de espécies endêmicas da fauna de abelhas, que mantêm interações específicas com a flora da região, tornando este um bioma único (Zanella & Martins, 2003; Lima, 2019).

Um estudo feito por Flores et al. (2012), avaliou o efeito de fragmentos de vegetação nativa na caatinga e fragmentos sob perturbação humana próximos a uma área agrícola de cultivo que influenciava os visitantes florais do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no município de Horizonte-CE, situado no semiárido brasileiro. Esse estudo revelou que quanto mais distantes dos fragmentos de vegetação nativa e mais próximos da área sob perturbação humana, a riqueza e a abundância de visitantes florais do cajueiro diminuem significativamente. Isso ocorreu porque áreas distantes da vegetação nativa e mais próximas da perturbação humana poderiam estar afetando os recursos alimentícios e de nidificação para os polinizadores. Posteriormente, Freitas et al., (2014) chegaram a conclusões semelhantes em um estudo com visitantes florais na mesma região. Nesse estudo, as árvores de cajueiro mais próximas de um grande fragmento florestal, foram influenciadas positivamente na frequência de visitantes florais do cajueiro, aumentando sua produção de frutos.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo, avaliar a influência do uso e ocupação do solo como, agricultura, pastagem, ambiente urbano e áreas naturais



sobre a diversidade funcional e sobre cada atributo funcional das abelhas do semiárido brasileiro. Partindo das hipóteses i) A diversidade funcional das comunidades de abelhas presentes em paisagens do semiárido brasileiro e influenciada pelo uso e ocupação do solo predominante ii) Os diferentes *atributos* funcionais estão relacionados de forma distinta com cada uso e ocupação do solo.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Banco de dados

O presente trabalho foi realizado a partir de um banco de dados de ocorrência de abelhas na região semiárida brasileira, elaborado por Cunha (2019), com base em artigos científicos publicados, dissertações de mestrados, teses de doutorado, por meio de buscas nas plataformas do Periódicos Capes, Google Scholar, Scielo e dados da plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Inicialmente constava no banco de dados o registro de 1.219 indivíduos, distribuídos em 270 espécies pertencentes a 101 gêneros, coletados em 126 municípios do Nordeste brasileiro.

Para esse trabalho o banco de dados foi atualizado e enriquecido com novos registros de ocorrência e adaptado para essa pesquisa. Novas consultas foram realizadas a trabalhos publicados recentemente por meio da plataforma Google Scholar, utilizando as palavras chaves “Abelhas semiárido”, “Abelhas caatinga” e “Caatinga bees” “Brazilian bees” “Brazilian semiarid bees” afim de enriquecer o banco de dados com novos registros de abelhas. No entanto, para esse trabalho, os dados provenientes da plataforma GBIF foram usados apenas como um complemento, utilizando como fonte principal dos dados os registros encontrados na revisão bibliográfica de Cunha (2019) e os novos registros encontrados pela nova busca bibliográfica realizada para este trabalho.

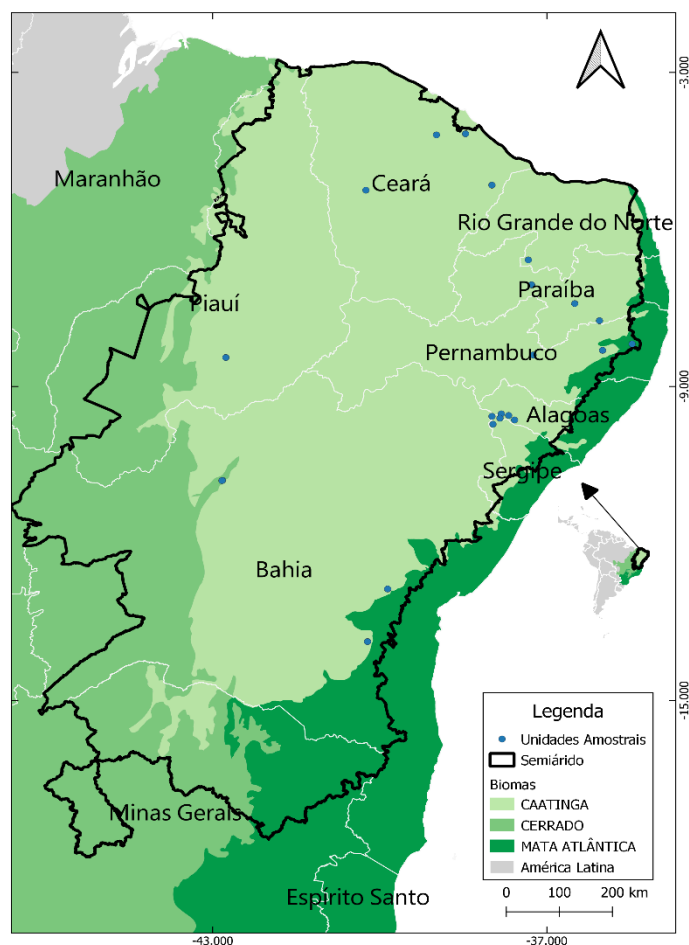
Como parte da metodologia, os registros de abelhas que não ocorriam dentro da delimitação do semiárido brasileiro, registros sem coordenadas geográficas e locais com menos de dez espécies foram excluídos, além de estudos para grupos específicos que não correspondiam ao pool de espécies da área. Os registros de ocorrência das espécies são provenientes de diferentes trabalhos, consequentemente as coletas das abelhas foram realizadas em diferentes anos. Em razão disso, foram

excluídos os registros anteriores ao ano de 1985, devido só haver disponibilidade de mapas de uso e ocupação do solo a partir desta data.

## 2.2 Área de estudo

O levantamento das ocorrências de abelhas foi realizado na Região Semiárida brasileira (Figura 1). O semiárido possui extensão total de 982.563,3 km<sup>2</sup>, onde 89,5% se concentram dentro do Nordeste Brasileiro, abrangendo os estados Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, os outros 10,5% no estado de Minas Gerais na Região Sudeste do Brasil (IBGE, 2018). O Semiárido foi delimitado utilizando parâmetros como a precipitação pluviométrica média anual (sendo esta igual ou inferior a 800 mm) e pelo índice de Aridez de Thornthwaite, possuindo valor igual ou inferior a 0,50, e 60% de sucessividade a seca (IBGE, 2018). As temperaturas médias anuais para essa região variam de 23 a 28°C, apresentando forte insolação e regimes de chuva escassos concentrados em média de três a quatro meses, podendo chegar de seis a onze meses de seca (Silva et al., 2010; Mantovani et al., 2017).

O semiárido brasileiro é composto majoritariamente por dois biomas, o Cerrado e a Caatinga, no entanto possui fragmentos de mata atlântica. A vegetação do Cerrado é caracterizada por três tipos de fitofisionomias, as Florestas, com predominância arbórea e formação de dossel contínuo ou descontínuo; as Savanas, com árvores e arbustos em um extrato de gramíneas; e áreas de Campo, com vegetação herbácea e arbustiva (Ribeiro & Walter, 1998). A Caatinga é o bioma predominante dentro do semiárido (Angelotti et al., 2009; Giongo et al., 2011), com vegetação adaptativas relacionadas à deficiência hídrica e condições climáticas da região, como caducifólia, hábitos herbáceos, suculentas, arbustos e árvores de pequeno porte e cobertura descontínua de dossel (Rodal & Sampaio 2002). Quando em período de seca, a paisagem da Caatinga pode ser chamada se “cinzenta”, no entanto na estação chuvosa, a vegetação fica evidente pela cobertura das folhas verdes (Bié & Junior, 2019).



**Figura 1** - Mapa de ocorrência das espécies de abelhas e suas unidades amostrais do semiárido brasileiro em sua delimitação atual (SUDENE,2017) e seus biomas, referente ao banco de dados atualizado com base em Cunha (2019).

### 2.3 Análises do uso e ocupação do solo

A referência dos limites do semiárido foi estabelecida a partir do Shapefile da delimitação do Semiárido, elaborados e disponibilizados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) a partir dos critérios de média anual da precipitação pluviométrica (igual ou inferior a 800 mm), Índice de Aridez de Thornthwaite (igual ou inferior a 0,50) e o percentual de déficit hídrico diário (igual ou superior a 60%), disponível no site do Governo do Brasil (<https://www.gov.br/sudene/pt-br/>).

Para as variáveis ambientais, foram utilizados os mapas Rasters de Cobertura e Uso do Solo, provenientes da plataforma MapBiomas v5.0 (<https://mapbiomas.org/>), Coleção 5, dos quais possuem escalas de 1:100.000 em formato matricial (pixel de 30x30m). Tais mapas, se tratam de imagens digitais, formadas por uma matriz por pixels, das quais distinguem os diferentes usos e ocupação da terra, como infraestrutura urbana, floresta, agricultura, pastagem e corpos d'água.

As análises foram realizadas através do software QGIS 3.16.10 'Pi' (QGIS *Development Team*, 2015), e constituíram na plotagem dos pontos de ocorrência das espécies no mapa raster de uso e ocupação do solo referente ao seu ano de coleta, junto com o shapefile do semiárido. Cada categoria de uso e ocupação do solo, aqui é chamada de classe. Dessa forma, em cada ponto de ocorrência foram delimitados três tamanhos de buffers diferentes: 500 m (0,785 km<sup>2</sup>), 1.000 m (3,14 km<sup>2</sup>) e 2.000m (12,56 km<sup>2</sup>), onde o ponto de ocorrência foi utilizado como centróide destas áreas. Na sequência, foi realizada a extração da quantidade de pixels, referentes a cada classe do uso e ocupação do solo, dentro do limite de cada buffer. Ao final, a quantidade de pixels resultante de cada classe foi transformada em porcentagem. Os cálculos foram feitos da seguinte maneira:

1. *Calculando a área total do buffer em pixels:*

$$\sum Ni * 900 = AT$$

2. *Transformando a quantidade de pixels de cada classe em porcentagem:*

$$\left( \frac{(Ni) * 900}{AT} \right) * 100 = X$$

$\Sigma$ = somatório; N= número de pixels; i = classe; AT= área total; X= percentual de pixels da respectiva classe.

As classes de uso e ocupação do solo utilizadas nas análises, foram classificadas e agrupadas em quatro categorias, sendo elas: **1) Áreas Naturais:** formada pela soma dos pixels das camadas de *Formação Florestal, Formação Campestre, Formação Savânica, Afloramento Rochoso, Rios, Lagos e oceanos.* **2) Agricultura:** formada pela soma dos pixels das *Lavoura Perene, Lavoura Temporária,*

*Aquicultura*. **3) Infraestrutura Urbana:** formada pela soma dos pixels das *Infraestrutura Urbana, Outras Áreas Não Vegetadas*. **4) Pastagem** (área de pastagem plantada, associada a atividade agropecuária). Embora segundo Araújo-Filho & Crispim (2002), nos ambientes de pastagem na Caatinga, diferente dos outros biomas do Brasil, as espécies lenhosas de porte pequeno e arbustos são as espécies com maior participação nesses ambientes, e sucessivamente as gramíneas e as herbáceas, e nem sempre são espécies plantadas e sim nativas. As definições de cada classe são apresentadas no Anexo 1.

## 2.4 Atributos funcionais

Para este estudo, os atributos funcionais foram escolhidos com base na importância ecológica, além da disponibilidade de informação que se pode levantar de acordo com o banco de dados (Tabela 1). Quando as informações a respeito dos *atributos funcionais* a nível de espécie não estavam disponíveis na literatura, foram utilizadas as informações a nível de subgênero, gênero, tribo, subfamília, por fim a nível de família (Anexo 2).

Tabela 1 - Atributos funcionais, estados dos atributos e função ecológica dos atributos funcionais das abelhas.

| Atributos Funcionais              |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| Atributos                         | Estados dos atributos                                       | Significado Funcional  |
| Local de Nidificação              | Solo ou<br>Acima do solo                                    | Relacionado com a preferência de habitat e substrato para a nidificação;                                       |
| Material para construção do ninho | Barro, Resinas, Folhas,<br>Óleos, Madeira, Matéria Orgânica | Relacionado com a preferência de recursos utilizados para a construção dos ninhos;                             |
| Hábito alimentar                  | Poliléctica ou<br>Oligoléctica                              | Relacionada à forma de forrageio por alimentos que determina a preferência ou não pelo recurso de alimentação; |
| Sociabilidade                     | Sociais,<br>Solitárias ou Parassociais                      | Relacionado ao comportamento interativo com outros indivíduos da sua espécie;                                  |

Funções Ecológicas de acordo com Buchholz & Egerer, 2020.

O atributo referente ao **Local de Nidificação** possui dois estados, sendo estes: **Solo**: nidificação realizada em cavidades que a própria abelha escava no solo ou em cavidades pré-existentes no solo (Westrich, 1996); **Acima do solo**: nidificação realizada em cavidade acima do solo, como madeira morta, buracos e fissuras em rochas, ou a construção dos ninhos fixos em uma variedade de lugares como galhos, folha, caules, etc. (Westrich, 1996; Augusto & Garófalo, 2007).

Para o atributo **3) Material Para Construção de Ninho**, existe uma grande variedade de materiais específicos que as abelhas utilizam para construir seus ninhos ou revestir as células de cria tanto em superfície de pedras, rochas ou cascos de árvores e em ninhos abaixo do solo. As espécies podem ser especializadas em algum material que se encontre em suas proximidades, ou que ela mesma produza. Para isso, o atributo foi dividido com base nos materiais utilizados, tanto produzidos como adquiridos pelas espécies segundo a literatura, seguindo os estados: **Barro** (barro, argila ou terra), **Resina, Folha, Óleos, Madeira** (pedaços de madeira ou serragem), **Matéria Orgânica** (matéria orgânica, humos ou fezes). Esse atributo foi avaliado de forma exploratória, sem haver previsões *a priori*.

O atributo relacionado ao **4) Hábito Alimentar**, é dividido em dois estados, dos quais são conceituados como: **Poliléticas**: abelhas consideradas generalistas, que coletam pólen de diversos tipos de plantas não relacionadas, no entanto podem ter alguma preferência; **Oligoléticas**: abelhas consideradas especialistas na coleta de pólen de uma determinada espécie de planta, ou em uma série de plantas similares, relacionadas ou da mesma família (Michener, 2007).

A classificação e definição dos atributos referentes à **Socialidade** seguem os conceitos encontrados em Michener (2007). O atributo foi dividido em três estados: 1) **Solitária**: abelha fêmea que constrói seu próprio ninho e fornece alimento para sua prole, não possui ajuda de outras abelhas e geralmente morre ou vai embora antes da maturação de sua prole; 2) **Sociais**: são as abelhas que constituem colônias, podendo ser divididas em muitas operárias, os quais não acasalam e que realizam o forrageio, cuidado da prole, guarda, etc., e uma rainha que acasala e pode fazer a maior parte ou toda a postura de ovos. Incluindo dentro do estado Social as abelhas com comportamento *Eussocial* (abelhas que vivem em colônias e possuem divisão de trabalho – reprodutores e forrageadores – entre as fêmeas adultas de duas gerações –progenitoras e prole–); 3) **Parassociais**: colônias cujos os membros são de uma

única geração, podendo ocorrer divisão de trabalho; As abelhas cleptoparasitas e parasitas não foram incluídas nas análises, pois suas respostas funcionais quanto ao ambiente e aos *atributos funcionais* citados acima dependem de seus hospedeiros (Williams et al., 2010).

## **2.5. Análises estatísticas**

### **2.5.1 Escolha do buffer**

Para selecionar o tamanho do buffer a ser utilizado nas análises, realizou-se um Teste de Mantel com classes de uso e ocupação do solo entre os buffers de 500m, 1.000m e 2.000m, verificando se as classes entre os diferentes tamanhos de buffers apresentavam correlação a partir do valor de R gerado pelo teste. Em todos os casos, as classes de uso e ocupação do solo apresentaram uma correlação positiva entre os tamanhos dos buffers ( $R = 0,63; 0,54; 0,68$   $p < 0,005$ ), ou seja, o tamanho do buffer indefere na análise. Dessa forma, o buffer escolhido foi o de 1.000m, pois a distância média de forrageio das abelhas está entre 100m a 1500m (Correia et al., 2017; Zurbuchen et al., 2010), em algumas espécies podendo ser até mais distante dependendo do tamanho do corpo e da asa (Gathmann & Tscharrntke, 2002; Teixeira & Campos, 2002.). Como as espécies de abelhas deste trabalho variam em seus tamanhos, o buffer de 1000m se mostra uma distância adequada para as análises. Os buffers de uso e ocupação de solo referente a cada unidade amostras está disponível no Anexo 3.

### **2.5.2 Análises funcionais**

Afim de avaliar se a diversidade funcional das comunidades de abelhas é influenciada pelo uso e ocupação do solo predominante, utilizou-se para esta análise uma matriz de composição de espécies, com dados de presença e ausências e uma matriz de atributos funcionais das espécies. Com isso, geramos uma matriz de distância funcional entre as espécies a partir da matriz de atributos, pelo método Pavoine et al. (2009). Em sequência, utilizou-se desta matriz para gerar um cluster pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*), resultando em um dendograma funcional.

Como descritor da diversidade funcional, utilizou-se o Índice de Diversidade Funcional de Petchey & Gaston (2002), o qual mensura a diversidade funcional a partir da construção de um dendrograma funcional, unindo as espécies pertencentes a uma comunidade e medindo a sua diferença funcional. O valor da diversidade funcional (FD) será a soma total do comprimento dos ramos do dendrograma funcional, quanto o ramo, maior é a dissimilaridade entre as espécies da comunidade (Petchey & Gaston, 2002; Mouchet et al., 2008; 2010).

Afim de possibilitar a comparação entre comunidades com alta discrepância na riqueza de espécies, calculamos o tamanho do efeito padronizado (*Standardized Effect Size*= SES.FD). O SES compara os valores observados da diversidade funcional com os valores esperados através de modelos nulos, esse método possibilita a comparação de amostras com riquezas desiguais a partir da padronização de seus valores observados (Venegas, 2019). Junto com a matriz de composição e a árvore funcional, utilizamos um modelo nulo que aleatoriza todos os táxons na ponta da filogenia (*taxa.labels*) para gerar os valores de ses.fd.

Em relação as variáveis ambientais, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) com as quatro categorias do uso e ocupação do solo, no intuito de possibilitar a análise entre os valores de diversidade funcional e uso do solo. Para testar a primeira hipótese, foi realizada uma Regressão Linear Múltipla, afim de averiguar o quanto as variáveis ambientais do uso e ocupação do solo (eixos PC1 e PC2) explicam a diversidade funcional (ses.fd).

Com o propósito de avaliar a relação entre os traços funcionais e os tipos de uso e ocupações de solo, foi realizada a análise de RQL (Dolédec et al. 1996). Esta análise combina três matrizes de dados, uma contendo as variáveis ambientais, outra com os dados de composição de espécies, por fim uma matriz com os traços funcionais das espécies, que juntas geram ordenações utilizadas para entender as relações mais fortes entre os traços funcionais e o ambiente, de acordo com as espécies presentes na comunidade (Boccard et al., 2018).



### 3 RESULTADOS

Como resultado da metodologia de exclusão de registros para o aprimoramento dos dados para essa pesquisa, no total 79 espécies foram excluídas. Já para a metodologia de atualização e enriquecimento dos dados, com a nova pesquisa bibliográfica foram adicionados sete novos registros de espécies de abelhas para o semiárido que não constavam no banco de dados inicialmente. Sendo elas *Oxaea flavescens*, *Centris (Centris) byrsonimae*, *Exomalopsis (Exomalopsis) subtilis*, *Geotrigona mombuca*, *Geotrigona subterrânea*, *Megachile (Austromegachile) susurrans*, *Megachile (Ptilosaroides) neoxanthoptera*.

Ao total, os registros cobrem um período de vinte e seis anos, sendo eles: 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2004, 2005, 2006, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2016.

Ao final, o banco de dados atualizado consta com os registros de 174 espécies, pertencentes a 61 gêneros, dentro de cinco famílias (Tabela 2), coletadas em 22 unidades amostrais, localizadas em 19 municípios na região semiárida do Brasil (Tabela 3). A família Apidae foi a mais rica com 115 espécies distribuídas em 36 gêneros, seguida da família Megachilidae com 26 espécies e sete gêneros, da família Halictidae com 18 espécies e nove gêneros, a família Andrenidae com oito espécies e seis gêneros, e pôr fim, a família Colletidae com sete espécies em seis gêneros.

Tabela 2 - Lista das espécies de abelhas do semiárido brasileiro e a ocorrência em suas respectivas unidades amostrais com base no banco de dados de Cunha (2019), atualizado com novos registros referentes a uma nova busca bibliográfica neste estudo. \*= Novos registros; <sup>EN</sup>= Espécies endêmicas; ua= Unidade amostral.

| Espécies   | Unidades amostrais                         |
|--|--|
| <b>ANDRENIDAE</b>  |  |
| <b>Calliopsini</b>   |  |
| <i>Acamptopoeum prinii</i> Holmberg, 1884.                   | ua2, ua7, ua17, ua19                       |
| <i>Callonychium (Callonychium) brasiliense</i> (Ducke, 1907) | ua1, ua2, ua8, ua9, ua11, ua12, ua17, ua22 |
| <b>Oxaeini</b>   |  |
| <i>Anthrenoides petrolinensis</i> Urban, 2006.               | ua8, ua17                                  |
| <i>Anthrenoites deborae</i> Urban, 2005.                     | ua17,                                      |
| <i>Oxaea austera</i> Gerstaecker, 1867                       | ua7, ua9, ua16                             |
| <i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807*                          | ua15                                       |

|   |   |
|---|---|
| <b>Panurgini</b>  |   |
| <i>Psaenythia variabilis</i> Ducke, 1908                                      | ua1, ua7, ua8, ua12, ua22   |
| <b>Protomeliturgini</b>   |   |
| <i>Protomeliturga turnerae</i> (Ducke, 1907)                                  | ua1, ua2, ua7, ua8, ua9, ua11, ua12, ua17, ua18, ua19, ua20, ua22   |
| <b>APIDAE</b>   |   |
| <b>Apini</b>  |   |
| <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758  | ua1, ua2, ua3, ua5, ua7, ua9, ua10, ua11, ua12, ua13, ua17, ua19, ua21, ua22                              |
| <b>Bombini</b>  |   |
| <i>Bombus (Fervidobombus) brevivillus</i> Franklin, 1913                      | ua2, ua7, ua13, ua16, ua17, ua19, ua42  |
| <b>Centridini</b>   |   |
| <i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841                               | Au4, au5, ua4, au10, au12, au13, au15, au16, au17, au19, au20, au22                                       |
| <i>Centris (Centris) caxienseis</i> Ducke, 1907                               | Au5, ua4, au10, ua7, ua10, ua11, ua12, ua16, ua17   |
| <i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)                         | ua3, ua6, ua7, ua16, ua17, au21   |
| <i>Centris (Centris) leprieuri</i> (Spinola, 1841)                            | Ua4   |
| <i>Centris (Centris) nitens</i> Lepeletier, 1841                              | ua17  |
| <i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969                                | ua3, ua6  |
| <i>Centris (Centris) byrsonimae</i> Mahlmann & Oliveira, 2012*                | ua21  |
| <i>Centris (Centris) decolorata</i> Lepeletier, 1841                          | Ua7   |
| <i>Centris (Centris) poecila</i> Lepeletier, 1841                             | ua3, ua12   |
| <i>Centris (Centris) pulchra</i> Moure, Oliveira & Viana, 2003                | Ua3   |
| <i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1849)                               | Ua7   |
| <i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874                               | Ua2, ua4, ua6, ua9, ua10, ua11, ua12, ua13, ua15, ua16, ua17, ua19, ua22, ua45                            |
| <i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841                      | Ua2, ua3, ua4, ua6, ua9, ua10, ua11, ua13, ua15, ua16, ua17, ua35   |
| <i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier, 1841                          | Ua6, ua42   |
| <i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)                       | Ua6, ua7, ua13, ua16, ua19, ua21  |
| <i>Centris (Melacentris) obsoleta</i> Lepeletier, 1841                        | Ua3, ua6, ua15,   |
| <i>Centris (Melacentris) pectoralis</i> Burmeister, 1876                      | ua17,   |
| <i>Centris (Paracentris) hyptidis</i> Ducke, 1908                             | Ua1, ua2, ua7, ua9, ua10, ua11, ua12, ua17, ua19, ua20, ua22  |
| <i>Centris (Paracentris) xanthomelaena</i> Moure & Castro, 2001 <sup>EN</sup> | ua4, ua6, ua15, ua17  |
| <i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854                                | Ua3, ua4, ua6, ua7, ua13, ua17, ua18, ua20, ua22  |
| <i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i> Ducke, 1910                           | Ua3, ua6, ua17  |
| <i>Centris (Ptilotopus) moerens</i> (Perty, 1833)                             | Ua4   |
| <i>Centris (Xanthemisia) lutea</i> Fiese, 1899                                | Ua7   |
| <i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841                            | Ua1, ua2, ua3, ua4, ua6, ua7, ua9, ua10, ua11, ua12, ua13, ua14, ua15, ua16, ua17, ua19, ua20, ua21, ua22 |
| <i>Epicharis (Epicharana) flava</i> Friese, 1900                              | Ua7, ua13   |
| <i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1854                              | Ua6, ua12, ua13   |
| <b>Ceratinini</b>   |   |
| <i>Ceratina (Calloceratina) chloris</i> (Fabricius, 1804)                     | Ua7   |

|  |   |
|--|---|
| <i>Ceratina (Crewella) aspera</i> Schrottky, 1902        | Ua6   |
| <i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i> Smith, 1854       | Ua2, ua4, ua7, ua8, ua9, ua10, ua11, ua13, ua16, ua17 |
| <i>Ceratina</i>  |   |
| <i>Ceratina (Crewella) paraguayensis</i> Schrottky, 1907 | Ua13, ua18  |
| <i>Ceratina portoi</i> Friese, 1910                      | Ua7   |
| <i>Ceratina richardsoniae</i> Schrottky, 1909            | Ua7   |
| <i>Ceratinula (Ceratinula) manni</i> Cockerell, 1912     | Ua2, ua8, ua18  |
| <i>Ceratinula (Ceratinula) muelleri</i> Moure, 1941      | Ua8, ua9, ua11, ua17, ua18, ua22                      |
| <i>Chilicola (Prosopoides) minima</i> (Ducke, 1908)      | Ua2   |

---

### Emphorini

|   |  |
|---|--|
| <i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793) | ua2, ua13, ua15, ua17,                             |
| <i>Arhysoceble huberi</i> (Ducke, 1908)         | ua2, ua7, ua8, ua13, ua17, ua18, ua20              |
| <i>Diadasina paraenses</i> (Ducke, 1912)        | Ua2  |
| <i>Diadasina riparia</i> (Ducke, 1907)          | Ua2, ua4, ua17, ua18                               |
| <i>Melitoma ipomearum</i> (Duke, 1913)          | Ua2  |
| <i>Melitoma osmioides</i> (Ducke, 1908)         | Ua20   |
| <i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)   | Ua2, ua3, ua10, ua13, ua16, ua17, ua18, ua19, ua20 |
| <i>Melitoma taurea</i> (Say, 1837)              | Ua13   |
| <i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)     | ua1, ua7, ua9, ua22                                |
| <i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)  | ua2, ua15, ua17, ua18                              |
| <i>Ptilothrix plumata</i> Smith, 1853           | Ua2, ua13  |

---

### Eucerini

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <i>Alloscirtetica labiatarum</i> (Ducke, 1910)                       | ua11, ua17,                      |
| <i>Florilegus (Eufloorilegus) festivus</i> (Smith, 1854)             | Ua2, ua12                        |
| <i>Florilegus (Eufloorilegus) similis</i> Urbano, 1970               | ua2, ua7, ua17, ua18, ua20       |
| <i>Gaesischia (Agaesischia) hyptidis</i> (Ducke, 1910) <sup>EN</sup> | Ua1, ua2, ua17,                  |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) similis</i> Urban, 1989                   | Ua1, ua9, ua11, ua12, ua17, ua20 |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) carinata</i> Urban, 1989 <sup>EN</sup>    | Ua2                              |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) glabrata</i> Urban, 1989 <sup>EN</sup>    | Ua2, ua17                        |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) rosadoi</i> Urban, 1989 <sup>EN</sup>     | Ua1, ua2, ua17                   |
| <i>Melissodes (Ecplectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)              | Ua1, ua2, ua4, ua9, ua17, ua20   |
| <i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)                          | Ua2                              |
| <i>Melissoptila uncicornis</i> (Ducke, 1910)                         | Ua2, ua4, ua15                   |
| <i>Thygater (Thygater) analis</i> Lepeletier, 1841                   | Ua7, ua13                        |

---

### Euglossini

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <i>Eufriesea nordestina</i> (Moure, 1999)                 | Ua20                              |
| <i>Euglossa (Euglossa) carolina</i> Nemésio, 2009*        | Ua19                              |
| <i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)       | ua9, ua10, ua13, ua16, ua18, ua20 |
| <i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968          | Ua20                              |
| <i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967       | Ua13, ua16                        |
| <i>Euglossa (Euglossa) nanomelanotricha</i> Nemésio, 2009 | Ua20                              |
| <i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982      | Ua13                              |
| <i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i> Cockerell, 1904      | Ua13                              |
| <i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996  | Ua7, ua17                         |

|   |   |
|---|---|
| <i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922         | ua17  |
| <i>Euglossa (Glossurella) carinilabris</i> Dressler, 1982     | Ua7   |
| <i>Eulaema (Apeulaema) nigrata</i> Lepeletier, 1841           | Ua1, ua2, ua4, ua6, ua7, ua13, ua16, ua17, ua18, ua20, ua22                                   |
| <i>Eulaema (Eulaema) bombiformis</i> (Packard, 1869)          | Ua7, ua19   |
| <i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)                    | Ua7, ua17   |
| <b>Exomalopsini</b>   |   |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853         | Ua1, ua2, ua4, ua6, ua13, ua15, ua17, ua19, ua20, ua22  |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> spinola, 1853     | Ua13  |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) subtilis</i> Timberlake, 1980*   | Ua15  |
| <b>Meliponini</b>   |   |
| <i>Frieseomelitta doederlaini</i> (Friese, 1900)              | Ua1, ua2, ua9, ua11, ua12, ua15, ua17, ua19   |
| <i>Frieseomelitta flavicornis</i> (Fabricius, 1798)           | Ua5   |
| <i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)                   | ua16, ua17, ua18  |
| <i>Frieseomelitta languida</i> (Moure, 1990)                  | Ua4, ua10   |
| <i>Frieseomelitta silvestrii</i> (Friese, 1902)               | Ua3, ua8  |
| <i>Frieseomelitta varia</i> (Lepeletier, 1836)                | ua16, ua17, ua19, ua20  |
| <i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863)*                      | Ua15  |
| <i>Geotrigona subterranea</i> (Friese, 1901)*                 | Ua15  |
| <i>Camargoia nordestina</i> Camargo, 1996                     | Ua5   |
| <i>Melipona (Eomelipona) asilvai</i> Moure, 1971              | ua3, ua4, ua5, ua6, ua9, ua10, ua15, ua17, ua20, ua22   |
| <i>Melipona (Melikerria) quinquefasciata</i> Lepeletier, 1836 | Ua5, ua20   |
| <i>Melipona (Melipona) mandacaia</i> Smith, 1863              | Ua3, ua10   |
| <i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836    | ua4, ua15   |
| <i>Melipona (Melipona) subnitida</i> Ducke, 1910              | ua14, ua20, ua21  |
| <i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)                 | Ua5, ua16   |
| <i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)                       | Ua15  |
| <i>Partamona seridoensis</i> Pedro & Camargo, 2003            | ua17, ua22  |
| <i>Plebeia flavocincta</i> (Cockerell, 1912)                  | ua9, ua10, ua11, ua12, ua16, ua17   |
| <i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844                      | Ua19  |
| <i>Trigona fuscipennis</i> (Friese, 1900)                     | Ua4, ua15, ua19, ua20   |
| <i>Trigonisca intermedia</i> Moure, 1990                      | Ua4, ua11, ua9, ua10, ua12, ua17, ua22  |
| <i>Trigonisca pediculana</i> (Fabricius, 1804)                | Ua1, ua8, ua9, ua10, ua11, ua12, ua16, ua17, ua19   |
| <i>Trigona recursa</i> Smith, 1863                            | Ua5   |
| <i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)                     | Ua1, ua3, ua4, ua5, ua6, ua7, ua9, ua10, ua11, ua12, ua13, ua15, ua16, ua17, ua19, ua21, ua22 |
| <b>Tapinotaspidini</b>  |   |
| <i>Caenonomada unicalcarata</i> (Ducke, 1908) <sup>EN</sup>   | ua1, ua2, ua7, ua8, ua9, ua11, ua12, ua13, ua17, ua20   |
| <i>Paratetrapedia connexa</i> (Vachal, 1909)                  | Ua10, ua12  |
| <i>Tapinotaspoides rufescens</i> (Friese, 1899)               | Ua4, ua19   |
| <b>Tetrapediini</b>   |   |
| <i>Tetrapedia clypeata</i> Friese, 1899                       | Ua7   |
| <i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810                       | Ua7, ua19   |
| <b>Xylocopini</b>   |   |

|   |   |
|---|---|
| <i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)                    | Ua2, ua3, ua4, ua7, ua8, ua11, ua13, ua14, ua16, ua19, ua20, ua22                       |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910                         | Ua2, ua4, ua7, ua8, ua13, ua15, ua17, ua18, ua19, ua20, , ua21, ua22                    |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841                   | Ua1, ua2, ua3, ua4, ua6, ua7, ua8, ua13, ua14, ua15, ua16, ua17, ua19, ua20, ua21, ua22 |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i> Smith, 1<br><i>Tetragonisca</i> 874 | ua8, ua9, ua13, ua15, ua16, ua17  |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988                | Ua7, ua13, ua17, ua20   |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) subcyanea</i> Pérez, 1901                        | Ua6   |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) macrops</i> Lepeletier, 1841                     | Ua8, ua17   |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)                   | Ua2, ua4, ua13, ua17, ua19  |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) subzonata</i> Moure, 1949                        | Ua2, ua15, ua17   |

---

**COLLETIDAE**
**Colletini**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Colletes petropolitanus</i> Dalla Torre, 1896 | Ua3 |
| <i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879              | Ua7 |

---

**Paracolletini**

|   |                 |
|---|-----------------|
| <i>Nomiocolletes bicellularis</i> (Ducke, 1910) <sup>EN</sup> | Ua2             |
| <i>Perditomorpha decoloratus</i> Ducke, 1908                  | Ua8             |
| <i>Protodiscelis alismatis</i> Ducke, 1908 <sup>EN</sup>      | Ua2, ua17, ua20 |
| <i>Protodiscelis palpalis</i> (Ducke, 1908)                   | Ua4             |
| <i>Sarocolletes fulva</i> Moure & Urban, 1995                 | Ua4, ua17       |

---

**HALICTIDAE**
**Augochlorini**

|  |  |
|--|--|
| <i>Augochlora (Augochlora) diaphractes</i> (Vachal, 1911)            | Ua2  |
| <i>Augochlora (Augochlora) esox</i> (Vachal, 1911)                   | Ua13, ua17,  |
| <i>Augochlora (Oxystoglossela) thalia</i> Smith, 1879                | Ua1, ua2, ua4, ua8, ua13, ua17, ua18   |
| <i>Augochlorella tredecim</i> (Vachal, 1911)                         | Ua4  |
| <i>Augochloropsis (Augochloropsis) callichroa</i> (Cockerell, 1900)  | Ua2, ua3, ua4, ua6, ua15   |
| <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)                     | Ua7, ua13  |
| <i>Augochloropsis (Augochloropsis) heterochroa</i> (Cockerell, 1900) | Ua8, ua17  |
| <i>Augochloropsis cockerelli</i> Schrotty, 1909                      | Ua1  |
| <i>Augochloropsis hebescens</i> (Smith, 1879)                        | Ua7  |
| <i>Pseudaugochlora flammula</i> Almeida, 2008                        | Ua13   |
| <i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)                    | ua13, ua15, ua18   |
| <i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)                         | Ua1, ua2, ua3, ua4, ua6, ua7, ua8, ua9, ua10, ua11, ua12, ua13, ua15, ua16, ua17, ua20, ua22 |
| <i>Pereirapis semiaurata</i> (Spinola, 1853)                         | ua9, ua11, ua13  |

---

**Halictini**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Agapostemon (Notagapostemon) chapadensis</i> Cockerell, 1900 | Ua7 |
|---|-----|

|  |   |
|--|---|
| <i>Agapostemon</i> ( <i>Notagapostemon</i> ) <i>semimelleus</i> Cockerell, 1900  | Ua7   |
| <i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)  | Ua1, ua2, ua4, ua9, ua10, ua13, ua17                        |
| <i>Halictus</i> ( <i>Pachyceble</i> ) <i>hesperus</i> Smith, 1862                | Ua6   |
| <b>Rophitini</b>   |   |
| <i>Ceblurgus longipalpis</i> Urban & Moure, 1993 <sup>EN</sup>                   | Ua1, ua22   |
| <b>MEGACHILIDAE</b>  |   |
| <b>Anthidiini</b>  |   |
| <i>Anthidium latum</i> Schrottky, 1902   | Ua2, ua8, ua17  |
| <i>Anthrenoides petrolinensis</i> Urban, 2006                                    | Ua8, ua17   |
| <i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)                                     | Ua2, ua4, ua7, ua8, ua9, ua11, ua13, ua14, ua17, ua18, ua20 |
| <i>Dicranthidium luciae</i> Urban, 1993  | Ua4, ua9, ua11, ua12, ua17                                  |
| <i>Dicranthidium soniae</i> Urban, 1993  | Ua7   |
| <i>Epanthidium maculatum</i> Urban, 1995   | Ua2, ua8, ua14, ua17  |
| <i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)                                    | Ua2, ua6, ua7, ua8, ua14, ua15                              |
| <i>Hypanthidium cacerense</i> Urban, 1998  | ua18, ua20  |
| <i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken, 1930)                                    | Ua7   |
| <b>Lithurgini</b>  |   |
| <i>Lithurgus huberi</i> Ducke, 1907  | Ua2, ua17, ua42   |
| <b>Megachilini</b>   |   |
| <i>Megachile</i> ( <i>Acentron</i> ) <i>bernardina</i> (Schrottky, 1913)         | Ua2   |
| <i>Megachile</i> ( <i>Acentron</i> ) <i>lentifera</i> Vachal, 1909               | Ua13  |
| <i>Megachile</i> ( <i>Acentron</i> ) <i>verrucosa</i> Brèthes, 1909              | Ua2   |
| <i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) <i>habilis</i> Mitchell, 1930        | Ua20  |
| <i>Megachile</i> ( <i>Austromegachile</i> ) <i>susurrans</i> Haliday, 1836*      | Ua13  |
| <i>Megachile</i> ( <i>Chrysosarus</i> ) <i>inquirenda</i> Schrottky, 1913        | Ua20  |
| <i>Megachile</i> ( <i>Leptorachis</i> ) <i>paulistana</i> Schrottky, 1902        | Ua2, ua4, ua8, ua13, ua17                                   |
| <i>Megachile</i> ( <i>Melanosarus</i> ) <i>brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896    | Ua12  |
| <i>Megachile</i> ( <i>Moureapis</i> ) <i>apicipennis</i> Schrottky, 1902         | Ua13  |
| <i>Megachile</i> ( <i>Neochelynia</i> ) <i>brethesi</i> Schrottky, 1909          | Ua2   |
| <i>Megachile</i> ( <i>Pseudocentron</i> ) <i>asuncicola</i> Strand, 1910         | Ua2   |
| <i>Megachile</i> ( <i>Pseudocentron</i> ) <i>lissotate</i> Moure, 1943           | Ua2, ua4, ua14, ua15,                                       |
| <i>Megachile</i> ( <i>Ptilosaroides</i> ) <i>neoxanthoptera</i> Cockerell, 1933* | Ua15  |

Tabela 3 - Lista das unidades amostrais estudadas, referentes aos levantamentos de abelhas do semiárido brasileiro e seus respectivos estados, municípios, latitude e longitude, ano de coleta, N° (número) de espécies e referências bibliográficas com base em Cunha (2012), atualizada com novas referências a partir de um novo levantamento bibliográfico.

| Unidades amostrais | Estado  | Município          | Latitude Longitude          | Ano de coleta | N° de espécies | Referencia              |
|--------------------|---------|--------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-------------------------|
| Ua1                | Paraíba | São João do Cariri | -7,41666667<br>-36,50000000 | 1993-1994     | 24             | Aguiar & Martins, 1997. |

|      |                     |                          |                              |           |    |   |
|------|---------------------|--------------------------|------------------------------|-----------|----|---|
| Ua2  | Rio Grande do Norte | Serra Negra do Norte     | -6,583333<br>-37,333333      | 1994-1995 | 62 | Zanella, 2003.                                    |
| Ua3  | Bahia               | Barra                    | -10,800000<br>-42,83333333   | 1996-1997 | 22 | Viana, 1999.                                      |
| Ua4  | Bahia               | Itatim                   | -12,870000<br>-39,8589       | 1996-1997 | 38 | Aguiar & Zanella 2005.;<br>Aguiar & Santos, 2007. |
| Ua5  | Piauí               | São Raimundo Nonato      | -8,447222<br>-42,764167      | 1998-1999 | 10 | Lorenzon et al., 2005.                            |
| Ua6  | Bahia               | Barra                    | -10,79361111<br>-42,82361111 | 2000      | 29 | Rodarte et al., 2008.                             |
| Ua7  | Pernambuco          | Caruaru                  | -8,3100000<br>-36,0000000    | 1998-2000 | 54 | Souza, 2003.                                      |
| Ua8  | Alagoas             | Piranhas                 | -9,553611<br>-37,686944      | 2000      | 26 | GBIF  |
| Ua9  | Sergipe             | Canindé                  | -9,72169444<br>-37,96886111  | 2002      | 29 | Moura, 2003.                                      |
| Ua10 | Sergipe             | Canindé                  | -9,60763889<br>-37,84227778  | 2002      | 19 | Moura, 2003.                                      |
| Ua11 | Sergipe             | Canindé                  | -9,57108333<br>-37,98680556  | 2002      | 28 | Moura, 2003.                                      |
| Ua12 | Alagoas             | Olho d'Água do Casado    | -9,52347222<br>-37,81883333  | 2002      | 21 | Moura, 2003.                                      |
| Ua13 | Pernambuco          | Chã-Grande               | -8,18861111<br>-35,47044444  | 2001-2002 | 53 | Milet- Pinheiro &<br>Schlindwein, 2008.           |
| Ua14 | Paraíba             | Patos                    | -7,058333<br>-37,275556      | 2002      | 10 | GBIF  |
| Ua15 | Bahia               | Jequié                   | -13,87583333<br>-40,22027778 | 2002-2004 | 33 | Batalha- Filho et al.,<br>2007.                   |
| Ua16 | Pernambuco          | Buique/Serra Branca      | -8,39966667<br>-37,24758333  | 2004-2005 | 24 | Milet- Pinheiro, 2008.                            |
| Ua17 | Sergipe             | Canindé do São Francisco | -9,64083333<br>-37,58138889  | 2005      | 78 | Moura, 2008.                                      |
| Ua18 | Ceará               | Pacajus                  | -4,1725<br>-38,4606          | 2006      | 19 | GBIF  |
| Ua19 | Ceará               | Baturité                 | -4,19411111<br>-38,98241667  | 2009      | 24 | Bezerra, 2010.                                    |
| Ua20 | Ceará               | Crateús                  | -5,2500000<br>-40,2500000    | 2009-2010 | 38 | Filho, 2013.                                      |
| Ua21 | Ceará               | Horizonte                | -5,15333333<br>-37,98722222  | 2011-2012 | 10 | Freitas et al., 2013.                             |
| Ua22 | Paraíba             | Alcantil                 | -7,74388889<br>-36,05611111  | 2016      | 23 | Moura et al., 2018.                               |

---

No que se refere à abordagem sobre a diversidade funcional e a relação entre os usos e ocupação do solo, os resultados da PCA, que os dois primeiros eixos (PC1 e PC2), juntos acumularam 77,5% da explicabilidade, sendo assim, os mesmos foram utilizados nas análises de Regressão Linear Múltipla. Referente ao PC1, a variável de uso e ocupação do solo predominante foi a Natural, já para o PC2 as variáveis de uso e ocupação predominante foram Urbano e Agricultura (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultados da PCA PCA (Principal Component Analysis) entre os tipos de uso e ocupação do solo (Natural, Pastagem, Urbano, Agricultura) e seus respectivos scores para os dois principais eixos.

| Uso e ocupação do solo | Scores PC1 | Scores PC2 |
|------------------------|------------|------------|
| Natural                | 1.4536     | -0.3366    |
| Pastagem               | -1.0591    | -0.9048    |
| Urbano                 | -0.9303    | 0.2593     |
| Agricultura            | -0.1618    | 1.4067     |

O resultado da Regressão Linear Múltipla entre os eixos da PCA (Figura 2.2 e figura 2.3) compostos pelas variáveis de uso e ocupação do solo e a diversidade funcional (Tabela 5) não apresentou relação significativa ( $f= 0,7$ ;  $r= -0.0279$ ;  $p=0,5$ ). Dessa forma, rejeitamos a hipótese que a diversidade funcional das comunidades de abelhas presentes em paisagens do semiárido brasileiro e influenciada pelo uso e ocupação do solo predominante .

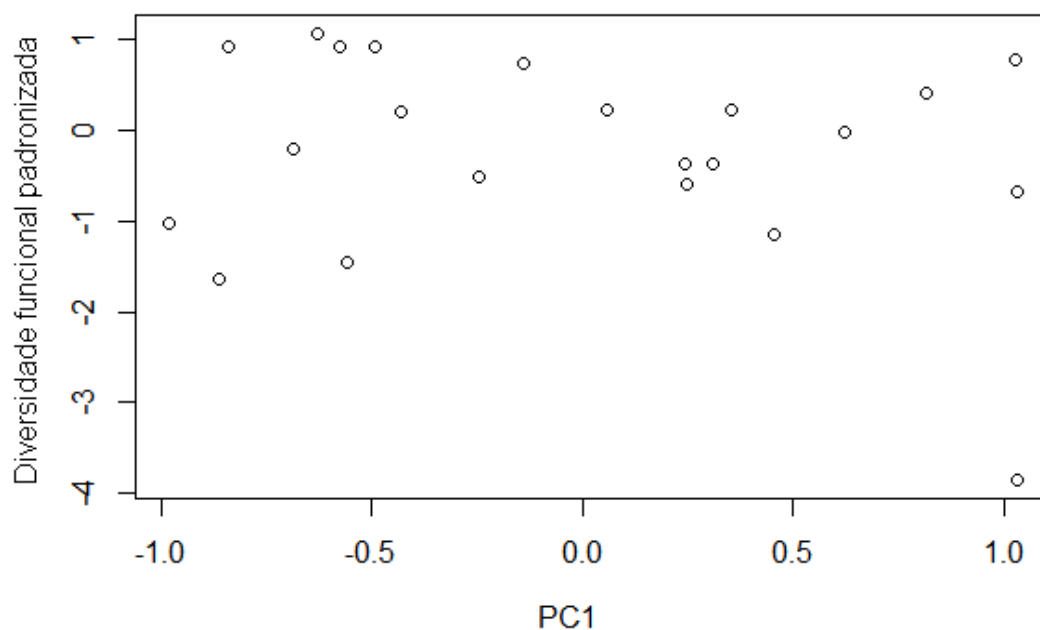
Tabela 5 - Resultados das análises de extração de pixels (%) para cada classe de uso e ocupação do solo (Natural, Pastagem, Urbano, Agricultura) presentes nas unidades amostrais (Área) estudadas, resultados dos Scores PC1 e PC2 referente as análises de PCA (Principal Component Analysis), resultados da Diversidade Funcional Padronizada (SES.PD) de cada unidade amostral, referentes ao banco de dados com base em Cunha (2019) e atualizado com novos levantamentos bibliográficos.

| Área | Natural | Pastagem | Urbano | Agricultura | PC1      | PC2     | SES.PD   |
|------|---------|----------|--------|-------------|----------|---------|----------|
| Ua1  | 33.4    | 11.83    | 0      | 54.77       | 0.058943 | 1.08538 | 0.215646 |
| Ua2  | 69.92   | 1.53     | 0      | 28.55       | 0.623743 | 0.486   | -0.02285 |
| Ua3  | 70.42   | 21.42    | 0.97   | 7.18        | 0.456215 | 0.22648 | -1.14975 |

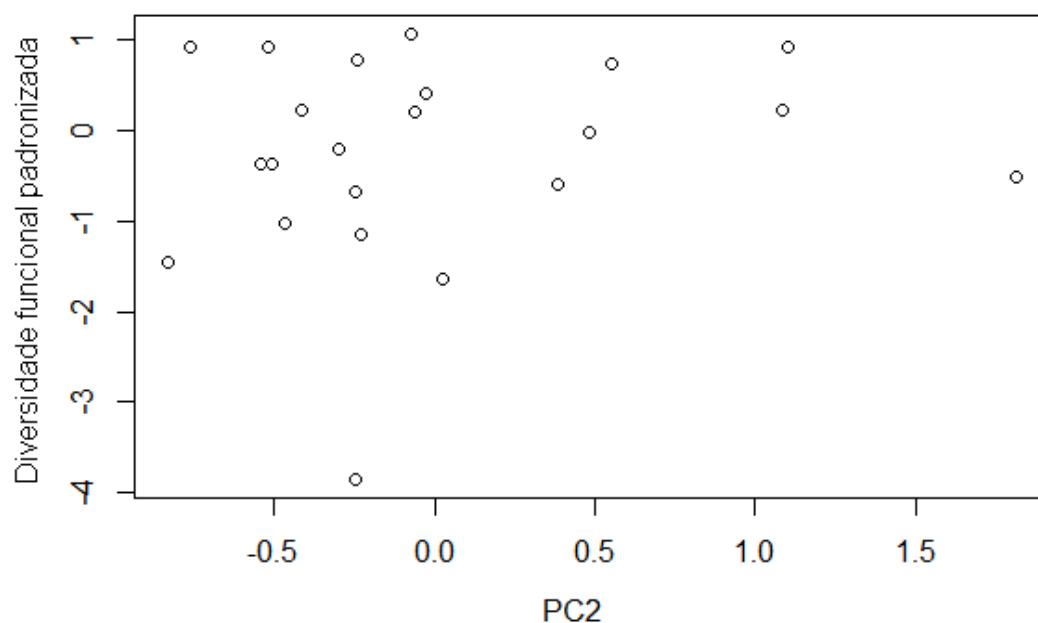


|      |       |       |       |       |          |         |          |  |
|------|-------|-------|-------|-------|----------|---------|----------|--|
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua4  | 24.54 | 44.23 | 29.46 | 1.78  | -0.68529 | 0.29567 | -0.20232 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua5  | 100   | 0     | 0     | 0     | 1.032252 | 0.24638 | -3.84937 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua6  | 36.2  | 26.99 | 32.72 | 4.09  | -0.43142 | 0.06373 | 0.203032 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua7  | 10.87 | 60.2  | 28.13 | 0.79  | -0.97903 | 0.46501 | -1.01882 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua8  | 99.92 | 0     | 0     | 0.08  | 1.031199 | 0.24429 | -0.67045 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua9  | 62.97 | 36.67 | 0     | 0.36  | 0.245741 | 0.53885 | -0.37387 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua10 | 86.32 | 3.87  | 0.31  | 9.5   | 0.816764 | 0.02752 | 0.4118   |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua11 | 65.82 | 33.51 | 0     | 0.67  | 0.309028 | 0.50475 | -0.37174 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua12 | 24.94 | 74    | 0     | 1.06  | -0.55932 | 0.82789 | -1.46115 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua13 | 23.12 | 73.31 | 0     | 3.37  | -0.57728 | 0.76121 | 0.911817 |  |
| Ua14 | 11.18 | 45.43 | 28.71 | 14.68 | -0.86171 | 0.02426 | -1.62906 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua15 | 68.62 | 27.13 | 3.39  | 0.86  | 0.356092 | 0.41639 | 0.21544  |  |
| Ua16 | 51.7  | 18.35 | 0     | 29.95 | 0.246724 | 0.38407 | -0.59675 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua17 | 24.7  | 65.17 | 0     | 10.13 | -0.49049 | 0.51853 | 0.911394 |  |
| Ua18 | 11.22 | 0     | 57.13 | 31.66 | -0.84138 | 1.10021 | 0.922855 |  |
| Ua19 | 99.66 | 0     | 0     | 0.34  | 1.027776 | -0.2375 | 0.783098 |  |
| Ua20 | 29.59 | 30.19 | 0     | 40.22 | -0.14091 | 0.55458 | 0.736286 |  |
| Ua21 | 21.04 | 0     | 0     | 78.96 | -0.24484 | 1.81397 | -0.50796 |  |
|      |       |       |       |       |          | -       |          |  |
| Ua22 | 13.8  | 58.47 | 4.13  | 23.6  | -0.63032 | 0.07427 | 1.067624 |  |

---

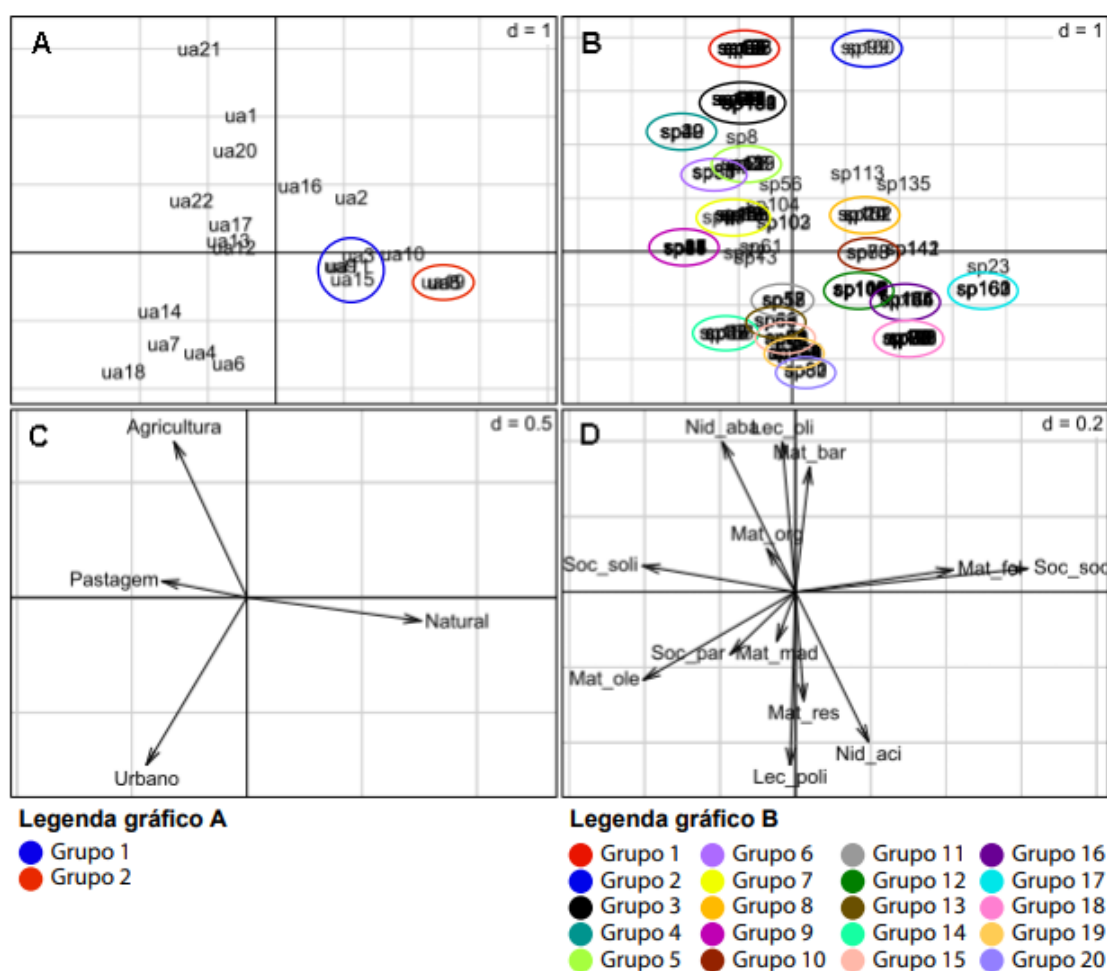


**Figura 2** - Gráfico resultado da Regressão Linear Múltipla entre a variável referente ao uso e ocupação do solo (PC1) (x), e a variável referente a Diversidade Funcional (y) das comunidades de abelhas de cada unidade amostral presentes no Semiárido Brasileiro.



**Figura 3** - Gráfico resultado da Regressão Linear Múltipla entre a variável referente ao uso e ocupação do solo (PC2) (x), e a variável referente a Diversidade Funcional (y) das comunidades de abelhas de cada unidade amostral presentes no Semiárido Brasileiro.

Os resultados da análise de RQL (Figura 4) referente à sociabilidade das abelhas e o uso e ocupação do solo mostraram uma relação forte entre o traço social e as áreas naturais, já no eixo oposto, o traço solitário apresentou uma relação forte com áreas de pastagem. Se tratando do forrageio das abelhas, a análise mostrou uma relação forte entre o traço polilética e as áreas urbanas, e no eixo oposto, o traço oligolética se mostrou estar mais relacionada com áreas de agricultura. Referente aos locais de nidificação das abelhas, o traço de nidificação no solo apresentou uma relação forte com áreas de agricultura, e no eixo oposto, o traço acima do solo mais relacionado com áreas urbanas. Por fim, se tratando dos materiais utilizados para a construção do ninho, apenas dois traços apresentaram relações fortes, sendo folhas relacionadas com áreas naturais, e barro com áreas de agricultura. Os demais traços não apresentaram relações significativas.



**Figura 4** - Resultados da análise de RQL do banco de dados atualizado das espécies de abelhas do semiárido brasileiro

Resultados da análise de RQL do banco de dados atualizado das espécies de abelhas do semiárido brasileiro: **a)** unidades amostrais (ua) (scores); **b)** espécies (scores); **c)** variáveis ambientais (Agr= Agricultura; Pas= Pastagem; Nat= Natural; Urb= Urbano); **d)** *atributos funcionais* (Nid\_aba= nidificação no solo; Nid\_aci= nidificação acima do solo; Mat\_bar= barro utilizado para construção do ninho; Mat\_org= matéria orgânica utilizada para construção do ninho; Mat\_fol= folha utilizada para construção do ninho; Mat\_mad= madeira utilizada para construção do ninho; Mat\_res= resina utilizada para construção do ninho; Mat\_ole= óleo utilizado para construção do ninho; Soc\_soli= solitárias; Soc\_soc= sociais; Soc\_par= parassociais; Lec\_poli= poliléticas; Lec\_oli= oligoléticas). Gráfico A; Grupo 1= ua9, ua11, ua15, ua3; Grupo 2= ua5, ua8, ua19; Gráfico B; Grupo 1= *Alloscirtetica labiatarum* (sp5), *Ancyloscelis apiformis* (sp6), *Diadasina paraenses* (sp59), *Diadasina riparia* (sp60), *Gaesischia similis* (sp94), *Gaesischia glabrata* (sp95), *Gaesischia carinata* (sp96), *Gaesischia rosadoi* (sp98), *Melissoptila cnecomala* (sp126), *Melissoptila unicolornis* (sp127), *Melitomella grisescens* (sp128), *Ptilothrix plumata* (sp153); Grupo 2= *Geotrigona Mombuca* (sp99), *Geotrigona subterranea* (sp100); Grupo 3= *Anthrenoides deborae* (spp9), *Augochloropsis cupreola* (sp18), *Callonychium brasiliense* (sp22), *Ceblurgus longipalpis* (sp24), *Florilegus festivus* (sp86), *Melitoma ipomearum* (sp129), *Melitoma osmioides* (sp130), *Melitoma segmentaria* (sp131), *Melitoma taurea* (sp132), *Melitomella murihirta* (sp134), *Nomiocolletes bicellularis* (sp136), *Perditomorpha decoloratus* (sp143), *Protodiscelis alismatis* (sp146), *Protodiscelis palpalis* (sp147), *Protomelitura turnerae* (sp148), *Psaenythia variabilis* (sp149), *Pseudaugochlora gramínea* (sp151), *Sarocolletes fulva* (sp154). Grupo 4= *Centris leprieuri* (sp29), *Centris nitens* (sp30), *Centris obsoleta* (sp40), *Centris hyptidis* (sp42); Grupo 5= *Acamptopoeum prinii* (sp1), *Agapostemon chapadensis* (sp2), *Agapostemon semimelleus* (sp3), *Centris aenea* (sp26), *Centris caxienses* (sp27), *Melissodes nigroaenea* (sp125), *Paratetrapedia connexa* (sp139); Grupo 6= *Exomalopsis analis* (sp83), *Exomalopsis auropilosa* (sp84), *Exomalopsis subtilis* (sp85); Grupo 7= *Augochloropsis callichroa* (sp4), *Augochlorella tredecim* (sp15), *Augochloropsis heterochroa* (sp16), *Augochloropsis cockerelli* (sp17), *Augochloropsis hebescens* (sp19), *Centris analis* (sp39), *Florilegus similis* (sp87), *Oxaea austera* (sp137), *Oxaea flavescens* (sp138), *Pseudaugochlora flammula* (sp150), *Tapinotaspoides rufescens* (sp155), *Thygater analis* (sp159); Grupo 8= *Augochlora thalia* (sp14), *Bombus brevivillus* (sp20), *Megachile paulistana* (sp101), *Pseudaugochlora pandora* (sp152); Grupo 9= *Megachile paulistana* (sp11), *Caenonomada unicalcarata* (sp21), *Centris poecila* (sp25), *Centris flavifrons* (sp28), *Centris spilopoda* (sp31), *Centris byrsonimae* (sp32), *Centris decolorata* (sp33), *Centris pulchra* (sp34), *Centris varia* (sp35), *Centris pectoralis* (sp41), *Centris xanthomelaena* (sp43), *Centris fuscata* (sp44), *Centris maranhensis* (sp46), *Epicharis flava* (sp67), *Epicharis bicolor* (sp68); Grupo 10= *Euglossa nanomelanotricha* (sp73), *Frieseomelitta doederlaini* (sp86); Grupo 11= *Augochlora diaphractes* (sp12), *Ceratinula muelleri* (sp55), *Colletes petropolitanus* (sp57), *Colletes rufipes* (sp58); Grupo 13= *Centris trigonoides* (sp37), *Centris vittata* (sp38), *Centris sponsa* (sp45), *Centris moerens* (sp47), *Tetrapedia diversipes* (sp157), *Tetrapedia clypeata* (sp158); Grupo 14= *Lithurgus huberi* (sp105), *Megachile llentifera* (sp106), *Megachile verrucosa* (sp107), *Megachile susurrans* (sp108), *Megachile habilis* (sp109), *Megachile inquirenda* (sp110), *Megachile paulistana* (sp111), *Megachile brasiliensis* (sp112), *Megachile brethesi* (sp114), *Melissoptila cnecomala* (sp115), *Megachile lissotata* (sp116), *Megachile neoxanthoptera* (sp117), *Megachile dentipes* (sp118),

*Megachile orba* (sp119), *Paratrigona lineata* (ap140); Grupo 15= *Anthidium latum* (sp7), *Centris tarsata* (sp36), *Dicranthidium arenarium* (sp62), *Dicranthidium luciae* (sp63), *Dicranthidium soniae* (sp64), *Epanthidium maculatum* (sp65), *Epanthidium tigrinum* (sp66), *Euglossa cordata* (sp70), *Euglossa fimbriata* (sp71), *Euglossa securigera* (sp74); Grupo 16= *Apis mellifera* (sp10), *Melipona subnitida* (sp124), *Pereirapis semiaurata* (sp144), *Tetragonisca angustula* (sp156), *Trigonisca intermedia* (sp164), *Trigonisca pediculana* (sp165); Grupo 17= *Trigona fulviventris* (spp160), *Trigona fuscipennis* (sp161), *Trigona recursa* (sp162), *Trigona spinipes* (sp163); Grupo 18= *Euglossa townsendi* (sp75), *Euglossa truncata* (sp76), *Euglossa imperialis* (sp77), *Euglossa carinilabris* (sp78), *Euglossa carolina* (sp79), *Frieseomelitta flavicornis* (sp89), *Frieseomelitta francoi* (sp90), *Frieseomelitta languida* (sp91), *Frieseomelitta silvestrii* (sp92), *Frieseomelitta varia* (sp93), *Melipona asilvai* (sp120), *Melipona quinquefasciata* (sp121), *Melipona mandacaia* (sp122), *Melipona (Melipona) quadrifasciata* (sp123), *Plebeia flavocincta* (sp145); Grupo 19= *Ceratina (Calloceratina) chloris* (sp49), *Ceratina maculifrons* (sp50), *Ceratina paraguayensis* (sp51), *Ceratina portoi* (sp52), *Ceratina richardsoniae* (sp53), *Xylocopa frontalis* (sp166), *Xylocopa cearenses* (sp167), *Xylocopa grisescens* (sp168), *Xylocopa ordinária* (sp169), *Xylocopa suspecta* (sp170), *Xylocopa subcyanea* (sp171), *Xylocopa macrops* (sp172), *Xylocopa subzonata* (sp174); Grupo 20= *Eulaema nigrita* (sp80), *Eulaema bombiformis* (sp81), *Eulaema cingulata* (sp82).

#### 4 DISCUSSÃO

Nesse estudo, analisamos a relação entre a diversidade funcional das comunidades de abelhas que ocorrem em paisagens do semiárido brasileiro com o uso e ocupação do solo predominante, assim como as respostas individuais de cada traço funcional em relação aos diferentes usos e ocupação do solo. Nossa análises não detectaram relação significativa entre a diversidade funcional das abelhas e o uso e ocupação do solo, rejeitando a hipótese de que os usos e ocupações de solo predominante influenciam na diversidade funcional das comunidades de abelhas do semiárido brasileiro. No entanto, nossos resultados corroboraram a hipótese de que os diferentes tipos de uso e ocupação do solo estão relacionados de formas distintas com os diferentes atributos funcionais das abelhas.

Apesar das abelhas serem um grupo de grande importância, ainda existe um déficit de informações sobre biologia básica do grupo, podendo ter influenciado na resposta das análises, visto que estudos já mostrarem que a diversidade de polinizadores é afetada pelo uso intensivo do solo (Potts et al., 2010, Oliveira et al., 2016; Palma et al., 2016, Caires & Barcelos, 2017; Arnan et al., 2018). No entanto, nossos resultados mostram que a diversidade funcional das abelhas do semiárido

brasileiro não está sendo influenciada em função do uso e ocupação do solo predominante, nesse caso áreas naturais, urbanas e de agricultura. Isso pode ser devido às paisagens amostradas serem altamente heterogêneas, levantando a hipótese da heterogeneidade em que ambientes mais heterogêneos, fornecem uma diversidade maior de nicho, recursos distintos, acomodando várias camadas tróficas e assim comportando mais espécies distintas em suas características funcionais (Begon et al., 2010; Hamm & Drossel, 2017).

Outra característica importante que mantém a diversidade funcional nas áreas estudadas, é a presença de remanescentes naturais em todas elas. Fragmentos naturais podem servir como fontes dentro de paisagens heterogêneas, e quando combinado com a capacidade de dispersão das abelhas, a paisagem heterogênea passa a atuar com o mecanismo de fonte-sumidouro, devido à redução de recursos ocasionada pela degradação, contribuindo com a diversidade dos polinizadores (Fahring et al., 2010, Flores et al., 2012, Matthies et al., 2017). Esse mecanismo fonte-sumidouro, contribui para a permanência das espécies em paisagens heterogêneas, formada por fragmentos pobres e fragmentos de alta qualidade e abundância em recursos, este último servindo como fonte para essas espécies, fazendo com que se movam entre manchas de fragmentos em busca de recursos (Silveira et al., 2015; Hamm & Drossel, 2017, Brasil-Peixoto et al., 2022).

Na Caatinga, além da degradação causada pela atividade humana, a escassez de chuva afeta a disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas, fazendo com que essas percorrem distâncias em busca de alimento (Fahring et al., 2010; Brasil-Peixoto et al., 2022). Nesse sentido, as abelhas possuem alta capacidade de dispersão, capazes de se deslocarem a grandes distâncias em busca de recursos alimentares e de nidificação dentro de uma paisagem (Brasil-Peixoto et al., 2022).

Tal habilidade, possibilitou a diversificação e a tolerância das abelhas em ambientes desérticos e semiáridos, devido ao fluxo gênico (Brasil-Peixoto et al., 2022), mantendo a diversidade funcional da região. Sabemos que abelhas maiores, como por exemplo as do gênero *Xylocopa* e *Bombus*, são capazes de percorrer distâncias mais longas, devido ao tamanho da asa e aos músculos responsáveis pelo voo, favorecendo a busca por recursos na região do semiárido sem serem restringidas pela desertificação ou urbanização das áreas (Jha & Kremen, 2013; Ballare & Jha, 2020;

Brasil-Peixoto et al., 2022). Abelhas menores, como a *Trigona spinipes* e algumas do gênero *Euglossa*, também se mostraram capazes de se dispersar por longas distâncias alteradas pelo homem em busca de recursos, mantendo o fluxo gênico e a colonização de habitats degradados, podendo chegar até 200km (Jaffé et al., 2015; Suni, 2017).

Apesar da caatinga ter perdido boa parte da sua vegetação natural, seus fragmentos restantes ainda se mantêm de alguma forma conectados, favorecendo a permanência da biodiversidade da região (Antongiovanni et al., 2018). Dessa forma, as áreas do semiárido até o momento se mantêm diversamente funcional, já que o mosaico de diferentes usos e ocupações do solo em cada área, e a presença de áreas naturais, reúne abelhas com diferentes tolerâncias, conseqüentemente diferentes características funcionais, em uma amostra, mantendo a diversidade funcional do local.

Nosso estudo mostrou que os diferentes tipos de uso e ocupação do solo estão relacionados de formas distintas com os diferentes atributos funcionais das abelhas. As abelhas com traços sociais e que utilizam folhas para a construção de ninhos estão mais relacionadas com as áreas naturais. Já as abelhas solitárias, estão mais relacionadas com as áreas de pastagem. Em áreas urbanas, a relação se mostrou positiva com as abelhas poliléticas, ou mais conhecidas como generalistas, assim como aquelas com hábito de nidificar acima do solo. Por fim, as abelhas oligoléticas, ou seja, as especialistas, assim como as abelhas que possuem o hábito de nidificar no solo, e que utilizam barro para a construção do ninho se mostraram mais relacionadas com áreas de agricultura.

Se tratando das áreas naturais, as folhas das plantas, como material utilizado para construção dos ninhos, foi um traço funcional que apresentou forte relação com essas áreas. De acordo com a Figura 4 as espécies que apresentaram maior relação com essas áreas foram as abelhas do gênero *Megachile*, sendo comuns em áreas naturais, conservadas, ou de estágios sucessionais mais avançados (França-Marques & Gaglione, 2013; Costa et al., 2007). Esse grupo de abelhas é conhecido como cortadora de folhas, utilizadas para a construção das células de seus ninhos (França-Marques & Gaglione, 2013; Costa et al., 2007). Além do recurso das folhas ser comum

em ambientes naturais com plantas, a relação do grupo de abelhas encontrados nas amostras também explica essa relação.

As abelhas sociais se mostraram mais relacionadas às áreas naturais, esse resultado pode estar associado à disponibilidade de recursos e a maior diversidade de plantas, geralmente encontradas em áreas naturais ou urbanos (Kaluza et al., 2018). No entanto, é comum em jardins urbanos e em áreas agrícolas o uso de pesticidas, essa prática afeta diretamente as espécies sociais que são mais sensíveis tendo maior exposição a esses agentes, pois alimentam ao seu ninho resquícios tóxicos incorporados no alimento (Westphal et al., 2003, Williams et al., 2010). As áreas naturais também possuem uma maior disponibilidade de resina, recurso encontrado em arvores, sendo necessário para a construção dos ninhos de algumas abelhas sociais. Dessa forma, as abelhas sociais podem ser favorecidas pelos ambientes com maior diversidade de plantas arbóreas, que oferecem recursos vegetais como resinas, pólen, e a disponibilidade de locais propício para a deposição de ninhos acima do solo, favorecendo a permanência dessas espécies em áreas naturais (Kaluza et al., 2018).

As áreas urbanas tiveram um aumento acelerado nas últimas décadas, sendo um dos ecossistemas que mais vem crescendo no planeta (Scariot & Sevilha, 2000; Hooper et al., 2005; Theodorou et al., 2020). Dessa forma, algumas espécies menos sensíveis às mudanças causadas pela urbanização, permanecem e mantêm a diversidade dessas áreas. As abelhas polifiléticas e com hábito de nidificar acima do solo, estão mais relacionadas com as áreas urbanas. Outros estudos mostraram o mesmo resultado em relação ao forrageio, onde a abundância de abelhas poliléticas se mostraram positivamente relacionadas com a riqueza de plantas florais (Theodorou et al., 2006; Kaluza et al., 2018; Theodorou et al., 2020). As áreas urbanas podem ser ricas em diversidade floral, devido às hortas e os jardins ornamentais presentes nos quintais das residências, aumentando a diversidade de recursos alimentares para as abelhas poliléticas (Theodorou et al., 2006; Kaluza et al., 2018; Theodorou et al., 2020; Banaszak-Cibicka & Żmihorski, 2012). A prática do cultivo de jardins, hortas e parques, já vem sendo estudada e vista como uma forma de manter a diversidade de espécies polinizadoras em áreas urbanas (Périco et al. 2005; Samnegard et al. 2011; Matthies et al. 2017).



No entanto, áreas urbanas podem se tornar impermeáveis para espécies que nidificam no solo, favorecendo aquelas que constroem seus ninhos acima do solo em cavidades aéreas, como em muros, cercas, paredes de casas e árvores (Cane et al. 2006; Williams et al., 2010; Naeme & Elle, 2012; Fortel et al., 2014; Theodorou et al., 2020). Em nosso estudo, as abelhas do gênero *Xylocopa*, *Centris*, e *Ceratina*, estão bem representados nas áreas urbanizadas, esse padrão se mostra comum em outros estudos para a caatinga, sendo esses gêneros facilmente encontrados em áreas urbanas (Cane et al., 2006; Filho et al., 2021).

Como as práticas agrícolas removem todo substrato adequado para a nidificação acima do solo presentes nesses ambientes, como troncos de árvore, arbustos e madeira morta, essas espécies são mais afetadas negativamente em comparação com as espécies que nidificam no solo (Williams et al., 2010). Dessa forma, assim como em outros estudos (eg. Williams et al., 2010; Ahrenfeldt et al., 2019; Cunningham-Minnick et al., 2019; Lybrand et al., 2020), aqui a nidificação no do solo também se mostrou mais relacionada com as áreas agrícolas. Locais agrícolas podem ser mais permeáveis para espécies que nidificam no solo, devida a pouca cobertura do solo por rochas e até mesmo vegetação densa, tornando o solo mais exposto para a construção do ninho (Cunningham-Minnick et al., 2019; Lybrand et al., 2020).

Além disso, abelhas que utilizam o barro, argila e areia para a construção dos ninhos, são comuns em áreas agrícolas devido a pouca presença de rochas e vegetação densa, tornando o solo mais permeável para essas espécies (Antoine & Forrest, 2020; Lybrand et al., 2020). Resultado esse também encontrado em nosso trabalho, onde o barro como recurso para construção de ninhos se mostrou mais relacionado com as áreas agrícolas.

Em relação ao forrageio das abelhas, o traço funcional oligolética demonstrou maior afinidade com as áreas agrícolas. No nordeste do Brasil, o cultivo de plantas oleaginosas como, por exemplo, o algodão (*Gossypium hirsutum*), são de grande importância econômica, tendo como principais polinizadores as abelhas do gênero *Melitoma* (Cruz & Freitas, 2013), sendo um dos gêneros presentes nas áreas de agricultura em nosso estudo, sendo essas abelhas oligoleticas. Algumas espécies do gênero *Centris*, possuem o forrageio oligolético, estando presentes nas áreas de agricultura em nossos resultados. Flores e colaboradores (2012), encontraram

espécies do gênero *Centris* em plantações do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) na região do Nordeste, sendo importantes polinizadores. Exemplos como esses podem explicar a relação positiva entre as abelhas oligoléticas e áreas de cultivos na região semiárida.

Apesar dos estudos citados acima sobre espécies que nidificam no solo serem predominantes em ambientes agrícolas, os mesmos também englobam as espécies solitárias como mais comuns nessas áreas, porém, aqui em nosso trabalho as espécies solitárias estão mais relacionadas com as áreas de pastagem. Para a caatinga, um estudo feito por Milet-Pinheiro & Schindwein (2008) em uma área de pastagem, suporta nossos resultados, mostrando que dentre as espécies de abelhas registradas, a maioria era solitárias. Observamos que espécies do gênero *Centris* e *Exomalopsis* foram comuns nas áreas de pastagens, a maioria das abelhas desses grupos são solitárias, o que pode ter refletido nos nossos resultados.

As abelhas do gênero *Exomalopsis* são comuns em área campestre no cerrado, sendo boa parte solitárias e construindo ninhos em madeira morta, e utilizando fragmentos como refúgio para sobrevivência (Silva-Neto et al., 2021). Nesse sentido, apesar das áreas de pastagem serem pobres em recursos florais, as mesmas podem fornecer solo exposto para a nidificação das abelhas, possibilitando a busca de alimentos em outros locais, pois um local por si só pode não oferecer todos os recursos necessários para a sobrevivência das abelhas (Kim et al., 2006; Mandelik et al., 2012).

## 5 CONCLUSÃO

Nosso trabalho mostrou resultados importantes em relação às abelhas da região. Mesmo com a expansão da antropização, e as atividades agrícolas do território semiárido brasileiro, a diversidade funcional das abelhas se mostrou resiliente. A resistência das diferentes espécies quanto às diferentes perturbações humanas, faz com que no geral aumente a diversidade funcional das abelhas nas paisagens semiáridas. Nossos resultados também indicaram quais atributos funcionais das abelhas estão mais relacionados com diferentes usos e ocupação do solo, sendo importante para a compreensão da qualidade desses ambientes e quais espécies podem abrigar. O trabalho também compilou em uma lista as espécies de abelhas que ocorrem no semiárido brasileiro, e a descrição das suas características funcionais.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, C. M. L., & Martins, C. F. (1997). **Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil.** *Iheringia, Série Zoologia*, 83, 151-163.
- AGUIAR, C. M., & SANTOS, G. M. D. M. (2007). **Floral resource partitioning by social wasps (Hymenoptera: Vespidae) and bees (Hymenoptera: Apoidea) in an area of caatinga in Brazil.** *Neotropical entomology*, 36, 836-842.
- AGUIAR, C. M., & ZANELLA, F. C. (2005). **The bee community (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) of an area in the border of the caatinga domain (Itatim, BA-Brazil).** *Neotropical Entomology*, 34(1), 15-24.
- AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J.; KISSLING, W. D.; CARVALHEIRO, L. G.; WALLISDEVRIES, M. F.; FRANZÉN, M.; BIESMEIJER, J. C. **Functional traits help to explain half-century long shifts in pollinator distributions.** *Scientific Reports*, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2016.
- AHRENFELDT, E.J., KOLLMANN, J., MADSEN, H.B., SKOV-PETERSEN, H. & SIGSGAARD, L. **Generalist solitary ground-nesting bees dominate diversity survey in intensively managed agricultural land.** *Journal of Melittology*, n. 82, p. 1-12, 2019.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. **Por que preservar troncos apodrecidos e barrancos em sua propriedade.** *Mensag. Doce*, v. 100, 2009.
- ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MELO, R. F. D. **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro.** In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). *Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro.* Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, cap. 3, p. 41-52, 2009.
- ANTOINE, C. M.; FORREST, J. R. K. **Nesting habitat of ground-nesting bees: a review.** *Ecological Entomology*, v. 46, n. 2, p. 143-159, 2021.
- ARAÚJO F. J. A.; CRISPIM, S. M. A.. **Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil.** In: Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. Anais... Corumbá: Embrapa Pantanal; Concórdia: Universidade de Contestado, 2002.
- ASCHER, J. S.; PICKERING, J. **Discover Life bee species guide and world checklist(Hymenoptera:Apoidea:Anthophila).** 2020.
- BANASZAK-CIBICKA, W.; ŻMIHORSKI, M. **Wild bees along an urban gradient: winners and losers.** *Journal of Insect Conservation*, v. 16, n. 3, p. 331-343, 2012.

BARBOSA, D. B.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. **As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização.** Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 3, n. 4, pg. 694-703, 2017.

BATALHA FILHO, H., NUNES, L. A., PEREIRA, D. G., & WALDSCHMIDT, A. M. (2007). Inventário da fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga da região de Jequié, BA. *Biosci. j.(Online)*, 24-29.

BATRA, S.W. **Solitary bees.** Sci. Amer. v.250, p.86-93, 1984.

BERINGER, J.; MACIEL, F. L.; TRAMONTINA, F. F. **O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras.** Revista Eletrônica Científica Da UERGS, v. 5, n. 1, p. 18-27, 2019.

BEZERRA, A. D. C. (2010). Análises da estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga do maciço de Baturité, Ceará, Brasil.

BIÉ, F. C. A.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R. **Identificação dos biomas e das fitofisionomias da vegetação da ecorregião tabuleiros costeiros.** In: Embrapa Territorial-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 13, 2019, Campinas. Anais... Campinas: Instituto Agrônômico (IAC), 2019.

Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P., Borcard, D., Gillet, F., & Legendre, P. (2018). Unconstrained ordination. *Numerical ecology with R*, 151-201.

BORCARD, D., GILLET, F., LEGENDRE, P., BORCARD, D., GILLET, F., & LEGENDRE, P. (2018). Unconstrained ordination. *Numerical ecology with R*, 151-201.

BORGES, R.C.; PADOVANI, K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; GIANNINI, T.C. **A dataset of multi-functional ecological traits of Brazilian bees.** Scientific Data, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2020.

BRASIL, D. D. F.; GUIMARÃES-BRASIL, M. D. O. **Main flower resources for Caatinga bees.** *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 17, n. 2, p. 149-156, 2018.  
BUCHHOLZ, S.; EGERER, M. H. **Functional ecology of wild bees in cities: towards a better understanding of trait-urbanization relationships.** *Biodiversity and Conservation*, v. 29, n. 9, p. 2779-2801, 2020.

CAIRES, S. C.; BARCELOS, D. **Colapso das abelhas: possíveis causas e consequências do seu desaparecimento na natureza.** Possíveis causas e consequências do seu desaparecimento na natureza. *Acta Apicola Brasilica*, v. 5, p. 11, 2017.

CALOR, A. R.; BRAVO, F. **Artrópodes do semiárido: conhecimento atual e desafios para os próximos anos. Artrópodes do semiárido: biodiversidade e conservação.** Feira de Santana, Printmídia, p. 293-296, 2014.

CANE, J. H.; MINCKLEY, R. L.; KERVIN, L. J.; ROULSTON, T. A. H.; WILLIAMS, N. M. **Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation**. *Ecological applications*, v. 16, n. 2, p. 632-644, 2006.

CANE, J.H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v.5, n. 1, pg. 3. 2001.

CANE, J.H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v.5, n. 1, pg. 3. 2001.

CARIVEAU, D. P.; WINFREE, R. Causes of variation in wild bee responses to anthropogenic drivers. **Current Opinion in Insect Science**, v. 10, pg. 104-109, 2015.

CARIVEAU, D. P.; WINFREE, R. Causes of variation in wild bee responses to anthropogenic drivers. **Current Opinion in Insect Science**, v. 10, pg. 104-109, 2015.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; DE MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; DE JESUS JÚNIOR, L. A.; ARAÚJO, J. L. P. **A região semiárida brasileira**. Produção de caprinos e ovinos no semiárido (T. V. Voltolini, ed.). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

COSTA-MAIA, F. M.; LOURENÇO, D. A. L.; TOLEDO, V. A. A. **Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas**. Sistemas de produção agropecuária (ciências agrárias, animais e florestais), p. 45-67, 2010.

COSTANZA, R. **Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability**. *Ecosystem Services*, v. 43, p. 101096, 2020.

CRUZ, D. D. O.; FREITAS, B. M. **Diversidade de abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores de culturas oleaginosas no Nordeste do Brasil**  
**Diversity of bee species floral visitors and potential pollinators of oleaginous crops in Northeast of Brazil**. *AMBIÊNCIA*, v. 9, n. 2, p. 411-418, 2013.

CUNHA, J.B. Levantamento da apifauna do semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. 2019. Monografia (Graduação)-Departamento de biologia, Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará, 2019.

CUNHA, J.B. Levantamento da apifauna do semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. 2019. Monografia (Graduação)-Departamento de biologia, Ciências Biológicas, Universidade Federal do Ceará, 2019.

DA SILVA CAMPÊLO, M. C.; FREIRE, D. A. C.; ABRANTES, M. R.; DE SOUSA, Ê. S.; DA SILVA, J. B. A. **Potencial antimicrobiano de própolis e cera de diferentes espécies de abelhas sem ferrão**. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 9, n. 4, p. 397-400, 2015.

DA SILVA, P. C. G. et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**.2010.

DA SILVA, P. C. G. et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**.2010.

DE ARAUJO, S.; WITT, N. G. D. P. M. **Abelhas nativas e a sua adaptabilidade ao ambiente urbano**. Caderno Intersaberes, v. 9, n. 20, 2020.

DEGUINES, N., JONO, C., BAUDE, M., HENRY, M., JULLIARD, R., & FONTAINE, C. (2014). Large-scale trade-off between agricultural intensification and crop pollination services. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(4), 212-217.

Delimitação do Semiárido. **Ministério do Desenvolvimento Regional**, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/projetos-e-iniciativas/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 02, setembro, 2020.

Delimitação do Semiárido. **Ministério do Desenvolvimento Regional**, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/projetos-e-iniciativas/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 02, setembro, 2020.

DOLÉDEC, S., CHESSEL, D., TER BRAAK, C. J., & CHAMPELY, S. (1996). Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics*, 3, 143-166.

ENCICLOPÉDIA, DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Rio de Janeiro, 2021.

ENGEL, M. S. **Family-group names for bees (Hymenoptera: Apoidea)**. American Museum Novitates, v. 2005, n. 3476, p. 1-33, 2005.

FARIA, L.R.R.; MELO, G.A.R. **Orchid bees (Euglossini)**. In: C. K. Starr. (Org.). Encyclopedia of Social Insects. 1ed.Chem: Springer, p. 685-690, 2020.

FLORES, L. M. A. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. **Iheringia. Série Botânica**, v. 67, n.2, pg. 189-197, 2012.

FLORES, L. M. A. A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. **Iheringia. Série Botânica**, v. 67, n.2, pg. 189-197, 2012.

Flores, L. M. A., Zanette, L. R. S., Boscolo, D., & Araújo, F. S. (2019). Landscape structure effects on bee and wasp assemblages in a semiarid buffer zone. *Landscape Online*, 76-76.

FLORES, L. M. A.; PACHECO FILHO, A. J.; WESTERKAMP, C.; FREITAS, B. M. **A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo**. Iheringia. Série Botânica, v. 67, n.2, p. 189-197, 2012.

FORTEL, L.; HENRY, M.; GUILBAUD, L.; GUIRAO, A. L.; KUHLMANN, M.; MOURET, H.; VAISSIÈRE, B. E. **Decreasing abundance, increasing diversity and changing structure of the wild bee community (Hymenoptera: Anthophila) along an urbanization gradient.** PloS one, v. 9, n. 8, p. 1-12, 2014.

FREITAS, B. M., PACHECO FILHO, A. J., ANDRADE, P. B., LEMOS, C. Q., ROCHA, E. E. M., PEREIRA, N. O., ... & MENDONÇA, K. S. (2014). Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil. *Journal of Pollination Ecology*, 12, 22-30.

FREITAS, B. M.; ALVES, J. E. **A importância da disponibilidade de locais para nidificação de abelhas na polinização agrícola: o caso das mamangavas de toco.** Mensagem doce, v. 100, p. 5-14, 2009.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MEDINA, L.M.; KLEINERT, A.M.P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G. **Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics.** Apidologie, v. 40, n. 3, p. 332-346, 2009.

GAGLIANONE, M. C.; AGUIAR, A. J. C. D.; VIVALLO, F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **Checklist das abelhas coletoras de óleos do Estado de São Paulo, Brasil.** Biota Neotropica, v. 11, p. 657-666, 2011.

GALETTO, L.; AIZEN, M.A.; DEL CORO ARIZMENDI, M.; FREITAS, B.M.; GARIBALDI, L.A.; GIANNINI, T.C.; LOPES, A.V.; DO ESPÍRITO SANTOS, M.M.; MAUÉS, M.M.; NATES-PARRA, G.; RODRIGUES, J.I.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; VANDAME, R.; VIANA, B.F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **Risk and opportunities associated with pollinators conservation and management of pollination services in Latin America.** Ecología Austral, v.32, p. 055-076, 2022.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C.F.; AGUIAR, C.M.L. **As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil.** Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca; Dora Ann Lange Canhos; Denise de Araújo Alves, p. 183-202, 2012.

GIANNINI, T.C.; CORDEIRO, G.D.; FREITAS, B.M.; SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil.** Journal of economic entomology, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

GIONGO, V.; CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GAVA, C. A. T. **Carbono no sistema solo-planta no Semiárido brasileiro.** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 4, n. 6, p. 1233-1253, 2011.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF).  
[https://www.gbif.org/occurrence/search?occurrence\\_status=present&q=](https://www.gbif.org/occurrence/search?occurrence_status=present&q=) (Último acesso em 07/04/2022)

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF).  
[https://www.gbif.org/occurrence/search?occurrence\\_status=present&q=](https://www.gbif.org/occurrence/search?occurrence_status=present&q=) (Último acesso em 07/04/2022)

- GONÇALVES, C.; PASSALA, J.; DOS SANTOS, J. C.; DA COSTA VIEIRA, C. M. G.; JÚNIOR, N. Z. **Conscientização ambiental no âmbito escolar: a importância da polinização e o declínio dos Agentes polinizadores pelo uso excessivo de inseticidas.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 58358-58375, 2021.
- Grimm, N. B., Foster, D., Groffman, P., Grove, J. M., Hopkinson, C. S., Nadelhoffer, K. J., ... & Peters, D. P. (2008). The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(5), 264-272.
- GRIMM, N. B., FOSTER, D., GROFFMAN, P., GROVE, J. M., HOPKINSON, C. S., NADELHOFFER, K. J., ... & PETERS, D. P. (2008). The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(5), 264-272.
- HIPÓLITO, J.; SOUSA, B.D.S.B.; BORGES, R.C.; DE BRITO, R.M.; JAFFÉ, R.; DIAS, S.; IMPERATRIZ FONSECA, V.L.; GIANNINI, T.C. **Valuing nature's contribution to people: The pollination services provided by two protected areas in Brazil.** Global Ecology and Conservation. v. 20, p. e00782, 2019.
- HOOPER, D.U.; CHAPIN III, F. S.; EWEL, J. J.; HECTOR, A.; INCHAUSTI, P.; LAVOREL, S.; WARDLE, D. A. **Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge.** Ecological Monographs, v. 71, p. 3-35, 2005.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. D. A.; SARAIVA, A. M. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** (Eds.) Edusp: São Paulo, 2012.
- KALUZA, B. F.; WALLACE, H. M.; HEARD, T. A.; MINDEN, V.; KLEIN, A.; LEONHARDT, S. D. **Social bees are fitter in more biodiverse environments.** Scientific reports, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2018.
- KHALIFA, S.A.M.; ELSHAFIEY, E.H.; SHETAIA, A.A.; EL-WAHED, A.A.A.; ALGETHAMI, A.F.; MUSHARRAF, S.G.; ALAJMI, M.F.; ZHAO, C.; MASRY, S.H.D.; ABDEL-DAIM, M.M.; HALABI, M.F.; KAI, G.; AL NAGGAR, Y.; BISHR, M.; DIAB, M.A.M.; EL-SEEDI, H.R. **Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production.** Insects, v. 12, n. 8, p. 688, 2021.
- KIM, J.; WILLIAMS, N.; KREMEN, C. **Effects of cultivation and proximity to natural habitat on ground-nesting native bees in California sunflower fields.** Journal of the Kansas Entomological Society, v. 79, n. 4, p. 309-320, 2006.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.** Proceedings of the royal society B: biological sciences, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.
- KLEIN, A.-M.; FREITAS, B.M.; BOMFIM, I.G.A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M.O. **Insect Pollination of Crops in Brazil: A Guide for Farmers, Gardeners, Politicians and Conservationists.** Nature Conservation and



Landscape Ecology, Albert-Ludwigs University Freiburg, Freiburg, Germany. p. 149, 2020.

LIMA, V. R. P. D., SILVA-SEABRA, V. D., ALBUQUERQUE-XAVIER, R., & CONCEIÇÃO-DORNELLAS, P. D. (2019). **Análise do padrão espacial do uso e cobertura do solo e da fragmentação e conectividade da vegetação no semiárido do Nordeste Brasileiro: Bacias Dos Rios Taperoá e Alto Paraíba-Pb.** *Revista de Estudios Andaluces*, 37, 25-49.

LOIOLA, Maria Iracema Bezerra; ROQUE, Alan de Araújo; OLIVEIRA, Ana Cláudia Pereira de. Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. **Ecologia**, v. 4, pg. 14-19, 2012.

LOIOLA, Maria Iracema Bezerra; ROQUE, Alan de Araújo; OLIVEIRA, Ana Cláudia Pereira de. Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. **Ecologia**, v. 4, pg. 14-19, 2012.

LOPES, I. S.; ZONARO, L. D.; CALVALCANTE, M.; DOS SANTOS, T. C.; DE MELO SILVA, P.; DE OLIVEIRA LEGENDRE, A.; TALMONI, J. L. B. **Agrotóxicos: a ameaça de extinção das abelhas no Brasil.** Programa Educativo e Social JC na Escola: Ciência Alimentando o Brasil, p. 95-110, 2018.

LORENZON, M. C. A., & MATRANGOLO, C. A. R. (2005). **Foraging on some nonfloral resources by stingless bees (Hymenoptera, Meliponini) in a caatinga region.** *Brazilian Journal of Biology*, 65, 291-298.

LOSEY, J.E.; VAUGHAN, M. **The economic value of ecological services provided by insects.** *Bioscience*, v. 56, n. 4, p. 311-323, 2006.

LYBRAND, R.; FEDENKO, J.; TFAILY, M.; RAO, S. **Soil properties and biochemical composition of ground-dwelling bee nests in agricultural settings.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 84, n. 4, p. 1139-1152, 2020. Mapas Uso e Cobertura do Solo. **MAPBIOMAS**, 2020. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso em: 9 setembro, 2020.

Mapas Uso e Cobertura do Solo. **MAPBIOMAS**, 2020. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso em: 9, setembro, 2020.

MÁRCIA LOCATELLI DE SOUZA, E. (2003). **Fenologia e relações abelhas/plantas em uma comunidade de Mata Serrana (Brejo de Altitude) no Nordeste do Brasil.**

MARQUES, M. F., & GAGLIANONE, M. C. (2013). **Biologia de nidificação e variação altitudinal na abundância de Megachile (Melanosarus) nigripennis Spinola (Hymenoptera, Megachilidae) em um inselbergue na Mata Atlântica, Rio de Janeiro.** *Bioscience Journal*, 29(1), 198-208.

MARTINS, A. C. **Abordagens históricas no estudo das interações planta-polinizador.** *Oecologia Australis*, v. 7, n. 7 (2), p. 229-242, 2013.

MATTHIES, S. A.; RUETER, S.; SCHAARSCHMIDT, F.; PRASSE, R. **Determinants of species richness within and across taxonomic groups in urban green spaces.** *Urban Ecosystems*, v. 20 n.4, p. 897-909, 2017.

MICHENER, C.D. **The Bees of the World.** 2nd Edition, John Hopkins University Press, Baltimore, 2007.

MILET PINHEIRO, P. (2008). **Polinização de *Tabebuia impetiginosa* e *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae) e o efeito de pilhadores no seu sucesso reprodutivo no Parque Nacional do Catimbau** (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).

MILET-PINHEIRO, P., & SCHLINDWEIN, C. (2008). **Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil.** *Revista Brasileira de Entomologia*, 52, 625-636.

MORETI, A.C.C.C. PÓLEN: **Alimento protéico para as abelhas: Complemento alimentar para o homem.** 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/Polen/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/Polen/index.htm). Acesso em: 28 jun. 2022.

MOURA, D. C. 2003. Riqueza e abundância de abelhas em diferentes estágios de degradação da Caatinga como indicadores ambientais no entorno da Usina Hidrelétrica de Xingó. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

MOURA, D. C., PEREIRA, T. M. S., DE FARIAS, G. C., & LEITE, J. E. M. (2018). **Abelhas e espécies melitófilas da mata ciliar do riacho Salgadeira, município de Alcântil, Paraíba.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 13(3), 392-398.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. **Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas.** *Eliséé*, v. 9, n. 2, p. e922021, 2020.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. D.; REMPEL, C. **Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes.** In XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto, v. 12, p. 2339-2346, 2005.

POTTS, S. G., BIESMEIJER, J. C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O., & KUNIN, W. E. (2010). **Global pollinator declines: trends, impacts and drivers.** *Trends in ecology & evolution*, 25(6), 345-353.

QGIS.org (2020). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>.

RADER, R., BARTOMEUS, I., TYLIANAKIS, J. M., & LALIBERTÉ, E. (2014). **The winners and losers of land use intensification: Pollinator community**

**disassembly is non-random and alters functional diversity.** *Diversity and Distributions*, 20(8), 908-917.

RAGUSE-QUADROS, M.; MOREIRA, S. B. H. **Capítulo 7 Onde as abelhas sociais e solitárias encontram abrigo**, 2018.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B. **A vegetação do bioma caatinga**. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (Eds.). *Vegetação e flora da Caatinga*. Recife: PNE/CNIP, p.11-25, 2002.

RODARTE, A. T. A., SILVA, F. O. D., & VIANA, B. F. (2008). **The bee flora of caatinga vegetation on sand dunes in Bahia State, Northeastern Brazil.** *Acta Botanica Brasílica*, 22, 301-312.

ROUBIK, D. W. **Biologia de nidificação de abelhas sem ferrão**. *Apidologie*, v. 37, n. 2, p. 124-143, 2006.

SAMNEGÅRD, U., PERSSON, A. S., & SMITH, H. G. (2011). **Gardens benefit bees and enhance pollination in intensively managed farmland.** *Biological Conservation*, 144(11), 2602-2606.

SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C. **Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduais e as estratégias para a conservação**. In: Tópicos atuais em botânica: palestras convidadas do 51o congresso nacional de botânica. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 183-188, 2000.

SCHEINER, S. M.; KOSMAN, E.; PRESLEY, S. J.; WILLIG, M. R. **Decomposing functional diversity**. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 8, n. 7, p. 809-820, 2017.  
SCHLINDWEIN, C. **As abelhas oligoléticas são sempre os polinizadores mais eficazes**. *Abelhas solitárias: conservação, criação e manejo para polinização*. Imprensa Universitária, Fortaleza, p. 231-240, 2004.

Semiárido Brasileiro. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974semiariodobrasileiro.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 02, março, 2021.

SILVA NETO, C. D. M.; SANTOS, L. A. C.; SOUZA, W. G. D.; MARTINS, T. D. O.; CASTRO E SILVA, T.; DE LIMA, A. A.; DE SOUZA, M. M. O. **Bees in agroforestry systems in the Cerrado**. *Journal of Apicultural Research*, p. 1-5, 2021.

SILVA, M. G.; DANTAS, M. C. D. A. M.; MOREIRA, J. N.; DA SILVA SOUSA, V. T.; DE SOUSA GOMES, M.; DE ANDRADE, W. C. **Perfil dos criadores de Apis mellifera L. no município de Aparecida, Paraíba**. *Caderno Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 2, 2017.

SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. **Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica**. *Natureza on line*, v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A.; ALMEIDA, E. A. **Abelhas brasileiras**. Sistemática e Identificação. Fundação Araucária, Belo Horizonte, p. 253, 2002.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; DE CALDAS PINTO, M. do S. **As abelhas como agentes polinizadores**. REDVET. Revista electrónica de Veterinária, v. 8, n. 3, p. 1-7, 2007.

SOUZA, G. D. S.; SOUZA, P. S. S.; ARAÚJO, K. L. G.; REBOUÇAS, P. L. O.; KIILL, L. **Nidificação de espécies de Centris em ninhos-armadilha para incremento dos serviços de polinização em aceroleiras**. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 14, 2019.

STEFFAN-DEWENTER, I.; WESTPHAL, C. The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. **Journal of Applied Ecology**, pg. 737-741, 2008.

STEFFAN-DEWENTER, I.; WESTPHAL, C. The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. **Journal of Applied Ecology**, pg. 737-741, 2008.

TABATINGA FILHO, G. M. 2013. Rede de interações entre flores e abelhas em CAATINGA: Atributos florais e dinâmica da oferta de recursos. PhD Thesis, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

THEODOROU, P.; HERBST, S. C., KAHNT, B., LANDAVERDE-GONZÁLEZ, P., BALTZ, L. M., OSTERMAN, J., & PAXTON, R. J. **Urban fragmentation leads to lower floral diversity, with knock-on impacts on bee biodiversity**. Scientific reports, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2020.

TOTH, A.L.; REHAN, S.M. **Evolução Molecular da Socialidade dos Insetos: Uma Perspectiva Eco-Evo-Devo**. Annual Review of Entomology, v. 62, n. 1, p.419–442, 2017.

VIANA, B. F., & KLEINERT, A. D. M. P. (2005). **A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brazil**. *Biota neotropica*, 5, 79-91.

VIEIRA, F. R.; ANDRADE, D. C.; RIBEIRO, F. L. **A polinização por abelhas sob a perspectiva da Abordagem de Serviços Ecossistêmicos (ASE)**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 12, n. 4, p. 544-560, 2021.

WESTRICH, P. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. **Linnean Society Symposium Series**. Academic Press Limited, pg. 1-16, 1996.

WILLIAMS, N. M.; CRONE, E. E.; T'AI, H. R.; MINCKLEY, R. L.; PACKER, L.; POTTS, S. G. **Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances**. Biological Conservation, v.143, n.10, p.2280-2291, 2010.

ZANELLA, F. C. (2003). **Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na caatinga.** *Apoidea Neotropica: homenagem aos, 90*, 231-240.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. **Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação.** *Ecologia e conservação da Caatinga*, p. 75-134, 2003.

## APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO DE ATRIBUTOS FUNCIONAIS

**Apêndice 1.** Classificação dos estados dos atributos funcionais para cada espécie de abelha referentes ao banco de dados de espécies do Semiárido Brasileiro, com base em Cunha (2019), atualizado com novos registros; par= parassocial; sol= solitária; soc= social; aba= abaixo do solo; aci= acima do solo; poli= polilética; oli= oliglética; bar= barr; fol= folha; res= resina; ole= óleo; mad= madeira; org= matéria orgânica; no= não identificado.

| Espécie  | Sociabilidade | Local de Nidificação | Forrageio | Material para construção do ninho |
|--|---------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|
| <i>Acamptopoeum prinii</i> Holmberg, 1884.                           | sol           | aba                  | pol       | bar                               |
| <i>Agapostemon (Notagapostemon) chapadensis</i> Cockerell, 1900      | sol           | aba                  | pol       | bar                               |
| <i>Agapostemon (Notagapostemon) semimelleus</i> Cockerell, 1900      | sol           | aba                  | pol       | bar                               |
| <i>Augochloropsis (Augochloropsis) callichroa</i> (Cockerell, 1900)  | sol           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Alloscirtetica labiatarum</i> (Ducke, 1910)                       | sol           | aba                  | oli       | bar                               |
| <i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)                      | sol           | aba                  | oli       | bar                               |
| <i>Anthidium latum</i> Schrottky, 1902                               | sol           | aci                  | pol       | res                               |
| <i>Anthrenoides petrolinensis</i> Urban, 2006                        | sol           | aba                  | oli       | no                                |
| <i>Anthrenoites deborae</i> Urban, 2005.                             | sol           | aba                  | oli       | no                                |
| <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758                                 | soc           | aci                  | pol       | no                                |
| <i>Arhysoceble huberi</i> (Ducke, 1908)                              | sol           | aba                  | pol       | ole                               |
| <i>Augochlora (Augochlora) diaphractes</i> (Vachal, 1911)            | sol           | aci                  | pol       | no                                |
| <i>Augochlora (Augochlora) esox</i> (Vachal, 1911)                   | sol           | aci                  | pol       | org                               |
| <i>Augochlora thalia</i> Smith, 1879                                 | soc           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Augochlorella tredecim</i> (Vachal, 1911)                         | sol           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Augochloropsis (Augochloropsis) heterochroa</i> (Cockerell, 1900) | sol           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Augochloropsis cockerelli</i> Schrotty, 1909                      | sol           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)                     | sol           | aba                  | oli       | no                                |
| <i>Augochloropsis hebescens</i> (Smith, 1879)                        | sol           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Bombus (Fervidobombus) brevivillus</i> Franklin, 1913             | soc           | aba                  | pol       | no                                |
| <i>Caenonomada unicalcarata</i> (Ducke, 1908)                        | sol           | aba                  | pol       | ole                               |
| <i>Callonychium (Callonychium) brasiliense</i> (Ducke, 1907)         | sol           | aba                  | oli       | no                                |
| <i>Camargoia nordestina</i> Camargo, 1996                            | soc           | aci                  | pol       | no                                |
| <i>Cebalurgus longipalpis</i> Urban & Moure, 1993                    | sol           | aba                  | oli       | no                                |
| <i>Centris (Centris) poecila</i> Lepeletier, 1841                    | sol           | aba                  | pol       | ole                               |
| <i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841                      | sol           | aba                  | pol       | bar                               |
| <i>Centris (Centris) caxiense</i> Ducke, 1907                        | sol           | aba                  | pol       | bar                               |
| <i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)                | sol           | aba                  | pol       | ole                               |
| <i>Centris (Centris) leprieuri</i> (Spinola, 1841)                   | sol           | aba                  | oli       | ole                               |
| <i>Centris (Centris) nitens</i> Lepeletier, 1841                     | sol           | aba                  | oli       | ole                               |

|   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| <i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969                  | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Centris) byrsonimae</i> Mahlmann & Oliveira, 2012   | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Centris) decolorata</i> Lepeletier, 1841            | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Centris) pulchra</i> Moure, Oliveira & Viana, 2003  | sol | aba | pol | ole |
| <i>Frieseomelitta varia</i> (Lepeletier, 1836)                  | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874                 | sol | aci | pol | res |
| <i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841        | sol | aci | pol | ole |
| <i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier, 1841            | sol | aci | pol | ole |
| <i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)         | sol | aci | oli | ole |
| <i>Centris (Melacentris) obsoleta</i> Lepeletier, 1841          | sol | aba | oli | ole |
| <i>Centris (Melacentris) pectoralis</i> Burmeister, 1876        | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Paracentris) hypitidis</i> Ducke, 1908              | sol | aba | oli | ole |
| <i>Centris (Paracentris) xanthomelaena</i> Moure & Castro, 2001 | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841              | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854                  | sol | aci | pol | ole |
| <i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i> Ducke, 1910             | sol | aba | pol | ole |
| <i>Centris (Ptilotopus) moerens</i> (Perty, 1833)               | sol | aci | pol | ole |
| <i>Centris (Xanthemis) lutea</i> Fiese, 1899                    | sol | aci | pol | mad |
| <i>Ceratina (Calloceratina) chloris</i> (Fabricius, 1804)       | par | aci | pol | mad |
| <i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i> Smith, 1854              | par | aci | pol | mad |
| <i>Ceratina (Crewella) paraguayensis</i> Schrottky, 1907        | par | aci | pol | mad |
| <i>Ceratina portoi</i> Friese, 1910                             | par | aci | pol | mad |
| <i>Ceratina richardsoniae</i> Schrottky, 1909                   | par | aci | pol | mad |
| <i>Ceratinula (Ceratinula) manni</i> Cockerell, 1912            | sol | aci | pol | mad |
| <i>Ceratinula (Ceratinula) muelleri</i> Moure, 1941             | sol | aci | pol | no  |
| <i>Chilicola (Prosopoides) minima</i> (Ducke, 1908)             | sol | aci | oli | no  |
| <i>Colletes petropolitanus</i> Dalla Torre, 1896                | sol | aci | pol | no  |
| <i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879                             | sol | aci | pol | no  |
| <i>Diadasina paraenses</i> (Ducke, 1912)                        | sol | aba | oli | bar |
| <i>Diadasina riparia</i> (Ducke, 1907)                          | sol | aba | oli | bar |
| <i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)                           | par | aba | pol | no  |
| <i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)                    | sol | aci | pol | res |
| <i>Dicranthidium luciae</i> Urban, 1993                         | sol | aci | pol | res |
| <i>Dicranthidium soniae</i> Urban, 1993                         | sol | aci | pol | res |
| <i>Epanthidium maculatum</i> Urban, 1995                        | sol | aci | pol | res |
| <i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)                   | sol | aci | pol | res |
| <i>Epicharis (Epicharana) flava</i> Friese, 1900                | sol | aba | pol | ole |
| <i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1854                | sol | aba | pol | ole |
| <i>E.nordestina</i>   | sol | aci | pol | mad |
| <i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)             | sol | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968                | sol | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967             | sol | aba | pol | res |
| <i>Euglossa (Euglossa) nanomelanotricha</i> Nemésio, 2009       | soc | aba | pol | res |

|   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| <i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982            | sol | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i> Cockerell, 1904            | soc | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996        | soc | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922           | soc | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Glossurella) carinilabris</i> Dressler, 1982       | soc | aci | pol | res |
| <i>Euglossa (Euglossa) carolina</i> Nemésio, 2009               | soc | aci | pol | res |
| <i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841             | par | aci | pol | res |
| <i>Eulaema (Eulaema) bombiformis</i> (Packard, 1869)            | par | aci | pol | res |
| <i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)                      | par | aci | pol | res |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853           | sol | aba | pol | org |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> spinola, 1853       | sol | aba | pol | org |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) subtilis</i> Timberlake, 1980      | sol | aba | pol | org |
| <i>Florilegus (Euflorilegus) festivus</i> (Smith, 1854)         | sol | aba | oli | no  |
| <i>Florilegus (Euflorilegus) similis</i> Urbano, 1970           | sol | aba | pol | no  |
| <i>Frieseomelitta doederleini</i> (Friese, 1900)                | soc | aba | pol | res |
| <i>Frieseomelitta flavicornis</i> (Fabricius, 1798)             | soc | aci | pol | res |
| <i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)                     | soc | aci | pol | res |
| <i>Frieseomelitta languida</i> (Moure, 1990)                    | soc | aci | pol | res |
| <i>Frieseomelitta silvestrii</i> (Friese, 1902)                 | soc | aci | pol | res |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) similis</i> Urban, 1989              | sol | aba | oli | bar |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) rosadoi</i> Urban, 1989              | sol | aba | oli | bar |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) carinata</i> Urban, 1989             | sol | aba | oli | bar |
| <i>Gaesischia (Agaesischia) hyptidis</i> (Ducke, 1910)          | sol | aba | oli | bar |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) rosadoi</i> Urban, 1989              | sol | aba | oli | bar |
| <i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863)                         | soc | aba | oli | bar |
| <i>Geotrigona subterranea</i> (Friese, 1901)                    | soc | aba | oli | bar |
| <i>Halictus (Pachyceble) hesperus</i> Smith, 1862               | soc | aba | pol | no  |
| <i>Hypanthidium cacerense</i> Urban, 1998                       | sol | aci | oli | res |
| <i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken, 1930)                   | sol | aci | oli | res |
| <i>Lithurgus huberi</i> Ducke, 1907                             | sol | aci | oli | mad |
| <i>Megachile (Acentron) bernardina</i> (Schrottky, 1913)        | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Acentron) lentifera</i> Vachal, 1909              | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Acentron) verrucosa</i> Brêthes, 1909             | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836      | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Austromegachile) habilis</i> Mitchell, 1930       | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Chrysosarus) inquirenda</i> Schrottky, 1913       | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Leptorachis) paulistana</i> Schrottky, 1902       | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Melanosarus) brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896   | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Moureapis) apicipennis</i> Schrottky, 1902        | sol | aci | oli | fol |
| <i>Megachile (Neochelynia) brethesi</i> Schrottky, 1909         | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Pseudocentron) asuncicola</i> Strand, 1910        | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Pseudocentron) lissotate</i> Moure, 1943          | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Ptilosaroides) neoxanthoptera</i> Cockerell, 1933 | sol | aci | pol | fol |
| <i>Megachile (Sayapis) dentipes</i> Vachal, 1909                | sol | aci | pol | fol |



|   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| <i>Megachile (Tylomegachile) orba</i> Schrottky, 1913         | sol | aci | pol | fol |
| <i>Melipona (Eomelipona) asilvai</i> Moure, 1971              | soc | aci | pol | res |
| <i>Melipona (Melikerria) quinquefasciata</i> Lepeletier, 1836 | soc | aci | pol | res |
| <i>Melipona (Melipona) mandacaia</i> Smith, 1863              | soc | aci | pol | res |
| <i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836    | soc | aci | pol | res |
| <i>Melipona (Melipona) subnitida</i> Ducke, 1910              | soc | aci | pol | no  |
| <i>Melissodes (Eclipse) nigroaenea</i> (Smith, 1854)          | sol | aba | pol | bar |
| <i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)                   | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melissoptila uncicornis</i> (Ducke, 1910)                  | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)                   | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)                | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitoma osmioides</i> (Ducke, 1908)                       | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)                 | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitoma taurea</i> (Say, 1837)                            | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)                   | sol | aba | oli | bar |
| <i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)                | sol | aba | oli | bar |
| <i>Nomiocolletes bicellularis</i> (Ducke, 1910)               | sol | aba | oli | no  |
| <i>Oxaea austera</i> Gerstaecker, 1867                        | sol | aba | pol | no  |
| <i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807                            | sol | aba | pol | no  |
| <i>Paratrapedia connexa</i> (Vachal, 1909)                    | sol | aba | pol | bar |
| <i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)                 | sol | aci | pol | fol |
| <i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)                       | soc | aci | pol | bar |
| <i>Partamona seridoensis</i> Pedro & Camargo, 2003            | soc | aci | pol | bar |
| <i>Perditomorpha decoloratus</i> Ducke, 1908                  | sol | aba | oli | no  |
| <i>Pereirapis semiaurata</i> (Spinola, 1853)                  | soc | aci | pol | no  |
| <i>Plebeia flavocincta</i> (Cockerell, 1912)                  | soc | aci | pol | res |
| <i>Protodiscelis alismatis</i> Ducke, 1908                    | sol | aba | oli | no  |
| <i>Protodiscelis palpalis</i> (Ducke, 1908)                   | sol | aba | oli | no  |
| <i>Protomeliturga turnerae</i> (Ducke, 1907)                  | sol | aba | oli | no  |
| <i>Psaenythia variabilis</i> Ducke, 1908                      | sol | aba | oli | no  |
| <i>Pseudaugochlora flammula</i> Almeida, 2008                 | sol | aba | pol | no  |
| <i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)             | sol | aba | oli | no  |
| <i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)                  | soc | aba | pol | no  |
| <i>Ptilothrix plumata</i> Smith, 1853                         | sol | aba | oli | bar |
| <i>Sarocolletes fulva</i> Moure & Urban, 1995                 | sol | aba | oli | no  |
| <i>Tapinotaspoides rufescens</i> (Friese, 1899)               | sol | aba | pol | no  |
| <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)               | soc | aci | pol | no  |
| <i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810                       | sol | aci | pol | ole |
| <i>Tetrapedia clypeata</i> Friese, 1899                       | sol | aci | pol | ole |
| <i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844                      | soc | aci | pol | fol |
| <i>Trigona fuscipennis</i> (Friese, 1900)                     | soc | aci | pol | fol |
| <i>Trigona recursa</i> Smith, 1863                            | soc | aci | pol | fol |
| <i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)                     | soc | aci | pol | fol |
| <i>Trigonisca intermedia</i> Moure, 1990                      | soc | aci | pol | no  |
| <i>Trigonisca pediculana</i> (Fabricius, 1804)                | soc | aci | pol | no  |

|   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| <i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)        | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910             | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841       | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i> Smith, 1874             | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo,<br>1988 | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) subcyanea</i> Pérez, 1901            | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) macrops</i> Lepeletier, 1841         | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)       | par | aci | pol | mad |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) subzonata</i> Moure, 1949            | par | aci | pol | mad |

---

## ANEXO A – DEFINIÇÃO DE CLASSES DE USO DO SOLO

**Anexo 1.** Definição detalhada de cada classe de uso do solo de acordo com Mapbiomas versão 5.0., englobada nas categorias de Áreas naturais, Áreas de Agricultura, Áreas urbanas e Áreas de pastagem, presentes nas unidades amostrais estudadas dentro do limite do Semiárido Brasileiro.

| <b>Categoria</b>     | <b>Classe</b>              | <b>Definição</b>   |
|----------------------|----------------------------|--|
| Áreas Naturais       | Formação Florestal         | Vegetação com domínio de dossel contínuo como Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual, e para o Cerrado são as vegetações com predomínio de espécies arbóreas, dossel contínuo e florestas estacionais semidecíduais. |
|                      | Formação Campestre         | Vegetações naturais com domínio de espécies herbáceas.   |
|                      | Formação Savânica          | Vegetação com domínio de espécies de dossel semi-contínuo, como Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada e estratos arbustivo-herbáceos definidos.  |
|                      | Mangue                     | Formações florestais densas, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.   |
|                      | Afloramento Rochoso        | Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.  |
|                      | Apicum                     | Picuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme.              |
|                      | Rios, Lagos e Oceanos      | Corpos d'água.   |
| Áreas de Agricultura | Lavoura Perene             | Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo por mais de um ano.  |
|                      | Lavoura Temporária         | Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração.   |
|                      | Aquicultura                | Área referente a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura.  |
| Áreas Urbanas        | Infraestrutura Urbana      | Áreas urbanizadas com domínio de superfície não vegetada, incluindo estradas, vias e construções.  |
|                      | Outras Áreas Não Vegetadas | Infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes   |
| Áreas de Pastagem    | Pastagem                   | Área de pastagem plantada, associada a atividade agropecuária.   |

Fonte: MapBiomas, Versão 5.0.

**Anexo 2.** Nível de informações coletadas referente aos atributos funcionais de cada espécie de abelha do banco de dados de espécies do Semiárido Brasileiro, com base em Cunha (2019), atualizado com novos registros. X= ausente.

| <b>Espécie</b>                                  | <b>Sociabilidade</b> | <b>Local de Nidificação</b> | <b>Forrageio</b> | <b>Material para construção de ninho</b> |
|---|----------------------|-----------------------------|------------------|--|
| <i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793) | Espécie              | Espécie                     | Espécie          | Gênero                                   |

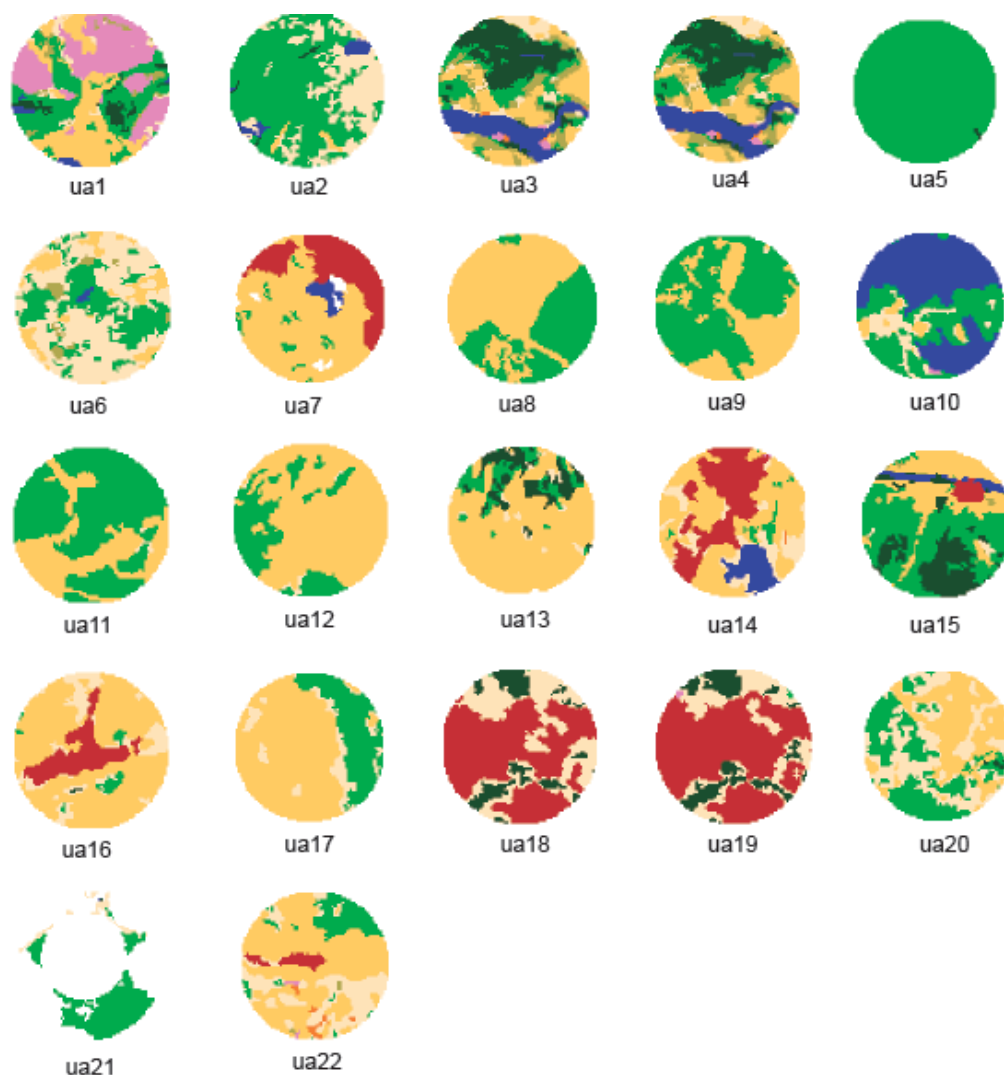
|  |           |           |         |            |
|--|-----------|-----------|---------|------------|
| <i>Augochloropsis (Augochloropsis) callichroa</i> (Cockerell, 1900)  | Gênero    | Espécie   | Espécie | Subfamília |
| <i>Agapostemon (Notagapostemon) chapadensis</i> Cockerell, 1900      | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Gênero     |
| <i>Augochloropsis cockerelli</i> Schrotky, 1909                      | Gênero    | Gênero    | Espécie | Subfamília |
| <i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)                     | Espécie   | Gênero    | Espécie | Subfamília |
| <i>Anthrenoites deborae</i> Urban, 2005.                             | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Subfamília |
| <i>Augochlora (Augochlora) diaphractes</i> (Vachal, 1911)            | Subgênero | Subgênero | Espécie | Subfamília |
| <i>Augochlora (Augochlora) esox</i> (Vachal, 1911)                   | Espécie   | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Augochloropsis hebescens</i> (Smith, 1879)                        | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Subfamília |
| <i>Augochloropsis (Augochloropsis) heterochroa</i> (Cockerell, 1900) | Gênero    | Gênero    | Espécie | Subfamília |
| <i>Arhysoceble huberi</i> (Ducke, 1908)                              | Tribo     | Gênero    | Espécie | Gênero     |
| <i>Alloscirtetica labiatarum</i> (Ducke, 1910)                       | Tribo     | Tribo     | Gênero  | Tribo      |
| <i>Anthidium latum</i> Schrottky, 1902                               | Gênero    | Tribo     | Gênero  | Gênero     |
| <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758                                 | Espécie   | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Anthrenoides petrolinensis</i> Urban, 2006                        | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Subfamília |
| <i>Acamptopoeum prinii</i> Holmberg, 1884.                           | Espécie   | Espécie   | Espécie | Gênero     |
| <i>Agapostemon (Notagapostemon) semimelleus</i> Cockerell, 1900      | Gênero    | Tribo     | Gênero  | Gênero     |
| <i>Augochlora (Oxystoglossela) thalia</i> Smith, 1879                | Subgênero | Subgênero | Espécie | Subfamília |
| <i>Augochlorella tredecim</i> (Vachal, 1911)                         | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Subfamília |
| <i>Bombus (Fervidobombus) brevivillus</i> Franklin, 1913             | Espécie   | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841                      | Espécie   | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)              | Espécie   | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Callonychium (Callonychium) brasiliense</i> (Ducke, 1907)         | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Tribo      |
| <i>Centris (Centris) byrsonimae</i> Muhlmann & Oliveira, 2012        | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Centris (Centris) caxiense</i> Ducke, 1907                        | Espécie   | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Ceratina (Calloceratina) chloris</i> (Fabricius, 1804)            | Gênero    | Gênero    | Espécie | Gênero     |
| <i>Centris (Centris) decolorata</i> Lepeletier, 1841                 | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)                | Gênero    | Espécie   | Espécie | Espécie    |
| <i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841                   | Gênero    | Espécie   | Espécie | Gênero     |
| <i>Centris (Paracentris) hyptidis</i> Ducke, 1908                    | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Centris (Centris) leprieuri</i> (Spinola, 1841)                   | Gênero    | Espécie   | Espécie | Gênero     |
| <i>Ceblurgus longipalpis</i> Urban & Moure, 1993                     | Espécie   | Família   | Espécie | x          |
| <i>Centris (Xanthemisia) lutea</i> Fiese, 1899                       | Espécie   | Espécie   | Espécie | Subgênero  |
| <i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i> Smith, 1854                   | Gênero    | Gênero    | Espécie | Gênero     |
| <i>Ceratinula (Ceratinula) manni</i> Cockerell, 1912                 | Tribo     | Tribo     | Gênero  | Tribo      |
| <i>Centris (Ptilotopus) maranhensis</i> Ducke, 1910                  | Espécie   | Espécie   | Espécie | Gênero     |
| <i>Chilicola (Prosopoides) minima</i> (Ducke, 1908)                  | Gênero    | Gênero    | Gênero  | x          |
| <i>Centris (Ptilotopus) moerens</i> (Perty, 1833)                    | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Ceratinula (Ceratinula) muelleri</i> Moure, 1941                  | Tribo     | Espécie   | Gênero  | x          |
| <i>Centris (Centris) nitens</i> Lepeletier, 1841                     | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Camargoia nordestina</i> Camargo, 1996                            | Subtribo  | Tribo     | Espécie | x          |
| <i>Centris (Melacentris) obsoleta</i> Lepeletier, 1841               | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Ceratina (Crewella) paraguayensis</i> Schrottky, 1907             | Gênero    | Gênero    | Espécie | Gênero     |
| <i>Centris (Melacentris) pectoralis</i> Burmeister, 1876             | Gênero    | Subgênero | Espécie | Gênero     |
| <i>Colletes petropolitanus</i> Dalla Torre, 1896                     | Gênero    | Gênero    | Gênero  | Gênero     |

|   |          |           |         |         |
|---|----------|-----------|---------|---------|
| <i>Centris (Centris) poecila</i> Lepeletier, 1841               | Gênero   | Subgênero | Espécie | Gênero  |
| <i>Ceratina portoi</i> Friese, 1910                             | Gênero   | Gênero    | Gênero  | Gênero  |
| <i>Centris (Centris) pulchra</i> Moure, Oliveira & Viana, 2003  | Gênero   | Subgênero | Espécie | Gênero  |
| <i>Ceratina richardsoniae</i> Schrottky, 1909                   | Gênero   | Gênero    | Gênero  | Gênero  |
| <i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879                             | Gênero   | Espécie   | Gênero  | x       |
| <i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969                  | Gênero   | Subgênero | Espécie | Gênero  |
| <i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854                  | Gênero   | Subgênero | Espécie | Gênero  |
| <i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874                 | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841        | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Caenonomada unicalcarata</i> (Ducke, 1908)                   | Tribo    | Tribo     | Espécie | Gênero  |
| <i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1849)                 | Gênero   | Subgênero | Espécie | Gênero  |
| <i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepeletier, 1841            | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Centris (Paracentris) xanthomelaena</i> Moure & Castro, 2001 | Gênero   | Subgênero | Espécie | Gênero  |
| <i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)                    | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Dicranthidium luciae</i> Urban, 1993                         | Espécie  | Espécie   | Gênero  | Gênero  |
| <i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)                           | Gênero   | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Diadasina paraenses</i> (Ducke, 1912)                        | Tribo    | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Diadasina riparia</i> (Ducke, 1907)                          | Espécie  | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Dicranthidium soniae</i> Urban, 1993                         | Gênero   | Gênero    | Gênero  | Gênero  |
| <i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841             | Gênero   | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853           | Espécie  | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> spinola, 1853       | Gênero   | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1854                | Gênero   | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Eulaema (Eulaema) bombiformis</i> (Packard, 1869)            | Gênero   | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Euglossa (Glossurella) carinilabris</i> Dressler, 1982       | Gênero   | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Euglossa (Euglossa) carolina</i> Nemésio, 2009               | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)                      | Gênero   | Gênero    | Espécie | Espécie |
| <i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)             | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968                | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Epicharis (Epicharana) flava</i> Friese, 1900                | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922           | Espécie  | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Epanthidium maculatum</i> Urban, 1995                        | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967             | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Euglossa (Euglossa) nanomelanotricha</i> Nemésio, 2009       | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Eufriesea nordestina</i> (Moure, 1999)                       | Gênero   | Gênero    | Gênero  | Gênero  |
| <i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982            | Espécie  | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Exomalopsis (Exomalopsis) subtilis</i> Timberlake, 1980      | Espécie  | Gênero    | Espécie | Gênero  |
| <i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)                   | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i> Cockerell, 1904            | Espécie  | Espécie   | Espécie | Espécie |
| <i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996        | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Frieseomelitta doederlaini</i> (Friese, 1900)                | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Florilegus (Eufiorilegus) festivus</i> (Smith, 1854)         | Gênero   | Gênero    | Espécie | x       |
| <i>Frieseomelitta flavicornis</i> (Fabricius, 1798)             | Espécie  | Gênero    | Gênero  | Gênero  |
| <i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)                     | Tribo    | Gênero    | Gênero  | Gênero  |
| <i>Frieseomelitta languida</i> (Moure, 1990)                    | Subtribo | Gênero    | Espécie | x       |
| <i>Frieseomelitta silvestrii</i> (Friese, 1902)                 | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Florilegus (Eufiorilegus) similis</i> Urbano, 1970           | Gênero   | Gênero    | Espécie | x       |
| <i>Frieseomelitta varia</i> (Lepeletier, 1836)                  | Espécie  | Espécie   | Espécie | Gênero  |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) carinata</i> Urban, 1989             | Gênero   | Gênero    | Gênero  | Tribo   |

|  |          |         |         |         |
|--|----------|---------|---------|---------|
| <i>Gaesischia (Gaesischia) glabrata</i> Urban, 1989              | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Tribo   |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) rosadoi</i> Urban, 1989 <sup>EN</sup> | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Tribo   |
| <i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863)                          | Espécie  | Espécie | Gênero  | Tribo   |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) rosadoi</i> Urban, 1989               | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Tribo   |
| <i>Gaesischia (Gaesischia) similis</i> Urban, 1989               | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Tribo   |
| <i>Geotrigona subterranea</i> (Friese, 1901)                     | Espécie  | Espécie | Gênero  | Tribo   |
| <i>Hypanthidium cacerense</i> Urban, 1998                        | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken, 1930)                    | Gênero   | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Halictus (Pachyceble) hesperus</i> Smith, 1862                | Espécie  | Espécie | Espécie | x       |
| <i>Lithurgus huberi</i> Ducke, 1907                              | Espécie  | Tribo   | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Moureapis) apicipennis</i> Schrottky, 1902         | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Melipona (Eomelipona) asilvai</i> Moure, 1971                 | Subtribo | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Megachile (Pseudocentron) asuncicola</i> Strand, 1910         | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Megachile (Acentron) bernardina</i> (Schrottky, 1913)         | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Megachile (Melanosarus) brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896    | Espécie  | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Neochelynia) brethesi</i> Schrottky, 1909          | Espécie  | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)                      | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Sayapis) dentipes</i> Vachal, 1909                 | Gênero   | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Microthurge friesei</i> (Ducke, 1907)                         | Gênero   | Tribo   | Espécie | x       |
| <i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)                      | Tribo    | Tribo   | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Austromegachile) habilis</i> Mitchell, 1930        | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Megachile (Chrysosarus) inquirenda</i> Schrottky, 1913        | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Melitoma ipomearum</i> (Duke, 1913)                           | Tribo    | Tribo   | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Acentron) lentifera</i> Vachal, 1909               | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Megachile (Pseudocentron) lissotata</i> Moure, 1943           | Espécie  | Espécie | Gênero  | Espécie |
| <i>Melipona (Melipona) mandacaia</i> Smith, 1863                 | Subtribo | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)                   | Espécie  | Tribo   | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Ptilosaroides) neoxanthoptera</i> Cockerell, 1933  | Gênero   | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Melissodes (Eclectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)           | Espécie  | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Tylomegachile) orba</i> Schrottky, 1913            | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Melitoma osmioides</i> (Ducke, 1908)                          | Espécie  | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Leptorachis) paulistana</i> Schrottky, 1902        | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836       | Espécie  | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Melipona (Melikerria) quinquefasciata</i> Lepeletier, 1836    | Espécie  | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)                    | Espécie  | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Melipona (Melipona) subnitida</i> Ducke, 1910                 | Espécie  | Espécie | Espécie | x       |
| <i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836       | Espécie  | Espécie | Gênero  | Espécie |
| <i>Melitoma taurea</i> (Say, 1837)                               | Tribo    | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Melissoptila unicolornis</i> (Ducke, 1910)                    | Espécie  | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Megachile (Acentron) verrucosa</i> Brêthes, 1909              | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)                      | Tribo    | Tribo   | Espécie | Gênero  |
| <i>Nomiocolletes bicellularis</i> (Ducke, 1910)                  | Gênero   | Tribo   | Gênero  | Família |
| <i>Oxaea austera</i> Gerstaecker, 1867                           | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807                               | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Protodiscelis alismatis</i> Ducke, 1908                       | Gênero   | Gênero  | Espécie | Família |
| <i>Paratetrapedia connexa</i> (Vachal, 1909)                     | Tribo    | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Perditomorpha decoloratus</i> Ducke, 1908                     | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Família |
| <i>Pseudaugochlora flammula</i> Almeida, 2008                    | Gênero   | Gênero  | Espécie | x       |
| <i>Plebeia flavocincta</i> (Cockerell, 1912)                     | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Espécie |

|  |          |         |         |         |
|--|----------|---------|---------|---------|
| <i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)            | Espécie  | Espécie | Espécie | x       |
| <i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)                      | Subtribo | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)                | Espécie  | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Protodiscelis palpalis</i> (Ducke, 1908)                  | Espécie  | Espécie | Espécie | Família |
| <i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)                 | Espécie  | Gênero  | Espécie | x       |
| <i>Ptilothrix plumata</i> Smith, 1853                        | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Pereirapis semiaurata</i> (Spinola, 1853)                 | Espécie  | Gênero  | Espécie | x       |
| <i>Partamona seridoensis</i> Pedro & Camargo, 2003           | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Protomeliturga turnerae</i> (Ducke, 1907)                 | Espécie  | Família | Espécie | x       |
| <i>Psaenythia variabilis</i> Ducke, 1908                     | Gênero   | Gênero  | Espécie | x       |
| <i>Sarocolletes fulva</i> Moure & Urban, 1995                | Família  | Tribo   | Espécie | Família |
| <i>Thygater (Thygater) analis</i> Lepeletier, 1841           | Espécie  | Espécie | Espécie | x       |
| <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)              | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Tetrapedia clypeata</i> Friese, 1899                      | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810                      | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844                     | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Trigona fuscipennis</i> (Friese, 1900)                    | Espécie  | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Trigonisca intermedia</i> Moure, 1990                     | Subtribo | Tribo   | Espécie | x       |
| <i>Trigonisca pediculana</i> (Fabricius, 1804)               | Subtribo | Tribo   | Espécie | x       |
| <i>Trigona recursa</i> Smith, 1863                           | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Tapinotaspoides rufescens</i> (Friese, 1899)              | Gênero   | Gênero  | Gênero  | x       |
| <i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)                    | Espécie  | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910          | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)     | Gênero   | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) griseescens</i> Lepeletier, 1841   | Gênero   | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Xylocopa (Schonnherria) macrops</i> Lepeletier, 1841      | Gênero   | Espécie | Espécie | Gênero  |
| <i>Xylocopa (Schonnherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)    | Gênero   | Gênero  | Espécie | Gênero  |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i> Smith, 1874          | Gênero   | Espécie | Espécie | Espécie |
| <i>Xylocopa (Schoenherria) subcyanea</i> Pérez, 1901         | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Xylocopa (Schonnherria) subzonata</i> Moure, 1949         | Gênero   | Gênero  | Gênero  | Gênero  |
| <i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988 | Gênero   | Espécie | Espécie | Gênero  |

**Anexo 3.** Buffers de 1.000 metros de uso e ocupação do solo das 22 áreas amostradas no semiárido brasileiro a partir do banco de dados de Cunha (2019) elaboradas através do software QGIS 3.16.10 'Pi' (QGIS Development Team, 2015).





### Legenda

#### Áreas Naturais

-  Formação Florestal
-  Formação Savânica
-  Formação Campestre
-  Afloramento Rochoso
-  Rio/ Lago/ Oceano

#### Áreas Urbanas

-  Infraestrutura Urbana
-  Outras Áreas não Vegetadas

#### Agricultura

-  Mosaico Agricultura/Pastagem
-  Outras Lavouras Temporárias

#### Pastagem

-  Pastagem