



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB  
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS HUMANAS – DCH – *CAMPUS IX*  
COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**FELINA KELLY MARQUES BULHÕES**

**EFEITO DA URBANIZAÇÃO SOBRE A FAUNA DE ABELHAS  
(HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO MUNICÍPIO DE  
BARREIRAS, BAHIA, BRASIL**

**BARREIRAS-BA**

**2021**

FELINA KELLY MARQUES BULHÕES

**EFEITO DA URBANIZAÇÃO SOBRE A FAUNA DE ABELHAS  
(HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO MUNICÍPIO DE  
BARREIRAS, BAHIA, BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia-  
*Campus IX*, como um dos pré-requisitos para a obtenção do Grau  
de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**ORIENTADORA:** Profa Dra. Favízia Freitas de Oliveira

**CO-ORIENTADORA:** Profa. Dra. Franciélli Cristiane  
Gruchowski Woitowicz

BARREIRAS-BA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA  
Sistema de Bibliotecas da UNEB

B933e

Bulhões, Felina Kelly Marques

Efeito da urbanização sobre a fauna de abelhas (Hymenoptera: Anthophila)  
no município de Barreiras, Bahia, Brasil / Felina Kelly Marques Bulhões. -  
Barreiras, 2021.

58 fls : il.

Orientador(a): Favízia Freitas de Oliveira.

Coorientador(a): Franciélli Cristiane Gruchowski Woitowicz.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Ciências Biológicas) - Universidade do Estado da Bahia.  
Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2021.

1.Oeste da Bahia. 2.Cerrado. 3.Abelhas. 4.ARCAS. 5..Ecologia urbana.

CDD: 592

FELINA KELLY MARQUES BULHÕES

**EFEITO DA URBANIZAÇÃO SOBRE A FAUNA DE ABELHAS  
(HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS,  
BAHIA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ciências Humanas da Universidade do Estado da Bahia - *Campus IX*, como requisito para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Banca Examinadora:

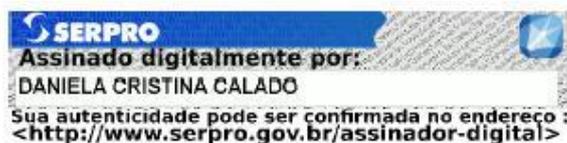
Aprovada em 11/06/2021

  
  
Prof.ª Dr.ª Favízia Freitas de Oliveira  
Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Biologia  
Laboratório de Bionomia, Biogeografia  
e Sistemática de Insetos - BIOSIS

---

**Favízia Freitas de Oliveira**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Feira de Santana- UEFS. Doutorado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná- UFPR. Professora Adjunto IV da Universidade Federal da Bahia, Brasil.

  
SERPRO  
Assinado digitalmente por:  
DANIELA CRISTINA CALADO  
Sua autenticidade pode ser confirmada no endereço :  
<<http://www.serpro.gov.br/assinador-digital>>

---

**Daniéla Cristina Calado**

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná- UFPR.  
Mestrado em Ciências Biológicas (Entomologia)- UFPR.  
Doutorado em Ciências Biológicas (Entomologia)- UFPR.  
Professor Associado III da Universidade Federal do Oeste da Bahia- UFOB.



---

**Tadeu Cavalcante Reis**

Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal da Bahia- UFBA.  
Mestrado em Agronomia pela Universidade de São Paulo- USP.  
Doutorado em Agronomia Universidade de São Paulo- USP.  
Professor adjunto da Universidade do Estado da Bahia- UNEB.

*Dedico este trabalho a meu esposo, que deu todo o suporte para que eu pudesse desenvolver este projeto. Grata pela sua compreensão com as minhas horas de ausência.*

## AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, por este fato, de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

À minha família, em especial minha mãe, Anailza Marques da Luz, meu maior exemplo de luta e perseverança.

Ao meu irmão, João Antônio Marques Bulhões pelas conversas, apoio e idas a campo. E irmã, Gardênia Maria Marques Bulhões por nunca duvidar do meu potencial.

A Professora Dra. Favízia Freitas de Oliveira para quem não há agradecimentos que cheguem. As notas dominantes da sua orientação foram a utilidade das suas recomendações e a cordialidade com que sempre me recebeu. Juntamente a professora Dra. Franciéli Cristiane Gruchowski Woitowicz, que teve uma paciência de enorme para me ensinar. Estou grata por ambas e também pela liberdade de ação que contribuiu para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

À Ramon Lima Ramos, cuja amizade foi crucial desde o início para a jornada dessa pesquisa.

Ao professor Uldérico Rios Oliveira, que mostrou tão prestativo e atencioso com minhas solicitações.

Aos meus amigos de longas datas e que nunca estiveram ausentes, Taise Rodrigues de Souza, Valdete Santos Silva, Rafael Alves Porto, Weslane Silva Noronha, Arlindo Matheus Santiago de Brito, Mayana Valetin Santana, Raira Ramos Santos, Oséias dos Santos da Silva agradeço a amizade e o carinho que sempre me disponibilizaram.

Finalmente ao meu esposo, Edvonei da Silva Zavarisi agradeço todo o seu amor, carinho, admiração, e pela presença incansável com que me apoiou ao longo do período de elaboração deste trabalho.

A todos obrigada por permitirem que este trabalho seja uma realidade.

*“Deus fez o mundo pela evolução e nós procuramos, na medida do possível, reescrever  
a história desse mundo”.*

**(Padre Jesus Santiago Moure)**

## RESUMO

O objetivo precípua deste trabalho é conhecer a biodiversidade de abelhas de dois fragmentos florestais com diferentes níveis de urbanização, na Serra do Mimo e Parque Engenheiro Geraldo Rocha, em Barreiras, Bahia, avaliando o efeito da urbanização sobre a diversidade, abundância, riqueza e permeabilidade de espécies no local, para tanto este trabalho contribui para o estudo da ecologia urbana de abelhas, sendo essa pesquisa pioneira para a área de estudo. As abelhas foram coletadas quinzenalmente de novembro de 2019 a abril de 2021, utilizando dois métodos de amostragem: ARCAS e rede entomológica nos dois fragmentos estudados. Para análise de dados foi utilizado os programas PAST e R. A comunidade de abelhas foi representada por 45 espécies, 29 gêneros, 18 tribos e 04 famílias, com um total de 749 indivíduos coletados. Os resultados demonstraram que o fragmento com menor nível de urbanização apresentou índices diversidade, abundância e riqueza superiores em relação ao fragmento mais urbanizado, porém compartilham um número razoável de espécies. E, por fim, a área com maior nível de urbanização foram encontradas espécies bioindicadoras que revelam impactos ambientais e essas espécies se beneficiam dessa urbanização.

**Palavras- chaves:** Oeste da Bahia; cerrado; abelhas; ARCAS; ecologia urbana.

## ABSTRACT

The main objective of this work was to know the bee biodiversity in two forest fragments with different levels of urbanization, in Serra do Mimo and Parque Engenheiro Geraldo Rocha, in Barreiras, Bahia, evaluating the effect of urbanization on diversity, abundance, wealth and permeability of species in the place, for this it contributes to the study of the urban ecology of bees. The bees were collected fortnightly from November 2019 to April 2021, using two sampling methods: pan traps and entomological network in the two fragments studied. For data analysis, the PAST and R programs were used. The bee community was represented by 45 species, 29 genera, 18 tribes and 04 families, with a total of 749 individuals collected. The results showed that the fragment with the lowest level of urbanization presented higher diversity, abundance and richness indexes in relation to the most urbanized fragment, but they share a reasonable number of species. And, finally, the area with the highest level of fragmentation has found bioindicator species that reveal environmental impacts and these species benefit from this urbanization.

**Keywords:** West of Bahia; cerrado; bees; ARCAS; urban ecology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b> Mapa de localização do município de Barreiras-Ba.....	22
<b>Figura 2-</b> A- Área 1, localizada no Parque de Exposições Engenheiro Geraldo Rocha no município de Barreiras-Ba. B- Área 2, localizada na Serra do Mimo no município de Barreiras-Ba .....	23
<b>Figura 3-</b> Gráficos boxplot comparando o índice de abundância por método de coleta nas duas áreas de coletas, sendo A, B, C e D correspondem a busca ativa, pan-traps nas cores azul, amarelo e branco respectivamente.....	29
<b>Figura 4-</b> Gráficos boxplot comparando o índice de riqueza por método de coleta nas duas áreas de coletas, sendo A, B, C e D correspondem a busca ativa, pan-traps nas cores azul, amarelo e branco respectivamente.....	30
<b>Figura 5-</b> Gráficos boxplot comparando o índice de abundância geral (A), índice de riqueza (B) e índice de diversidade (C) nas duas áreas de coletas.....	32
<b>Figura 6-</b> Curva do coletor, para as áreas amostradas no estudo.....	32
<b>Figura 7-</b> A-E-Espécies vegetais encontradas na Área 1- Parque de Exposições Eng. Geraldo Rocha, Barreiras-BA. F-H- Espécies vegetais encontradas na Área 2- Serra do Mimo, Barreiras-BA.....	33
<b>Figura 8-</b> A- entrada de ninho de <i>Tetragonisca angustula</i> na Área. B- Entrada de ninho de abelhas solitária na Área 2.....	34
<b>Figura 9-</b> Diagrama ilustrando as espécies encontradas nas áreas 1 e 2, e as espécies em comum compartilhadas entre as áreas.....	35
<b>Figura 10-</b> Imagem coletada do Google Earth com vista aérea das área e distância.....	36

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** Inventários de apifauna em áreas urbanas no Brasil, segundo o ambiente/bioma e metodologia empregada.....19

**Tabela 2-** Espécies amostradas na áreas de estudo, organizadas por Família/ Tribo e Espécie e método de captura e por área. B.A.= Busca ativa. Linhas preenchidas em amarelo- espécies encontradas somente na Área 1; rosa- espécies encontradas somente na Área 2; verde- espécies em comum em ambas as áreas..... 36

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Bioma Cerrado e a ameaça à sua biodiversidade .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Urbanização como fator de fragmentação de habitat para as abelhas.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Abelhas .....</b>	<b>20</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Amostragem das Abelhas.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Estocagem das abelhas .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Análise de dados .....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Espécies de abelhas residentes no perímetro urbano de Barreiras, Bahia.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Índices de abundância, riqueza e diversidade .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Efeitos urbanização sob a fauna de abelhas.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Permeabilidade da matriz urbana .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5 Discussão geral.....</b>	<b>39</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ordem Hymenoptera (Arthropoda: Insecta), com destaque para as abelhas, desenvolveu ao longo do tempo uma relação intrínseca com a flora fanerógama, a partir da qual as abelhas obtêm os recursos necessários para a sobrevivência de suas populações: néctar, óleos, resinas e pólen. A principal importância ecológica desses insetos é a realização da polinização cruzada, garantindo assim a reprodução das angiospermas, a manutenção do fluxo gênico e a diversidade genética vegetal, sendo consideradas responsáveis pela polinização de 85% das angiospermas, e ainda, 70% das espécies agrícolas do mundo, evidenciando seu papel crucial para produção dos alimentos que consumimos. O serviço de polinização animal é sempre citado devido à sua grande importância para produção agrícola, porém pouco é dito sobre o perigo que esse serviço ecossistêmico corre atualmente (SANTIAGO,2009; BERINGER; MACIEL; TRAMONTINA, 2019; OLIVEIRA, 2017; KLEIN *et al.*, 2007; AIZEN *et al.*, 2009; PIRES; MAUÉS, 2020; DOS SANTOS; BARBOSA; PREZOTO, 2020).

Apesar do conhecimento acumulado sobre a importância das abelhas e outros insetos como polinizadores de plantas nativas e cultivadas, e, portanto, de seu papel na economia mundial, esses animais estão em processo gradativo de forte pressão ambiental, especialmente pela perda de seus habitats e de diversos outros usos indevidos da terra, o que se constitui em uma ameaça séria. Acredita-se que uma combinação de diversos fatores vêm contribuindo para essa ameaça, causando seu declínio progressivo, dentre os quais podemos elencar: manejo inadequado, variações climáticas, ondas magnéticas, o avanço da agricultura, uso de agroquímicos de forma excessiva, indiscriminada e/ou sem critério de proteção aos polinizadores, a ação de agentes patogênicos e a destruição do habitat por desmatamentos, queimadas e urbanização, sendo que a urbanização foi intensificada pelo aumento populacional, ocasionando derrubadas de grandes áreas florestais, locais que antes serviam de abrigo para esses polinizadores (BERINGER;MACIEL;TRAMONTINA, 2019; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019; PLASCENCIA; PHILPOTT, 2017).

A fragmentação dos habitats é um dos principais fatores que promovem a perda da biodiversidade. A urbanização, como uma das muitas atividades antropomórficas, envolve mudanças drásticas e irreversíveis da paisagem, aumentando a proporção de construções e diminuindo a de áreas verdes naturais, podendo ser considerada também

como um dos efeitos da fragmentação de habitat que vários países, principalmente os em desenvolvimento, vem sofrendo ao longo do tempo em decorrência da ação humana. Esse processo tende a modificar o espaço e assim ameaçar a biodiversidade e os serviços ecológicos por ela prestados (FORTEL *et al.*, 2014; HENTZ, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2016; HERNANDEZ; FRANKIE; THORP, 2009; DOS SANTOS; BARBOSA; PREZOTO, 2020).

Num contexto global, poucos estudos investigaram os efeitos da urbanização nas comunidades apícolas, bem como a importância das áreas verdes nos centros urbanos para a conservação da fauna apícola local (CARDOSO; GONÇALVES, 2018; AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; GRANDOLFO *et al.*, 2020; ARAÚJO *et al.*, 2016). Além disso, o caso do Brasil, a maioria dos poucos estudos foram realizados em áreas de Mata Atlântica (SAKAGAMI; LAROCA; MOURE, 1967; CARDOSO; GONÇALVES, 2018; MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013; TAURA *et al.*, 2007; ARAÚJO *et al.*, 2016; AIDAR *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2013; SANTANA; OLIVEIRA, 2010; SOUZA; MELO; NEVES, 2005; DANTAS *et al.*, 2019; ANTUNES *et al.*, 2012).

Apesar da grande pressão antropomórfica exercida pelo agronegócio, e, considerado uma verdadeira lacuna geográfica em relação à sua biodiversidade, no Cerrado, ainda é possível encontrar fragmentos de vegetação naturais que podem desempenhar um papel fundamental na manutenção da biodiversidade regional, especialmente em áreas urbanas. Porém, a velocidade com a qual o bioma Cerrado vem sendo devastado é inversamente proporcional à capacidade da comunidade científica de levantar o conhecimento necessário para sua proteção e conservação (JONER; RIBEIRO; SANTOS, 2012; GRANDOLFO *et al.*, 2013).

Sabe-se até o momento que a urbanização impacta a perda de habitats naturais, assim como promove a redução de fontes de alimento, sítios de nidificação, número de visitantes florais e, portanto, de polinizadores. Para minimizar esses impactos sobre fauna e flora, bem como promover o bem estar humano (controle de temperatura, bem estar cultural e natural, lazer, segurança alimentar, etc.), ambientes urbanos devem prover a configuração das manchas verdes dentro da matriz urbana, de modo a conservar a biodiversidade dos polinizadores, permitindo também a mobilidade de indivíduos entre os fragmentos de áreas florestais na matriz urbana e fragmentos naturais adjacentes (AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017).

A ecologia das abelhas urbanas ainda é um campo vasto para pesquisas, principalmente sobre seus padrões e abundância de espécies. A maioria do foco dos estudos com abelhas são realizadas em áreas agrícolas ou naturais (silvestres). Porém, os inventários urbanos já realizados confirmaram o que era esperado, menos indivíduos em locais com níveis mais altos de urbanização, com os locais com um nível intermediário de urbanização apresentando maior número de espécies (FORTEL *et al.*, 2014).

Diante do cenário por ora construído, questiona-se: qual o efeito da urbanização sobre a fauna de abelhas em dois fragmentos florestais com diferentes níveis de urbanização, na Serra do Mimo e Parque Engenheiro Geraldo Rocha, em Barreiras, Bahia?

A partir de tal questionamento, essa pesquisa tem como propósito conhecer a biodiversidade de abelhas de dois fragmentos florestais com diferentes níveis de urbanização, na Serra do Mimo e Parque Engenheiro Geraldo Rocha, em Barreiras, Bahia, avaliando o efeito da urbanização sobre a diversidade, abundância e riqueza de espécies no local.

Frente ao objetivo traçado, foram elaborados alguns objetivos específicos, quais sejam:

- i. Conhecer as espécies de abelhas residentes no perímetro urbano de Barreiras, Bahia, tendo como base a Serra do Mimo e Parque Engenheiro Geraldo Rocha;
- ii. Comparar a abundância, riqueza e diversidade de abelhas nos dois fragmentos urbanos amostrados;
- iii. Avaliar os efeitos da urbanização sob a fauna de abelhas nos dois fragmentos estudados, estes com diferentes níveis de urbanização;
- iv. Avaliar a permeabilidade da matriz urbana entre as duas áreas através do índice de Jaccard.

Essa pesquisa consistiu em uma proposta de investigação que visa preencher a lacuna referente ao estudo da ecologia urbana das abelhas no bioma Cerrado. Nesse sentido, os resultados podem contribuir para o conhecimento e conservação da fauna de abelhas local, podendo servir também para pesquisas futuras nas áreas de ecologia urbana e de paisagem, bem como auxiliar no planejamento e gestão de programas socioambientais desenvolvidos em parques urbanos da cidade de Barreiras, Bahia, seu

planejamento paisagístico, o que inclui melhor planejamento de áreas verdes projetadas para atrair e conservar espécies de abelhas nativas do bioma Cerrado.

Por fim, considerando o impacto da pesquisa científica para a sociedade como um todo, este estudo pode servir de apoio para o desenvolvimento de projetos que envolvam a comunidade para a preservação desses polinizadores.

Este manuscrito está organizado em cinco tópicos, a saber: introdução, fundamentação teórica, resultados e discussão, conclusão e por fim as referências. Em cada um deles há uma breve descrição que direcionará para uma melhor leitura e compreensão.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este tópico apresenta a fundamentação teórica a respeito do tema principal desse estudo, e está organizado em três seções, a primeira que trata do bioma Cerrado e a ameaça à sua biodiversidade, com um breve apanhado a respeito do processo de urbanização da cidade de Barreiras-BA, a segunda a urbanização como fator de fragmentação de habitat para as abelhas e por fim, as abelhas e suas especificidades.

### **2.1 Bioma Cerrado e a ameaça à sua biodiversidade**

O bioma Cerrado ocupa a segunda posição em extensão territorial, se estabelecendo na porção central do país e distribuindo-se também em forma de pequenas manchas na Caatinga, Mata Atlântica e Floresta Amazônica. Dentro do Cerrado, são estabelecidos três grandes grupos fitofisionômicos sendo eles as formações savânicas (cerrado *stritu senso* e cerrado ralo), as campestres (campo sujo, campo- cerrado e campo limpo) e florestal (cerradão e mata seca) (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O município de Barreiras-BA é um verdadeiro mosaico do Cerrado, onde podemos encontrar diferentes fitofisionomias desse bioma, dentre elas, Cerrado Arbóreo Aberto sem Floresta-de-Galeria, Parque sem Floresta-de-Galeria, Gramíneo-lenhosa com Floresta-de-Galeria, Gramíneo-lenhosa sem Floresta-de-Galeria e Floresta Estacional Semidecidual (JONER; RIBEIRO; SANTOS, 2012; PASSO, 2010).

O desenvolvimento urbano do município de Barreiras iniciou-se devido à atividade de navegação no rio Grande, sendo a cidade o último ponto de desembarque de mercadorias. No seu início, a ocupação territorial foi liderada pelas atividades de pecuária extensiva e agricultura de subsistência. Na década de 70, o governo passou a incentivar e fornecer linhas de créditos subsidiadas para a compra de terras, as ações do governo foram fundamentais para a implantação da nova fronteira agrícola do oeste da Bahia, sendo que o oeste baiano, desde década de 80, vem se transformando em um grande polo de produção agrícola nacional (SANO *et al.*, 2011).

Uma vez que o Cerrado baiano tem sido considerado a última fronteira agrícola do país, compondo juntamente com os outros Estados o MATOPIBA (Maranhão,

Tocantins, Piauí, Bahia), nas últimas três décadas, houve um incremento de 352% nas áreas de culturas agrícolas e 404% nas áreas de pastagens na região, demonstrando o avanço acelerado da agricultura mecanizada e uso excessivo de agroquímicos, que vem contribuindo para a perda da biodiversidade natural da região. Esse processo tem desencadeado uma reação em cadeia, com o aumento de áreas para a agricultura, aumentando a necessidade de oferta de outros serviços, e assim ocasionando o êxodo rural, aumentando o processo de urbanização (SANO, 2011; DOS SANTOS MESQUITA *et al.*, 2018).

Segundo o último Censo Demográfico, realizado em 2010, a população do município de Barreiras alcançou 137.427 habitantes, em que 90% destes viviam na zona urbana e 10% na zona rural, com uma densidade demográfica de 17,49 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

O crescimento urbanístico de Barreiras se deu de forma desordenada ao longo dos anos, acarretando assim diversos problemas sociais. O último plano diretor do município apresenta como proposta a implantação de cinco parques urbanos, dentre estes o Parque da Serra do Mino, na região sudeste da cidade, e o Parque Linear do Rio Grande (ou parque da orla) na região central. O crescimento da cidade não levou em consideração as orientações quanto o uso do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), estando presente somente no último plano diretor do município, sendo que o entendimento e cumprimento do ZEE só traz benefícios a cidade (SANO *et al.*, 2011; DOS SANTOS MESQUITA *et al.*, 2018; PREFEITURA MUNICIPAL DE BARREIRAS, 2016; MELO *et al.*, 2020).

A expansão da fronteira agrícola na área do bioma Cerrado foi um dos principais determinantes da dinâmica urbana, tornando a cidade de Barreiras um grande centro urbano saturado. A ocupação dessa parte do Cerrado se deu de maneira abrupta e desordenada, com incentivo financeiro do governo, causando um desequilíbrio socioespacial (MIRANDA, 2012).

## **2.2 Urbanização como fator de fragmentação de habitat para as abelhas**

A população global do século XXI será cada vez mais urbana, com uma estimativa que em 2050 cerca de 70% da população mundial viverá em áreas urbanas, surgindo o grande desafio de tonar as cidades cada vez mais sustentáveis. A urbanização é um fator de grande impacto da perda da biodiversidade mundial, o que nos remete à importância

de se pensar e planejar espaços verdes em áreas urbanas com o propósito de garantir a presença contínua da biodiversidade de organismos nativos locais (AHERN, 2013; UNDESA, 2018; CARDOSO; GONÇALVES, 2018).

Ambientes urbanos são caracterizados como porções de áreas impermeáveis e permeáveis justapostas, as quais abrigam habitats regularmente perturbados, sendo que a relação de crescimento das áreas impermeáveis e a diminuição das áreas verdes permeáveis são inversamente proporcionais (FORTEL *et al.*, 2014).

Neste sentido, vários inventários urbanos ligados a aves, mamíferos, plantas e insetos vem sendo realizados por diversos pesquisadores em todo o mundo, e em sua grande parte comungam uma resolução máxima: o efeito da urbanização pode diminuir a riqueza de espécies ou até mesmo levar à extinção, uma vez que a grande extensão de superfícies impermeáveis em áreas urbanas reduz e fragmenta a área verde disponível para plantas e animais (MCKINNEY, 2008).

A fragmentação de áreas naturais é uma das maiores causas da perda da diversidade biológica, podendo ser caracterizada pelo processo onde uma área contínua é dividida em vários habitats. Com a fragmentação e isolamento de habitats, ocorre a perda da biodiversidade e dos serviços ambientais locais, uma vez que gera perda de espécies, originando assim um efeito em cascata com ruptura nas redes de interações entre os organismos vivos desses ambientes, ocasionando a fragilização de processos ecológicos indispensáveis à manutenção dos ecossistemas (HENTZ, 2015; FAVALESSO; GONÇALVES, 2017).

Diversos inventários urbanos sobre as comunidades de abelhas em perímetro urbano foram realizados em diferentes regiões do mundo. No Brasil, essa linha de pesquisa ainda é bem recente, como a maioria dos estudos desenvolvidos nas regiões com predominância do bioma Mata Atlântica. Para o Estado da Bahia, esse tipo de estudo ainda é escasso e se tratando da grande dimensão territorial que denota esse Estado que abarca a convergência de cinco biomas, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica juntamente com os biomas Costeiro e Marinho. Na área que abrange o bioma Cerrado, poucos estudos foram realizados no Estado de Goiás, somente (Tabela 1).

Os estudos realizados nessa área do conhecimento, geralmente, seguem por um dos dois caminhos a fim de detectar a diminuição, aumento ou manutenção da população de polinizadores: através da comparação entre áreas com graus de interferências

antrópicas diferentes dentro de um intervalo de tempo; ou por comparação de mudança em uma área específica ao longo do tempo (MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013).

Já é sabido que a urbanização pode causar a diminuição da oferta de recursos de forrageamento e a fragmentação de habitat, sujeitando as populações a pressões antrópicas, pois promove mudanças drásticas e irreversíveis nas paisagens, com o aumento das superfícies impermeáveis e diminuição de áreas verdes dispostas nessa matriz urbana. Ainda assim, apesar das graves consequências geradas pela urbanização, os centros urbanos podem funcionar como refúgio para a fauna local, fornecendo recursos para a manutenção da biodiversidade regional (FERREIRA *et al.*, 2013; FORTEL *et al.*, 2014).

**Tabela 01**-Inventários de apifauna em áreas urbanas no Brasil, segundo o ambiente/bioma e metodologia empregada.

INSETO AMOSTRADO	ESTADO/PAIS	AMBIENTE/ BIOMA	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Abelhas	Paraná/ Brasil	Mata atlântica	Uso de rede entomologica	(SAKAGAMI; LAROCA; MOURE, 1967)
Abelhas	Paraná/ Brasil	Mata atlântica	Uso de rede entomologica	(CARDOSO; GONÇALVES, 2018)
Abelhas silvestres	Paraná/ Brasil	Mata atlântica	Uso de rede entomologica	(MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013)
Hymenoptera, Meliponina	Paraná/ Brasil	Mata de Araucária	Busca ativa dos ninhos	(DE ARAUJO; WITT, 2020)
Hymenoptera,Anthophila	Paraná/ Brasil	Mata atlântica	Uso de rede entomologica	(TAURA <i>et al.</i> , 2007)
Hymenoptera, Apidae	Goiás/Brasil	Cerrado	Armadilhas de cheiro	(GRANDOLFO <i>et al.</i> , 2013)
Hymenoptera, Apidae	Goiás/Brasil	Cerrado	Uso de rede entomologica	(SANTIAGO <i>et al.</i> , 2009)
Hymenoptera, Meliponina	Minas Gerais/ Brasil	Mata atlântica	Busca ativa dos ninhos	(ARAÚJO <i>et al.</i> , 2016)
Hymenoptera, Meliponina	Minas Gerais/ Brasil	Mata atlântica	Busca ativa dos ninhos	(AIDAR <i>et al.</i> , 2013)
Hymenoptera, Euglossini	Minas Gerais/ Brasil	Mata atlântica	Isca de cheiros	(FERREIRA <i>et al.</i> , 2013)
Hymenoptera, Apiformes	Bahia/Brasil	Mata atlântica	Arcas e rede entomologica.	(SANTANA; OLIVEIRA, 2010)
Hymenoptera, Meliponina	Bahia/Brasil	Mata atlântica	Busca ativa dos ninhos	(SOUZA <i>et al.</i> , 2005)
Hymenoptera, Apidae	Bahia/Brasil	Vegetação de restinga	Uso de rede entomologica	(VIANA;KLEINERT, 2005)
Hymenoptera, Meliponina	Bahia/Brasil	Mata atlântica	Censo de ninhos, armadilhas artificiais e borrião de mel e água	(DANTAS <i>et al.</i> , 2019)
Abalhas e vespas	Sergipe/Brasil	Caatinga e Mata atlântica	Uso de rede entomologica	(FONTES <i>et al.</i> , 2018)
Hymenoptera, Meliponina	São Paulo/ Brasil	Mata atlântica	Uso de rede entomologica	(ANTUNES <i>et al.</i> , 2012)
Hymenoptera, Meliponina	Pará/ Brasil	Amazônia	Busca ativa dos ninhos	(DOS SANTOS MESQUITA <i>et al.</i> , 2017)

Fonte: Autor (2021).

Em locais urbanos, os recursos para as abelhas que nidificam no solo são menos abundantes devido à predominância de superfícies impermeáveis. Assim como em outros estudos voltados para a urbanização, as espécies que nidificam em cavidades se

sobressaem nessas áreas urbanas, já que se beneficiam de cavidades pré-existentes (FORTEL *et al.*, 2014; CARDOSO; GONÇALVES, 2018).

Inventários urbanos sobre a apifauna são importantes, todavia, na sua maioria, não levam em questão a variável do tempo. Em estudo recente feito em Curitiba a fim de comparar a assembleia de abelhas atual em uma área verde urbana que foi amplamente estudada na década de 80, os autores concluíram que ocorreu perda de abundância e de riqueza num intervalo de tempo relativo a 38 anos (CARDOSO; GONÇALVES, 2018).

O trabalho realizado por Sakagami; Laroça; Moure (1967) foi um trabalho pioneiro nessa linha de estudo, que serviu de base para replicação duas décadas depois, e também para o estudo realizado por Martins; Gonçalves; Melo (2013) no mesmo lugar, 48 anos após e com uso da mesma metodologia, para avaliar o status atual da fauna de abelha local, levando-se em consideração que houve grande crescimento urbano em torno do local estudado.

A manutenção de áreas verdes urbanas, tornando a matriz urbana permeável através dos corredores ecológicos, e a restauração de habitats é uma alternativa para a conservação da biodiversidade local e dos processos ecológicos perdidos. Para mensurar o índice de restauração, existem diversas ferramentas empregadas, sendo que para o monitoramento das espécies residentes locais, a utilização de abelhas e vespas tem sido indicado como adequado e constantemente utilizado para este fim, podendo serem utilizadas como bioindicadores de qualidade de ambientes, por apresentarem ampla riqueza e abundância de seus indivíduos, sendo possível identificar as mudanças em suas populações, relacionadas também às mudanças nas comunidades vegetais (FAVALESSO; GONÇALVES, 2017; BRANCALION; LIMA; RODRIGUES, 2013; FONTES *et al.*, 2018; NELSON;FRONST;NIELSEN, 2021).

### **2.3 Abelhas**

As abelhas formam o principal grupo de polinizadores da ordem Hymenoptera, subordem Apocrita, infraordem Aculeata, compondo, junto com as vespas esfeciformes, a superfamília Apoidea. Elas estão distribuídas em regiões temperadas e tropicais por todo o planeta. A variedade faunística de abelhas está associada a sete subfamílias, sendo cinco delas presentes no Brasil: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae (GULLAN, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2002).

As espécies de abelhas variam em tamanho (2-50 mm), forma, coloração, hábitos de nidificação e modo de vida. As abelhas apresentam níveis de organização social diferentes podendo ser solitárias, sociais ou parassociais. Em um levantamento realizado nas principais bases de dados mundiais, foi possível descrever a riqueza das abelhas a nível global, onde foi verificado um total de 20.555 espécies de abelhas conhecidas em todo o planeta (GULLAN, 2012; ORR *et al.*, 2020), estando a fauna do Brasil registrada até o momento em torno de 2000 espécies (ASCHER; PICKERING, 2021; MOURE BEE CATALOG, 2013).

É fato que os insetos vêm diminuindo drasticamente em todo o mundo, e o conhecimento sobre esses animais ainda é minoritário. Para se preservar é necessário conhecer, e nesse momento é que a taxonomia se apresenta como a ciência fundamental para esse papel. Dentre o grupo de insetos, as abelhas ganham destaque pelos serviços ecossistêmicos prestados na polinização. Sobre esses animais tão notórios ainda sabemos muito pouco, estimasse que somente 15% dos países possuem menos de 5% de suas áreas amostradas com levantamentos de apifauna (ORR *et al.*, 2020).

Fatores para o declínio das abelhas vêm sendo amplamente estudados, porém o efeito da urbanização sobre a comunidade de abelhas é menos conhecido. Estima-se que a população humana continue a aumentar e que grande parte dela estará concentrada nas cidades, aumentando assim áreas construídas e impermeabilizadas e diminuindo o que ainda se tem de vegetação podendo impactar negativamente a biodiversidade (MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017; SANTOS, 2010).

No entanto, alguns estudos envolvendo abelhas, tem demonstrado que algumas espécies conseguem se adaptar a ambientes com um médio e alto grau de urbanização, demonstrando assim que os efeitos da urbanização podem favorecer certos táxons quando elas encontram condições favoráveis (MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017).

Se tratando de riqueza e diversidade, o Brasil, mesmo sendo considerado um país megadiverso, ocupa o terceiro lugar com 8,9% do total de espécies somente, mesmo se tendo ciência que a riqueza de abelhas é maior em áreas com alta incidência solar, como é o caso do nosso país, o que significa dizer que não conhecemos ainda grande parte de nossa biodiversidade. As pesquisas desenvolvidas no Brasil ainda são poucas e a cobertura e qualidade desses dados são extremamente deficientes (ORR *et al.*, 2020).

Com o aumento da urbanização, se faz necessário mais estudos para compreendermos a complexa dinâmica das comunidades de abelhas que habitam esse

perímetro, de forma que possamos contribuir para preservação e/ou conservação da apifauna brasileira, uma vez que o nosso conhecimento sobre a ecologia das abelhas urbanas ainda é bastante limitado (SIROHI *et al.*, 2015).

Tendo-se em vista a problemática norteadora da pesquisa, são levantadas as seguintes hipóteses: a estrutura da comunidade das abelhas varia de acordo com o nível de urbanização do entorno onde os fragmentos estão inseridos, sendo o fragmento menos urbanizado o que apresenta uma maior biodiversidade.

### 3 METODOLOGIA

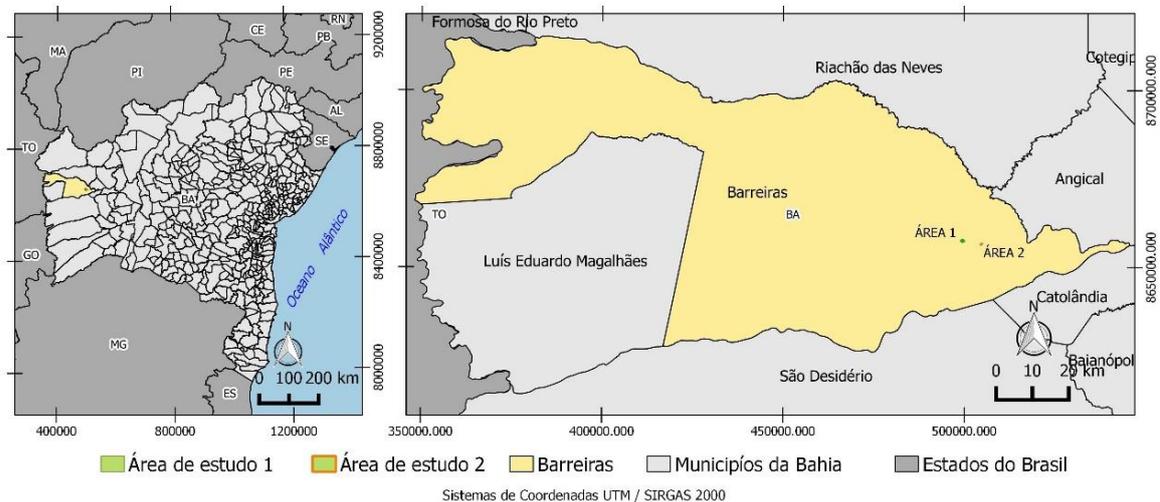
Neste tópico é apresentado o caminho metodológico percorrido para a construção desse estudo. Está dividido em quatro seções: caracterização das áreas, amostragem das abelhas, estocagem das abelhas e análise de dados.

#### 3.1 Caracterização das áreas

O estudo foi realizado no município de Barreiras-Bahia, que está localizado no extremo Oeste do estado da Bahia, distante 871 km da capital Salvador e 613 km da capital do Brasil, Brasília (Figura 1). De coordenadas  $12^{\circ} 8' 54''$  S e  $44^{\circ} 59' 33''$  W com altitude de 454 m. O município de Barreiras possui uma área de 7.861,762 km<sup>2</sup> e uma população de 137.427 habitantes e densidade demográfica 17,49 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Quanto à sua geologia, o município está localizado no Cráton São Francisco, que abrange a floração do grupo Bambuí e Urucuaia. O clima segundo a classificação de Köppen é tropical do tipo Aw, com temperaturas médias entre 20° e 30° C, com um período chuvoso que abrange os meses de outubro a abril e precipitações médias que variam 800 a 1600 mm/ano (GONÇALVES; CHANG, 2017; PASSO, 2010; BAIARDI, 2015).

**Figura 1-** Mapa de localização do município de Barreiras-Ba, 2021.



Fonte: Autor (2021).

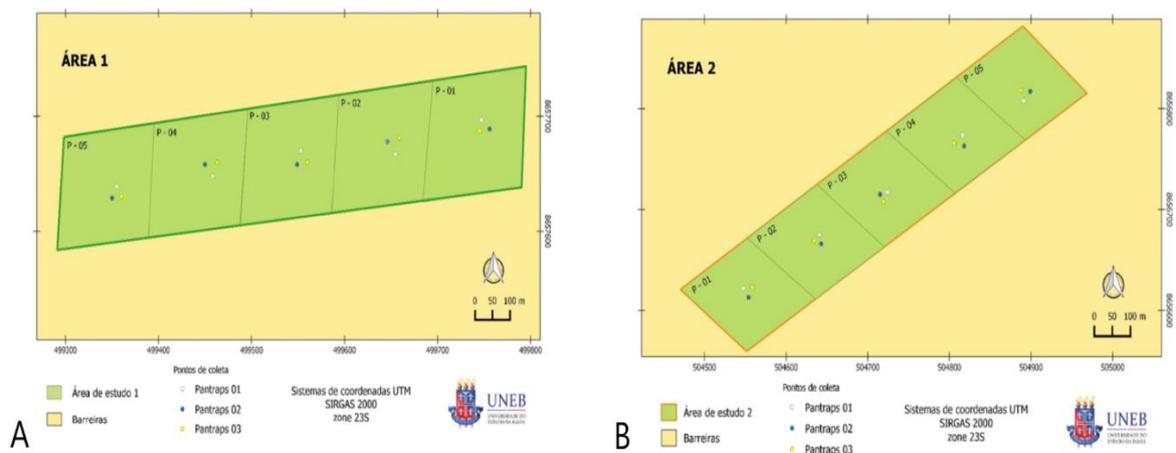
Para o desenvolvimento da pesquisa, foram escolhidos dois pontos amostrais dentro do município para realização das coletas, onde foi demarcado um transecto

paralelo, ao longo de uma trilha pré-existente, medindo 500m x100m da borda para o centro de cada um dos fragmentos nas duas áreas de estudo. Dentro dos transectos, foram demarcados, ao seu longo, parcelas a cada 100 metros obtendo assim cinco repetições (Figura 2).

O primeiro ponto de coleta foi o Parque de Exposições Engenheiro Geraldo Rocha (Figura 02A), localizado no perímetro urbano municipal, entre as coordenadas 04° 99' 803" S, 86° 57' 754" W. Está localizado na região do centro histórico da cidade de Barreiras (entre os bairros Barreirinhas e Centro Histórico) e é atravessado pelo Rio Grande. Com área de aproximadamente 44 ha, dividida em duas 'glebas': o Parque de Exposições Engenheiro Geraldo Rocha, que possui cerca de 22 ha e seu anexo, a gleba chamada de Parque Humaitá, que possui cerca de 22 ha. Este último, escolhido como o ponto para coleta por apresentar uma vegetação com mais árvores e menor movimentação humana (SEMATUR, 2020).

Embora o bioma da região seja o Cerrado, os diferentes usos históricos das glebas resultaram em vegetação contendo espécies comuns ao Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, bem como espécies exóticas introduzidas. Em análise histórica da área objeto de estudo, verifica-se que ao longo do tempo ocorreram em alternância processos de antropização e de regeneração natural e tentativas de reflorestamento (SEMATUR, 2020). Ainda para a Área 1, nota-se a presença de várias edificações casas ao redor, também conta com a presença de uma pista de motocross, uma estação de elevação de água da empresa de abastecimento da cidade e empreendimento de lavagem de veículos.

**Figura 2-** A- Área 1, localizada no Parque de Exposições Engenheiro Geraldo Rocha no município de Barreiras-Ba. B- Área 2, localizada na Serra do Mimo no município de Barreiras-Ba, 2021.



Fonte: Autor (2021).

O segundo ponto de estudo foi a Serra do Mimo (Figura 02B), área localizada na região leste da cidade de Barreiras-BA, entre as coordenadas 12° 09' 05.90" S, 44° 57' 26.70" W (PINA; COSTA; SANTOS, 2016). Esse local possui uma rica biodiversidade de flora e fauna nativas, apesar de apresentar atividades antrópicas, como a presença de loteamentos e bairros na encosta da serra, rodovia as suas margens, a construção do Parque Santo Cristo e trilhas para visitantes, este local também sofre rotineiramente com queimadas nos períodos mais secos do ano (PINA; COSTA; SANTOS, 2016). Com a fitofisionomia predominante de floresta estacional Semidecidual (JONER; RIBEIRO; SANTOS, 2012).

### **3.2 Amostragem das Abelhas**

As abelhas foram coletadas em campo quinzenalmente, durante os meses de novembro de 2019 a abril de 2020, em condições climáticas adequadas para a atividade das abelhas (mínimo de 15°C, vento fraco e sem chuva), utilizando dois modos de amostragem: I - com uso de redes entomológicas ao longo da área estabelecida, baseando-se na metodologia proposta por Sakagami; Laroca; Moure (1967); II - por meio de coleta passiva com uso de Armadilhas Coloridas de Água (ARCAs ou Pantraps) (SANTANA; OLIVEIRA, 2010; MOREIRA *et al.*, 2016).

Embora a utilização de redes entomológicas ainda seja a metodologia mais aceita e empregada para esse tipo de trabalho, a utilização de uma segunda técnica é indicada para agregar resultados mais eficientes com relação aos números de espécimes e táxons coletados, considerada como uma metodologia complementar (TEIXEIRA, 2012; KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008).

As armadilhas ARCAs, consistem em recipientes coloridos com cores vibrantes (de preferência fluorescentes ou de reflexão UV), contendo água e algumas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial da água, que, por simular as flores são atrativos a abelhas, as quais morrem por afogamento/imersão (KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008). As bandejas utilizadas no presente experimento possuíam 4,5 cm de altura e cerca de 10 cm de diâmetro, fabricado em material plástico. Cada uma foi preenchida com 150 ml de água e 4-5 gotas de detergente, sendo um total de 15 bandejas

nas cores azul, amarelo e branco (05 bandejas de cada cor), instaladas à altura do solo em áreas relativamente abertas próximas à vegetação. As bandejas foram distribuídas no cento de cada parcela dentro do transecto, dispostos em conjunto de três (uma de cada cor), a uma distância de cinco metros entre elas, afim de formar triângulos (Figura 2).

As coletas foram realizadas no período compreendido entre as 7:00 e as 17:00 horas, por um período de dez horas a cada dia de coleta, compreendendo 240 horas de amostragem, sendo iniciada da borda do fragmento para o seu interior, destinando uma hora de coleta dentro de cada repetição ao longo do dia para cada parcela usando a rede entomológica. As ARCAS, permaneceram dispostas para coleta durante todo intervalo de tempo, sendo instaladas no horário de chegada a campo e retiradas ao fim do dia. Foram coletadas as abelhas que estavam visitando as plantas em floração, ou as que estavam voando nas proximidades.

### **3.3 Estocagem das abelhas**

Cada abelha coletada usando a rede entomológica foi sacrificada por imersão em álcool etílico à 70% p/p (etanol), em frascos etiquetados com identificação de data da coleta e informações sobre em qual parcela foi capturada. As abelhas capturadas por meio das ARCAs, foram transferidas para frascos contendo álcool etílico à 70% p/p (etanol), com identificação do ponto de coleta, data da captura, cor da armadilha e em qual parcela foram capturadas.

Posteriormente, todas as abelhas amostradas foram montadas em alfinetes entomológicos, etiquetadas com as informações sobre a coleta, secas em estufa e enviadas para identificação no Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS), do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (IBIO-UFBA), pela Taxonomista da equipe do BIOSIS, sendo depositados posteriormente na coleção de abelhas do BIOSIS-UFBA.

A determinação dos espécimes capturados foi realizada pela Dr.<sup>a</sup> Favízia Freitas de Oliveira, Taxonomista de abelhas e coordenadora do Laboratório BIOSIS (IBIO-UFBA).

### **3.4 Análise de dados**

A apifauna foi caracterizada qualitativa e quantitativamente. Após a identificação das abelhas, todas as informações foram digitadas em planilhas eletrônica utilizando programa Microsoft Excel 2019, individualmente, de acordo com a seguinte ordem: número de exemplar, família, tribo, gênero e espécie, sexo, data, local, método de coleta, parcela que foi coletada. A partir desses dados, foi mensurada a abundância, diversidade e riqueza de espécies.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), riqueza de Margalef ( $D_{mg}$ ) e equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foram calculados utilizando-se o programa PAST (Paleontological Statistics 4.03). Para a representação dos índices, foi utilizado o programa R 4.0.4 (R Core Team, 2021). Todas os índices foram plotados em Boxplot, para análise das diferenças. A significância das diferenças foi testada pelo Teste T.

O índice de abundância( $D$ ), nos traz o número total de indivíduos ocorre em um local ou em uma amostra (MORENO, 2001). A curva Espécie- Área foi estimada utilizando o programa Microsoft Excel 2019.

O índice de riqueza ( $S$ ), nos traz o número de espécies encontradas, e expressa a riqueza de espécies, considerando o número de espécies ( $S-1$ ) e o logaritmo (base 10 ou natural) do número total de indivíduos, sendo estimado por meio da seguinte equação de Margalef(MAGURRAN, 2011):

$$DMg = (S-1) / \ln N$$

Onde:

$S$  = número de espécies amostradas;

$N$  = número total de indivíduos em todas as espécies.

O índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) se constitui no índice mais utilizado em estudos como o presente, e considera tanto a uniformidade (equitabilidade) quanto a riqueza de espécies, determinando a biodiversidade da comunidade (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). Pressupõe que, com aumento do número de espécies ou o aumento da uniformidade das abundâncias, aumenta a diversidade, dando peso menor para as espécies raras do que às comuns, sendo obtido pela equação:

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

Onde:

$p_i$  proporção da espécie  $i$ , estimada como  $(n_i/N)$ ;

**ni** número de indivíduos da espécie i, (número de indivíduos, biomassa);

**N** número total de indivíduos.

A similaridade da fauna de abelhas entre as duas áreas em relação a presença- ausência de espécies foi calculada através do índice de Jaccard (LUDWIG; REYNOLDS, 1988), expresso pela equação:

$$S = C / A + B - C.100$$

Onde:

**A** número de espécies exclusivas para uma determinada área (A);

**B** número de espécies exclusivas para uma determinada área (B).

**C** número de espécies em comum;

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este tópico apresenta os resultados da pesquisa, os quais estão estruturados em cinco seções. As quatro primeiras seções recuperam e respondem aos objetivos específicos delineados na introdução, seguida por uma subseção dedicada à discussão geral dos resultados obtidos. Os parâmetros de abundância, riqueza e diversidade da comunidade de abelhas nos dois fragmentos de vegetação, foram analisados comparando-se as áreas e o modo de coleta.

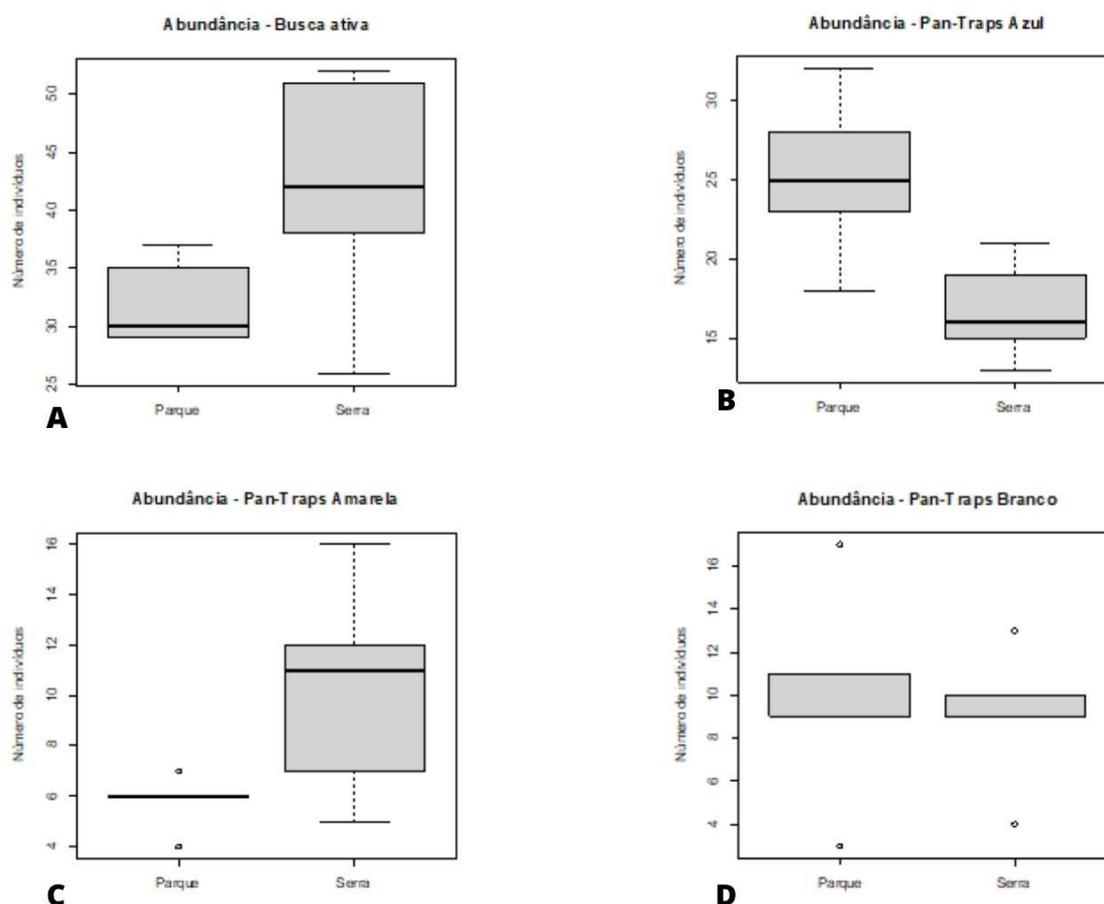
### **4.1 Espécies de abelhas residentes no perímetro urbano de Barreiras, Bahia**

Conforme o primeiro objetivo de pesquisa, que pretendia conhecer as espécies de abelhas residentes no perímetro urbano de Barreiras, Bahia, tendo como base o Parque Engenheiro Geraldo Rocha (Área 1) e a Serra do Mimo (Área 2), foram coletados 749 espécimes de abelhas durante os seis meses de coletas nas duas áreas, tendo sido coletados que 361 indivíduos na Área 1 e 388 indivíduos na Área 2.

Na Área 1, foram coletados 160 indivíduos usando a rede entomológica (busca ativa) e 201 somando-se as coletas das ARCAS (126 na cor azul, 29 na amarela e 46 na branca) (Figura 3 e 4). Já na Área 2, foram coletados 209 indivíduos na busca ativa e 177 nas ARCAS (83 na azul, 51 na amarela e 43 no branco), com a armadilha azul se destacando na atratividade das abelhas (Figura 3 e 4). Comparando os dois métodos de coletas adotados, a busca ativa se mostrou mais eficiente na Área 2 (Figura 3A). Esse maior número de indivíduos de abelhas coletados na Área 2 está dentro do esperado, o que se justifica pela presença de maior quantidade e diversidade de espécies de árvores nativas do Cerrado que se encontravam em época de floração durante os meses de coleta (Figura 7 FGH).

Ao total, foram identificadas 45 espécies, sendo contabilizadas 28 morfoespécies na Área 1 e 31 morfoespécies na Área 2 (Figura 4), corroborando a hipótese prevista para esse estudo, na qual assumimos que "a estrutura da comunidade das abelhas varia de acordo com o nível de urbanização dos fragmentos amostrados, sendo o fragmento menos urbanizado o mais biodiverso".

**Figura 3-** Gráficos boxplot comparando o índice de abundância por método de coleta nas duas áreas de coletas, sendo A, B, C e D correspondem a busca ativa, pan-traps nas cores azul, amarelo e branco respectivamente.



Fonte: Autor (2021).

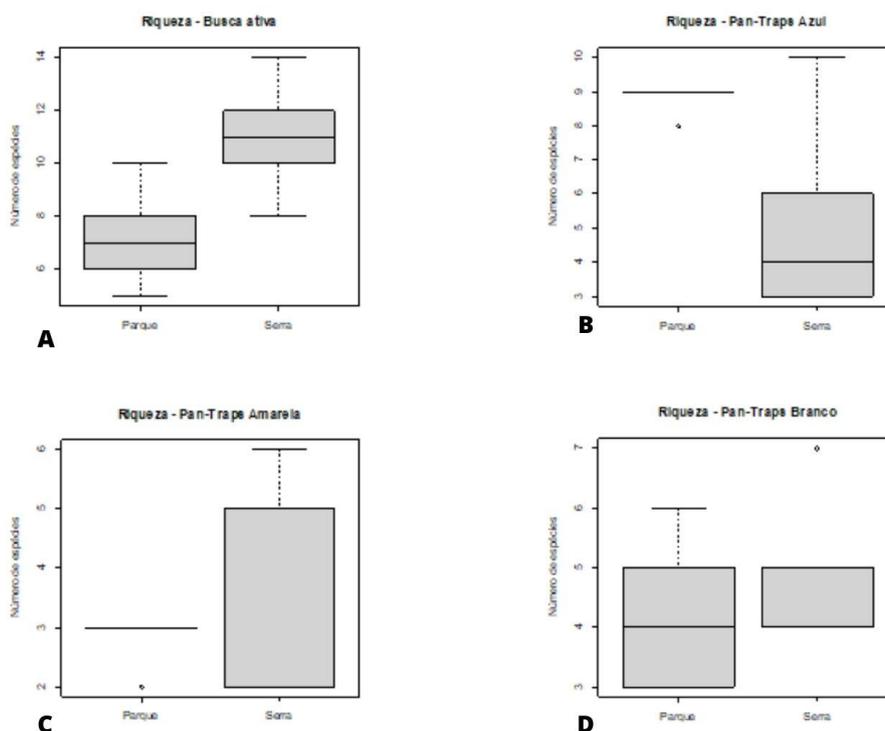
Dentre as cinco famílias com ocorrência no Brasil, quatro delas foram amostradas no presente estudo, sendo elas Andrenidae, Apidae, Halictidae (encontrados nas duas áreas de coletas) e Megachilidae, encontrada somente na Área 2 (Tabela 2).

Dentro da família Andrenidae, foram encontrados três gêneros, *Callonychium* (n=1) somente na Área 1, *Acamptopoeum* (n=1) e *Oxaea* (n=1), ambos presentes somente na Área 2. Na família Apidae, obteve-se certo grau de similaridade entre os gêneros amostrados, na Área 1 foram presentes *Apis* (n=141), *Melitomella* (n=76) e *Trigona* (n=38), já na Área 2 *Apis* (n=177), *Trigona* (107) e *Frieseomelitta* (n=17). Em Halictidae obtivemos gêneros iguais para os dois locais, porém número de indivíduos bem variados, *Augochlorella* (Área 1 n= 15, Área II n=1), *Augochlora* (Área 2 n= 4, Área II n=18) e *Dialictus* (Área 1 n= 5, Área 2 n=3) (Tabela 2). A família Megachilidae foi amostrada

somente na Área 1, representada dois gêneros apenas: *Dicranthidium*(n=7) e *Megachile* (n=1) (Tabela 2).

As espécies mais abundantes (abundância relativa) na Área 1 foram: a exótica africanizada *Apis mellifera scutellata* (Lepeletier, 1836) (n=141), *Melitoma segmentaria* (Fabricius, 1804) (n=76) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (n= 22). Na Área 2, foram coletadas as espécies *A. m. scutellata* (n=177), *T. spinipes* (n= 58) e *Trigona* sp. 1 (n= 41). A presença abundante de *A. m. scutellata* já era um resultado esperado, que será melhor abordado nas subseções seguinte.

**Figura 4-** Gráficos boxplot comparando o índice de riqueza por método de coleta nas duas áreas de coletas, sendo A, B, C e D correspondem a busca ativa, pan-traps nas cores azul, amarelo e branco respectivamente.



Fonte: Autor (2021).

## 4.2 Índices de abundância, riqueza e diversidade

Diante o segundo objetivo proposto de comparar a abundância, riqueza e diversidade de abelhas nos dois fragmentos urbanos amostrados, a comunidade de abelhas foi representada por 45 espécies, 29 gêneros, 18 tribos e 04 famílias, com um total de 749 indivíduos coletados (Tabela 2).

Na área do Parque (Área 1) um total de 361 indivíduos, sendo a tribo a Apini (D=141) a mais abundante. Na tribo Meliponini, obteve grande destaque ainda na Área 1, onde foram coletados 60 indivíduos distribuídos em sete espécies diferentes, que possuem hábitos sociais. As abelhas da tribo Emphorini (D=125) que possuem hábito solitário, mas fazem ninhos agregados no solo, se mostraram mais atraídas pela ARCAS na cor azul, principalmente os machos.

Enquanto na Serra do Mimo (Área 2), foi coletado um total de 388 indivíduos de abelhas, sendo as tribos Apini (D=177), Meliponini (D=160) e Augochlorini (D=19) as mais abundantes. Na Área 2 foi encontrado somente um indivíduo pertencente à tribo Emphorinini, provavelmente por não haver ninhos próximos aos locais de coleta, ponto que chama atenção quando comparado as áreas.

A espécie mais abundantemente em ambas as áreas foi a *A. m. scutellata*. A família Apidae foi a melhor representada nas duas áreas, somando quase a metade das espécies da apifauna local (42,45%).

A média de abundância geral do Parque ficou em torno de 74 indivíduos, enquanto a da Serra do Mimo de 83 indivíduos (Figura 5A), deixando claro que a área da Serra se mostrou mais abundante e apresentou uma variação significativa entre os valores ( $p=0,028$ ).

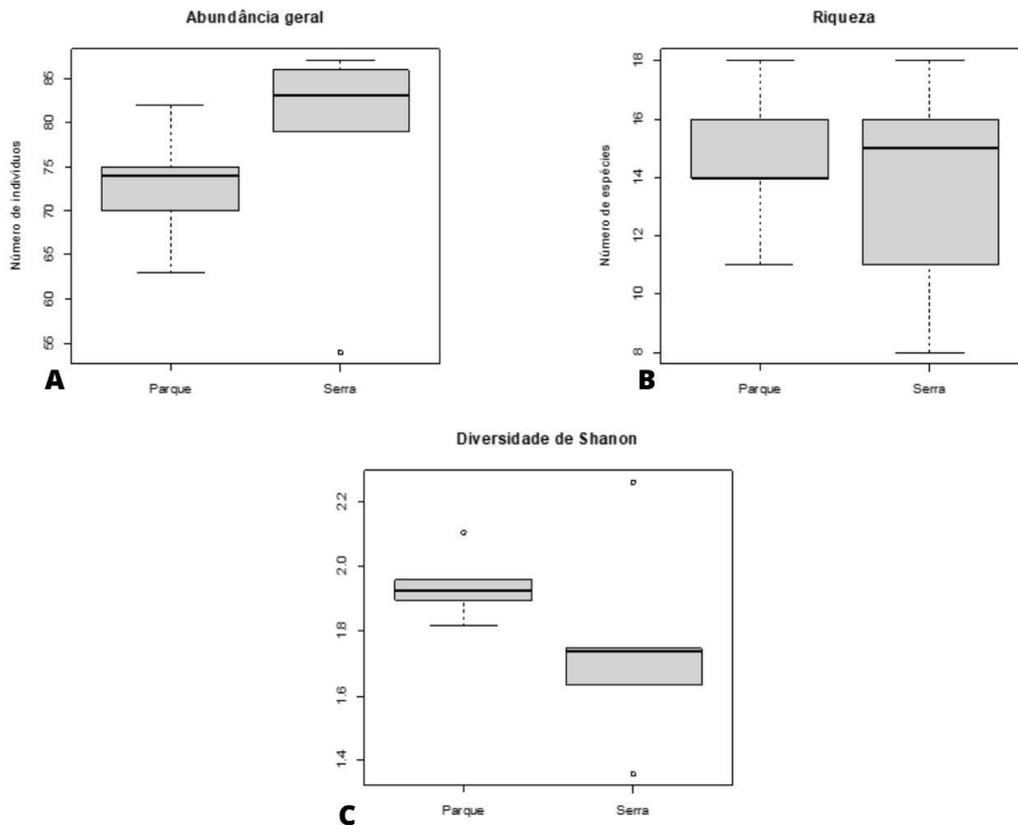
O índice de riqueza foi calculado utilizando a contagem de espécies dentro de cada parcela do transecto. Com isso, contabilizou-se na análise geral 28 espécies para a área do Parque e 31 espécies para a área da Serra do Mimo.

A média de riqueza (S) dentre as parcelas estabelecidas em cada área, se mostrou maior na Serra, sendo observada no Parque uma média de  $S=14$  e na Serra do Mimo uma média de  $S=15$  (Figura 5B), evidenciando que a área da Serra apresentou uma riqueza maior de espécies e apresentou uma variação significativa entre os valores ( $p=0,036$ ).

A riqueza máxima dentro das parcelas nas duas áreas foi  $S=18$  e a menor, na parcela 5 da Serra ( $S=8$ ), nessa parcela ainda é possível verificar a passagem do fogo, com a presença ainda de pouca vegetação e fuligem recobrindo as rochas.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener para abelhas (Figura 5C), registrado nas duas áreas apresentou valores intermediários variando de  $H'$  1,81- 2,01 dentro das parcelas da área do Parque e  $H'$  1,36- 2,25 para as parcelas na Serra do Mimo (teste t ao nível de  $p > 0,025$ ).

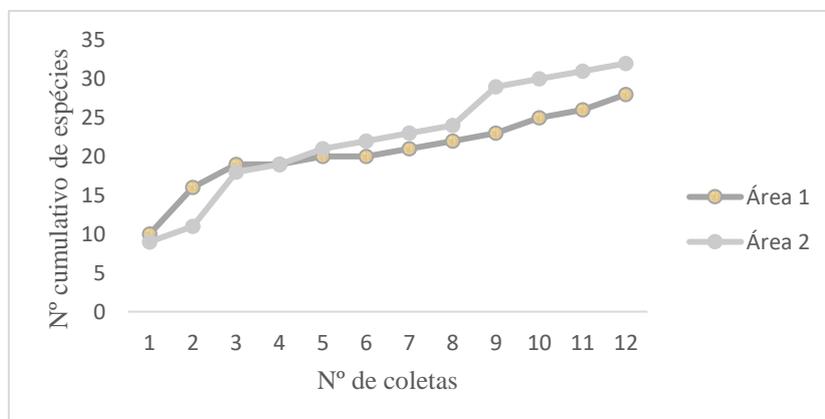
**Figura 5-** Gráficos boxplot comparando o índice de abundância geral (A), índice de riqueza (B) e índice de diversidade (C) nas duas áreas de coletas.



Fonte: Autor (2021).

A curva Espécies- Área não se estabilizou para nenhuma das duas áreas amostradas, mostrando que se é esperado encontrar um número maior de espécies nas áreas ao longo de um intervalo de tempo maior (Figura 6).

**Figura 6-** Curva do coletor, para as áreas amostradas no estudo.



Fonte: Autor (2021).

### 4.3 Efeitos urbanização sob a fauna de abelhas

Com o objetivo de avaliar os efeitos urbanização sob a fauna de abelhas nos dois fragmentos estudados, dentre as espécies coletadas foram identificadas aquelas que podem ser usadas como bioindicadoras de perturbações antrópicas e as quais são mais frequentemente encontradas em ambientes menos perturbados de acordo com a literatura.

A Área 1, como já caracterizado anteriormente, possui grau elevado de mudanças devido atividades antrópicas ao longo dos anos e com a presença de espécies vegetais comuns a áreas degradadas (Figura 7 A-E).

Com isso, dentre todas as espécies encontradas nessa área algumas são citadas como bioindicadoras de perturbação ambientais ou de conservação ambiental. A família Andrenidae é pouco encontrada em ambientes urbanos, isso se confirmou devido à baixa presença na Área 1. Na família Apidae, *A. m. scutellata* com seu hábito generalista, foi a espécie mais abundante, *M. segmentaria*, *Mesoplia* sp. 1, *Ancyloscelis* aff. *apiformis* (Fabricius, 1793), todas pertencentes a tribo Emphorini, também foram encontradas e são descritas como espécies encontradas em áreas urbanas.

**Figura 7-A-E-** Espécies vegetais encontradas na Área 1- Parque de Exposições Eng. Geraldo Rocha, Barreiras-BA. F-H-Espécies vegetais encontradas na Área 2- Serra do Mimo, Barreiras-BA.



Fonte: Autor (2021).

As espécies da tribo Augochlorini encontradas na Área 2, são fortes indícios de conservação do ambiente, possivelmente pela presença de espécies vegetais nativas do

bioma Cerrado que são encontradas na Serra (Figura 7F-H). Todas elas foram encontradas em maior número quando se comparada as duas áreas de coletas.

**Figura 8-** A- entrada de ninho de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) na Área 1 em parede de alvenaria. B- Entrada de ninho de abelhas solitárias na Área 2.



Fonte: Autor (2021).

*Eulaema* (*Apeulaema*) *nigrita* Lepeletier, 1841, foi pouco representada nesse estudo, mesmo sendo uma espécie de vasta ocorrência em ambientes urbanos. O mesmo ocorre com as espécies da tribo Meliponini, *T. spinipes*, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Figura 8A), *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) e *Oxytrigona* sp., que eram esperadas em número maior na Área 1, porém foram encontradas mais na Área 2, sendo de ocorrências em ambas as áreas. Por outro lado, a espécie *Scaptotrigona aff. depilis* (Moure, 1942) foi encontrada somente na Área 1.

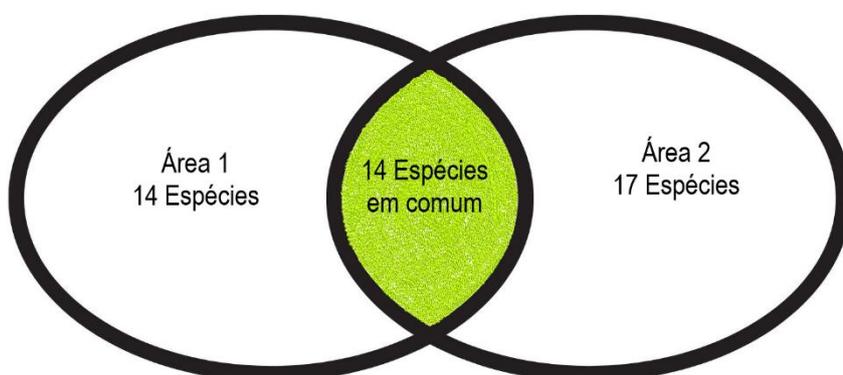
As espécies pertencentes a tribo Centridini, *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier, 1841, *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874, *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepeletier, 1841, foram encontradas em menor número também na Área 2.

Como a Área 2, apresenta uma vegetação mais característica da região com fragmentos florestais do bioma Cerrado, e também local onde foi encontrado um maior número de espécies, é válido salientar que possivelmente esse número de dê em relação justamente pela relação entre a flora encontrada e as espécies que ali habitam.

#### 4.4 Permeabilidade da matriz urbana

Afim de se avaliar a permeabilidade da matriz urbana entre as duas áreas foi empregado o índice de Jaccard. Como já apresentado anteriormente, a Área 1 e 2 tiveram, respectivamente 28 e 31 espécies encontradas. Algumas espécies foram de ocorrência isoladas, para a Área 1, temos a ocorrência de quatorze espécies, em destaque na Tabela 2 na cor amarela. A espécie *Melitomella murihirta* (Cockerell, 1912), tem grande destaque em sua ocorrência nessa área por se mostrarem bastante atraídas pela ARCA de cor azul (n= 62) tendo sido coletadas 76 espécimes. Na Área 2, foram registradas dezessete espécies de ocorrência somente nesse lugar, em destaque na tabela 2 na cor rosa. Apesar de um número maior de espécies, muitas delas contaram somente com um espécime coletado, ressaltando o que já era esperando para o comportamento de abelhas neotropicais, várias espécies com poucos indivíduos. Em comum, as duas áreas somadas obtiveram quatorze espécies, em destaque na cor verde na Tabela 2 e Figura 9.

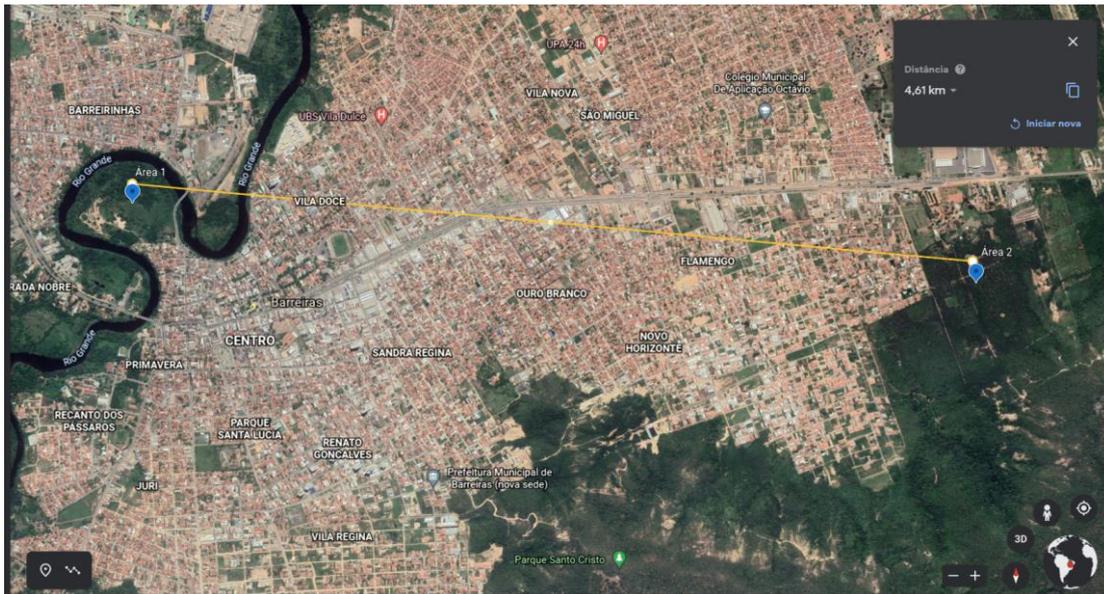
**Figura 9-** Diagrama ilustrando as espécies encontradas nas áreas 1 e 2, e as espécies em comum compartilhadas entre as áreas.



Fonte: Autor (2021).

Com relação à similaridade entre as áreas foi obtido um percentual de 31,1% de semelhança. Tal porcentagem revela que dentro da cidade de Barreiras-Ba, apesar da distância relativamente curta entre as áreas amostradas, há poucos elementos dispostos na matriz urbana que promovem essa conexão e permeabilidade das espécies (Figura 10).

**Figura 10-** Imagem coletada do Google Earth com vista aérea das área e distância.



Fonte: Google Earth

**Tabela 2-** Espécies amostradas nas áreas de estudo, organizadas por Família/ Tribo e Espécie e método de captura e por área. B.A.= Busca ativa. Linhas preenchidas em amarelo- espécies encontradas somente na Área 1; rosa- espécies encontradas somente na Área 2; verde- espécies em comum em ambas as áreas.

FAMÍLIA/ TRIBO/ ESPÉCIE	Área 1				Total Área 1	Área 2				Total Área 2
	B.A.	ARCA AMARELA	ARCA AZUL	ARCA BRANCO		B.A.	ARCA AMARELA	ARCA AZUL	ARCA BRANCO	
<b>Andrenidae</b>			1		1	2				2
<b>Calliopsini</b>			1		1	1				1
<i>Callonychiium (Callonychiium) brasiliense</i> (Ducke, 1907)			1		1					1
<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)						1				1
<b>Oxaeini</b>						1				1
<i>Oxaea flavescens</i> Khg, 1807						1				1
<b>Apidae</b>	160	27	112	37	336	198	50	66	42	356
<b>Apini</b>	120	9	7	5	141	99	23	30	25	177
<i>Apis mellifera scutellata</i> Lepeletier, 1836	120	9	7	5	141	99	23	30	25	177
<b>Bombini</b>	1				1					
<i>Bombus (Thoracobombus) brevivillus</i> Franklin, 1913	1				1					
<b>Centridini</b>	1				1	6				6
<i>Centris (Melacentris) obsoleta</i> Lepeletier, 1841	1				1					
<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841						2				2
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874						1				1
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841						3				3
<b>Ceratinini</b>	2	1		1	4					
<i>Ceratina (Crewella) sp. 1</i>	2	1		1	4					
<b>Emphorini</b>	6	11	88	20	125	1				1
<i>Ptilothrix plumata</i> Smith, 1853		1			1					
<i>Melitomella murihirta</i> (Cockerell, 1912)	1	2	62	11	76					
<i>Melitoma sp. 1</i>			1		1					
<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	1		5	2	8					
<i>Diadasina riparia</i> (Ducke, 1907)	4	4	11		19	1				1
<i>Ancyloscelis aff. apiformis</i> (Fabricius, 1793)		4	9	7	20					
<b>Ericrocidini</b>			1		1					
<i>Mesoplia sp. 1</i>			1		1					
<b>Eucerini</b>			2		2		1			1
<i>Melissoptila unicolornis</i> (Ducke, 1910)			2		2		1			1
<b>Euglossini</b>	1				1	1				1
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepeletier, 1841	1				1	1				1
<b>Exomalopsini</b>						1	1			2
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> Spinola, 1853						1	1			2
<b>Meliponini</b>	29	6	14	11	60	83	25	35	17	160
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	5	5	4	8	22	19	19	16	4	58
<i>Trigona sp. 2</i>						5	1	1		7
<i>Trigona sp. 1</i>	8		5	3	16	28		9	4	41
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	6		1		7	7	1		1	9
<i>Scaptotrigona sp. 1</i>	2				2					
<i>Scaptotrigona postica</i> (Latreille, 1807)	3		4		7	1	3	5	4	13
<i>Scaptotrigona aff. depilis</i> (Moure, 1942)	3				3					
<i>Oxytrigona sp. 1</i>	2	1			3	5	1	2	3	11
<i>Geotrigona mombuca</i> (Smith, 1863)						4				4
<i>Friesemelitta varia</i> (Lepeletier, 1836)						14		2	1	17
<b>Tapinotaspidini</b>								1		1
<i>Paratetrapedia sp. 1</i>								1		1
<b>Xylocopini</b>						7				7
<i>Xylocopa (Schomherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)						1				1
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) hirsutissima</i> Maidl, 1912						1				1
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841						3				3
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)						2				2
<b>Halictidae</b>		2	13	9	24	4	1	14	3	22
<b>Augochlorini</b>		2	9	8	19	4	1	11	3	19
<i>Augochlora sp. 3</i>		1	1		2	2	1	8	3	14
<i>Augochlora sp. 2</i>			1		1			3		3
<i>Augochlora sp. 1</i>			1		1	1				1
<i>Augochlarella sp. 1</i>		1	6	8	15	1				1
<b>Halictini</b>			4	1	5			3		3
<i>Dialictus sp. 3</i>				1	1					
<i>Dialictus sp. 2</i>								1		1
<i>Dialictus sp. 1</i>			2		2					
<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)			2		2			2		2
<b>Megachilidae</b>						5		3		8
<b>Anthidiini</b>						4		3		7
<i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)						4		3		7
<b>Megachilini</b>						1				1
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 1</i>						1				1
<b>Total Geral</b>	160	29	126	46	361	209	51	83	45	388

Fonte: Autor (2021).

## 4.5 Discussão geral

Considerando o objetivo precípua desta pesquisa, a saber, conhecer a biodiversidade de abelhas de dois fragmentos florestais com diferentes níveis de urbanização, na Serra do Mimo e Parque Engenheiro Geraldo Rocha, em Barreiras, Bahia, avaliando o efeito da urbanização sobre a diversidade, abundância e riqueza de espécies no local, os achados revelam que o crescimento urbanístico é uma séria ameaça a biodiversidade, impactando na perda de habitats e assim reduzindo o número de polinizadores, podendo gerar os efeitos mais tardios como aumento da temperatura, compactação do solo e poluição do solo e do ar. Porém esses efeitos são sentidos de formas diferentes a depender do grupo, onde alguns podem ser fortemente beneficiados pelos efeitos da urbanização em detrimento a outros corroborando com estudo já realizados (FORTEL *et al.*, 2014; MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017; SIROHI *et al.*, 2015; NORMANDIN *et al.*, 2017; GESLIN *et al.*, 2016).

Em escala nacional, comparando com os resultados obtidos, o número total de indivíduos coletados foi aceitável levando em consideração o tempo de amostragem. Em inventários de apifauna realizados em áreas urbanas com diferentes gradientes de urbanização, esse número variou de 147 a 3.601 espécimes coletadas usando metodologias similares as aplicadas aqui (GRANDOLFO *et al.*, 2020; SANTIAGO *et al.*, 2009; CARDOSO; GONÇALVES, 2018; FERREIRA *et al.*, 2013; MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013). Outros estudos, ainda nesse âmbito urbano, adotaram outros tipos de metodologias como por exemplo, iscas de cheiro ou contagem de ninhos quando se trabalhava com determinadas tribos de abelhas (ARAÚJO *et al.*, 2016; DANTAS *et al.*, 2019) (Tabela 1). Para trabalhos elaborados em parques urbanos, adotando metodologia semelhante, os valores aqui encontrados perfazem as mesmas faixas, validando a importâncias dessas áreas verdes dentro da matriz urbana para preservação da biodiversidade (GRANDOLFO *et al.*, 2020; DANTAS *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2016; SANTIAGO *et al.*, 2009). Partindo para o cenário internacional, inventários de apifauna em áreas urbanas da França, Canadá, Inglaterra registraram alto números de espécimes para suas áreas (FORTEL *et al.*, 2014; MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017; SIROHI *et al.*, 2015; NORMANDIN *et al.*, 2017).

A família Apidae aparece como a mais presente em diversos estudos tanto no panorama nacional como internacional, se faz coerente destaca-la como a mais

representativa também nesse estudo (SANTIAGO *et al.*, 2009; AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013; SIROHI *et al.*, 2015; NORMANDIN *et al.*, 2017; FORTEL *et al.*, 2014).

Em algumas regiões do Brasil, algumas tribos são mais abundantes como o caso de Euglossini, o que justifica a busca de conhecimento a seu respeito em áreas urbanas (Tabela 1), contudo, para essa pesquisa aqui desenvolvida, esse grupo não foi bem representado, contando tão somente com dois indivíduos, possivelmente por não ter atrativos suficientes (GRANDOLFO *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2013). Quanto aos hábitos das abelhas, foi encontrado uma abundância e riqueza maior de espécies solitárias para ambos locais amostrados, reforçando os achados científicos de estudos realizados em todo o mundo (AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; NORMANDIN *et al.*, 2017). Quanto a tribo Meliponini, de hábito social, foi registrada uma maior abundância para o local com menor grau de urbanização (Área 2), não convergindo com os achados para áreas urbanas em Minas Gerais (ARAÚJO *et al.*, 2016). A maioria dos trabalhos de inventariados urbanos de apifauna, seus esforços são focados na tribo Meliponini devido a sua alta adaptabilidade a áreas com graus intermediários e elevados de antropização (DE ARAUJO; WITT, 2020).

A utilização de mais de um método de amostragem em conjunto é indicado pela literatura para uma amostragem mais completa, se isso que o pesquisador busca (SAKAGAMI; LAROCA; MOURE, 1967; SANTANA; OLIVEIRA, 2010; TEIXEIRA, 2012; KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008; SILVEIRA NETO; NAKANO; VILA NOVA, 1976). O uso de rede entomologia em união com armadilha do tipo ARCAS já é uma metodologia rotineira em inventários de apifauna (Tabela 1), metodologia também emprega para esse estudo (FORTEL *et al.*, 2014; SIROHI *et al.*, 2015; NORMANDIN *et al.*, 2017).

O uso de armadilhas ARCAS, vem ganhando notoriedade para inventário de fauna de abelhas no Brasil, com grande eficiência quando comparado ao método de captura em rede, porém no bioma Cerrado, ainda específico para região oeste da Bahia, ainda não há trabalhos com a utilização desse tipo de armadilha (Tabela 1). No geral as armadilhas do tipo ARCA é uma metodologia de baixo custo e eficiente pois elimina o efeito da habilidade do coletor (SANTANA; OLIVEIRA, 2010; FAVALESSO; GONÇALVES, 2017; MOREIRA *et al.*, 2016).

Ainda assim, há trabalhos com a utilização de somente um método de captura, optando para armadilhas do tipo ARCA (FAVALESSO; GONÇALVES, 2017; MOREIRA *et al.*, 2016;) ou tão somente a utilização da rede entomológica, que para esse estudo demonstrou ser um método eficiente nas áreas amostradas, onde tem graus diferentes de urbanização (SANTIAGO, *et al.*, 2009; FONTES *et al.*, 2018; CARDOSO; GONÇALVES, 2018; ANACLETO; MARCHINI, 2005; MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017; MARCHINI *et al.*, 2008; MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013), Ainda, quando se trabalho com uma tribo ou espécie em específico, como por exemplo Euglosini, opta-se por trabalhar com as iscas de cheiros (GRANDOLFO *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2013; SILVA; GAMA NETO; PARENTE, 2013) ou empregar a contagem de ninhos (DANTAS *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2016). Essa última técnica poderia ter sido facilmente incorporada a metodologia dessa pesquisa, já que era realizada a varredura das áreas para a captura com rede entomológica e ao longo do percurso eram encontrados alguns ninhos de abelhas.

Em trabalho realizado no estado da Bahia, porém dentro dos limites do bioma Mata Atlântica em perímetro urbano, a espécie *Ancyloscelis* aff. *apiformis* foi amostrada unicamente através da ARCA na cor branca, esse resultado se opõe em parte aos achados para o bioma Cerrado, essa espécie foi coletada na área de maior influência antrópica contudo não houve uma escolha por somente uma cor, ela foi capturada em todas as cores de ARCAS adotadas (SANTANA; OLIVEIRA, 2010).

Com um olhar individual sobre os métodos de amostragem apresentamos a busca ativa como a mais eficiente, porém, quando agrupamos as ARCAS nas três cores utilizadas temos um quantitativo maior quando comparado a rede entomológica, mostrando assim que a utilização das cores azul, amarelo e branco das ARCAS são complementares para uma melhor amostragem, por justamente essas cores pertencerem ao espectro visível das abelhas, mas em geral armadilhas azuis coletaram uma maior abundância e riqueza de morfoespécies (MOREIRA *et al.*, 2016).

Assim como para Moreira et al. (2016), foi achado um resultado semelhante a espécie *M. murihirta*, foram capturadas quase em sua totalidade nas ARCAS de cor azul na área (Tabela 2), estabelecendo assim uma predileção por essa cor de armadilha. Isso pode ser explicado porque as abelhas da tribo Emphorini possuem uma relação estreita com flores da família Convolvulacea, especialmente do gênero *Ipomoea*, as quais possuem flores na gama de cores azul a violeta (Figura 7A-E). Embora, não exista uma

consonância na comunidade científica a respeito da preferência de cores por cada grupo, sendo que alguns relatam diferença significativas entre os resultados, como também foi encontrado para nossa pesquisa, a cor azul se sobrepondo as demais, (com destaque para a tribo Emphorini). No entanto, alguns autores argumentam que a coleta com as ARCAS pode sofrer forte influência da vegetação local, sendo que esses autores pressupõem que se no local amostrado tiver maior quantidade de flores azuis, conseqüentemente, as abelhas que polinizam essas flores irão ser mais atraídas pelas ARCAS azuis. Essa mesma linha de pensamento de predileção por determinada cor, pode vir a justificar, por que para a Área 2 a ARCA na cor branca teve melhor desempenho, entretanto todas as abelhas coletadas pelas ARCAs brancas foram da tribo Meliponini (além da espécie exótica *A. m. scutellata*), abelhas sociais consideradas generalistas, o que não nos permite afirmar que a atração da ARCA branca tenha sido influenciada pela cobertura florestal, além de que nenhum Emphorini foi capturado por essa armadilha no local, o que nos leva a afirmar que estudos mais aprofundados são necessários para entendermos melhor essa questão da atratividade das cores das ARCAs (MOREIRA *et al.*, 2016; SANTANA; OLIVEIRA, 2010).

Quando visto as três cores usadas nas ARCAS e a relação com as tribos amostradas nessas armadilhas, observa-se uma predominância com a cor azul enquanto que as cores amarela e branco se equiparam (Figura 3 e 4). A escolha das cores das ARCAS não é realizada de forma aleatória, uma vez que as cores amarela, branca e azul estão dentro da gama de cores do comprimento espectral das abelhas. Entretanto, alguns autores afirmam que a "predileção" por determinada cor dentre as três ofertadas pode sofrer interferência por fatores externos como taxa de luminosidade, duração do dia e latitude (WANG *et al.*, 2017). No caso do presente trabalho realizado no bioma Cerrado, a "predileção" pela cor azul em relação a branca e amarela (Figura 3B), pode estar relacionada ao relacionamento estreito dos Emphorini com a família Convolvulaceae que possuem flores das gamas azuis e violeta, como mencionado anteriormente, uma vez que a maioria dos espécimes capturados pelas ARCAS foi de representantes dessa tribo. No caso dos estudos disponíveis na literatura, muitos autores argumentam que a cor branca está ligada a polinizadores generalistas, enquanto que abelhas "prefeririam" as armadilhas amarelas em vez das azuis e brancas (WANG *et al.*, 2017; SIRCON; JOTHI; PINKSEN, 2018), o que não foi corroborado pelo presente estudo. Apesar, das ARCAS se constituírem em um método eficiente na amostragem, essa metodologia acaba não

sendo eficiente na captura de espécies de abelhas de tamanho corpóreo grande, como por exemplo *Bombus (Thoracobombus) brevivillus* Franklin, 1913, *Centris (Centris) aenea*, *Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789), *Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens* Lepeletier, 1841, *Xylocopa (Schonnherria) muscaria* (Fabricius, 1775), dentre outras que foram capturadas somente com o uso da rede entomológica (Tabela 2), por isso a importância da adoção de mais de um método de coleta (GESLIN *et al.*, 2016).

O efeito da urbanização pode gerar impactos negativos levando a perda de habitats naturais, assim como a redução de fontes de alimento e sítios de nidificação, por isso a importância do planejamento urbano, a fim de mitigar esses efeitos causados (AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017). Diante do que já era esperado, testando a hipótese, os fragmentos apresentam diferenças significativas entre os índices trabalhados, respaldando o que também foi encontrado em outros estudos (FERREIRA *et al.*, 2013). A área 2 que compreende a Serra do Mimo, ambiente menos antropizado foi o que apresentou maior riqueza e abundância, possivelmente por abrigar espécies vegetais que estavam florindo durante os meses de coletas (Figura 7FGH). Logo, destaca-se que diferente do encontrado em outros estudos, a riqueza, abundância e a diversidade variam de acordo com o aumento dos níveis de urbanização (AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; SIROHI *et al.*, 2015).

Assim como para Fortel *et al.* (2014), Dantas *et al.* (2019) e Araújo *et al.* (2016), o local com o maior nível de urbanização se caracterizou por uma menor biodiversidade, isso quando se analisa os índices de riqueza, abundância e diversidade em conjunto para Área 1 (Figura 5). Ainda embora, esses índices podem estar sujeitos a variações devido o esforço amostral e sazonalidade que podem influenciar na quantidade de espécies coletadas (GRANDOLFO *et al.*, 2020).

Tendo em mente a configuração e as características dos espaços urbanos, a sobreposição de áreas permeáveis e impermeáveis, e a diminuição da oferta de recursos de forrageamento e a fragmentação de habitat, sujeitando as populações a pressões antrópicas, ainda assim, apesar das graves consequências geradas pela urbanização, os centros urbanos podem funcionar como refúgio para determinados grupos de polinizadores, desfavorecendo as espécies que nidificam no solo e favorecendo principalmente para aqueles de que nidificam em cavidades pré-existentes, como é o caso de *E. nigrita*, que vários estudos apontam essa espécie como bioindicadora de áreas perturbadas, mas para esse estudo só foi amostrada dois indivíduos, mesmo essa tribo ter

a característica de voarem longas distâncias e estarem amplamente bem distribuídas (FERREIRA *et al.*, 2013; FORTEL *et al.*, 2014; CARDOSO; GONÇALVES, 2018; GRANDOLFO *et al.*, 2020; NELSON; FROST; NIELSEN, 2021).

Como já apontado pela literatura, em alguns grupos de abelhas, a riqueza de machos de algumas espécies aumentou nas áreas urbanas em relação ao habitat natural, comportamento esse que foi observado para *Melitomella murihirta*, que de 76 indivíduos coletados na área do Parque, 42 eram machos (HERNANDEZ; FRANKIE; THORP, 2009). Talvez, esse fenômeno possa ser explicado pelo fato dos machos de diferentes espécies de abelhas solitárias, como dormem fora do ninho, acabam se aglomerando à noite para dormir como comportamento de defesa contra predadores e para se aquecerem à noite, possivelmente, durante o dia, acabam patrulhando as áreas pelas fêmeas juntos.

Para o desenvolvimento de pesquisas futuras nessa mesma linha de pesquisa e área, a depender do crescimento urbanístico que a cidade de Barreiras-Ba sofra, com o monitoramento da fauna de abelhas local, será possível afirmar se houve uma perda de abundância, riqueza e diversidade nesse lapso temporal, assim como é apontado em estudos que seguem pelo caminho de investigar por comparação de mudança em uma área específica ao longo do tempo, tendo em vista o cumprimento do Plano Diretor municipal e cumprimento das diretrizes do ZEE, que podem beneficiar a conservação ambiental (MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013; CARDOSO; GONÇALVES, 2018; MELO *et al.*, 2021).

A distância entre áreas não deveria se apresentar como barreira física de impedimento para as abelhas, já que foram registradas quatorze espécies de ocorrência em comum as duas áreas. Porém, o índice de similaridade entre as áreas revelou uma porcentagem relativamente baixa de semelhança de espécies compartilhadas entre as áreas. A distribuição das manchas verdes, dentro da matriz urbana, como jardins, canteiros, lotes abandonados, quintais de residências, praças podem servir de refúgios e pontos de conectividade para diversas espécies de abelhas. Porém, essas áreas verdes dentro da matriz urbana devem ser pensadas de acordo o ZEE de forma a garantir uma abundância e riqueza floral que possam dar suporte a comunidade de polinizadores (FERREIRA *et al.*, 2012; PLASCENCIA; PHILPOTT, 2017).

Mesmo com a utilização de dois métodos de coletas, não foi possível afirmar que está pesquisa conseguiu esgotar a diversidade da comunidade de abelhas locais, haja visto que o tempo de coleta não englobou todas as estações do ano, além da ausência de estudos

para esse grupo na região oeste da Bahia, não permitindo comparação com os dados levantados no presente trabalho (Figura 6).

Dentre as duas tribos encontradas para a família Andrenidae nesse estudo, Calliopsini e Oxaeini, foram encontradas na Área 2, com exceção para *Callonychium* (*Callonychium*) *brasiliense* (Ducke, 1907) que foi encontrado um único exemplar para a Área 1 (Tabela 2), suas ocorrências tem sido relacionadas diretamente a ambientes pouco perturbados, conforme estudos feitos no Brasil e em outros países (NORMANDIN *et al.*, 2017; HERNANDEZ; FRANKIE; THORP, 2009; MARTINS; GONÇALVES; MELO 2013; SANTIAGO *et al.*, 2009).

A família Halictidae foi pouco representada no presente estudo, constando somente com duas tribos amostradas Augochlorini e Halictini, com maior quantitativo para a Área 2, com ocorrência de abelhas dessas tribos relacionadas a habitats mais preservados, baseado em estudos relacionados os efeitos da urbanização sobre as abelhas em diversos pontos do mundo (Tabela 2). A tribo Augochlorini está bem representada em áreas de floresta tropicais, e Halictini tem sido comumente amostrada nas regiões sul e sudeste do Brasil. Essa família também possui ampla distribuição mundial, possuindo diferentes níveis de sociabilidade, tendo sido coletada em estudos feitos na América do Norte, América do Sul, Canadá e França (NORMANDIN *et al.*, 2017; FORTEL *et al.*, 2014; MARTINS; GONÇALVES; MELO 2013; SANTIAGO *et al.*, 2009; AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020).

Assim como para a família Halictidae, para a Megachilidae, a presença de duas tribos apenas, ambas encontradas exclusivamente na Área 2. As espécies dessa família possuem o hábito de vida solitária, utilizando para a construção de seus ninhos pedaços de folhas e restos vegetais ou orifícios preexistentes em troncos de árvores, por essa peculiaridade de comportamento já era esperando de observar para a Serra do Mimo (Figura 8B). Espécies dessas famílias foram encontradas em inventários de apifauna nas áreas que sofrem menores influências antrópicas (SANTIAGO *et al.*, 2009; SIROHI *et al.*, 2015).

Em trabalhos realizado em áreas urbanas no Estado da Bahia e de Minas Gerais, foram contabilizados grande número de *T. angustula*, sustendo o forte apontamento para a adaptação da espécie a habitats menos preservados que sofrem com a urbanização. No caso do presente estudo, *T. angustula* foi encontrada em ambas as áreas, porém, em maior número na Área 2, sendo está a de menor interferência humana. Essa espécie apresenta

hábitos generalistas quanto a utilização de recursos tanto para nidificação (Figura 8A) e para manutenção das colônias, sendo pouco exigentes com a origem dos recursos florais coletados além de apresentarem alto grau de dispersão reprodutiva (DANTAS *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2016).

A espécie *A.m. scutellata* (tribo Apini) foi a espécie mais abundante nas duas áreas de coleta, assim como em outros trabalhos realizados, devido à sua grande capacidade adaptativa e hábitos generalistas, além de seus ninhos extremamente populosos que podem ser alojados em diferentes tipos de substratos. Em alguns inventários urbanos de apifauna, essa espécie por vezes não é integralizada aos resultados, justamente por ser encontrada com tamanha facilidade, porém os serviços ecossistêmicos prestados por elas são tão iguais valiosos (AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; MARTINS; GONZALES; LECHOWLCZ, 2017).

Para a área que abrange o bioma Cerrado *A. m. scutellata* é bem amostrada, contudo essa espécie pode perder o posto de mais abundante para outras espécies nativas, como é o caso da espécie de Meliponini *Trigona chanchamayoensis* (SANTIAGO *et al.*, 2009). A espécie *A. m. scutellata*, que foi amplamente registrada para os dois fragmentos, pode ser um forte indicador de espécie dominante sobre as demais, uma vez que, por seu hábito generalista, é facilmente encontrada forrageando em uma diversidade grande de vegetais, porém, alguns outros grupos de abelhas mais seletivos podem sofrer com a presença dessa espécie em demasiado número, concorrendo assim por recurso (NORMANDIN *et al.*, 2017).

As espécies da tribo Centrididi são abelhas solitárias bastante diversificadas, possuindo hábito de coletarem óleos florais. A sua presença é mais comumente observada em áreas mais preservadas, como é o caso da Serra do Mimo, que conta com vestígios florestais de seu bioma de origem, porém, assim como ocorre para outras espécies de regiões temperadas, foram encontradas várias espécies com poucos indivíduos. De forma similar, espécies dessa tribo já foram amostradas em inventários realizados em Parques Urbanos em Iporá, Goiás (SANTIAGO *et al.*, 2009).

A tribo Emphorinini é de ocorrência somente nas Américas, habitando os mais diversos biomas, tendo sido as espécies coletadas nesse estudo, em sua maioria, associadas a Área 1. As espécies *Melitoma segmentaria* e *Melitoma* sp. 1 foram também amostradas em habitats urbanos na região do Paraná e *Ancyloscelis aff. apiformis* também

em perímetro urbano de Salvador, Bahia (MARTINS; GONÇALVES; MELO, 2013; SANTANA; OLIVEIRA, 2010).

Diversos estudos com foco na fauna de Euglossini geralmente usam como metodologia de coleta iscas de cheiros (contendo como atrativos de essências de vanilina, cineol, eugenol, etc). No presente trabalho, foram amostrados tão somente dois exemplares, um para cada área de estudo, o que pode ser justificado devido a metodologia de coleta adotada. Porém, abelhas Euglossini não eram o foco dessa pesquisa, embora algumas espécies dessa tribo estejam cada vez mais presente em áreas urbanas por serem favorecidas pela fragmentação de habitat, sendo indicadas como espécies bioindicadoras de áreas degradadas (SANTIAGO *et al.*, 2009; AMADO DE SANTIS; CHACOFF, 2020; FERREIRA *et al.*, 2013; GRANDOLFO *et al.*, 2013).

Levando-se em consideração a alta capacidade de adaptabilidade da tribo Meliponini, os cinco gêneros geralmente mais amostrados em estudos realizados em áreas urbanas disponíveis na literatura especializada com foco nessa tribo amostraram maior abundância de *Nannotrigona*, *Partamona*, *Trigona*, *Tetragonisca* e *Oxytrigona*, nessa ordem, porém, apenas três deles foram amostrados no presente trabalho: *Trigona*, *Tetragonisca* e *Oxytrigona*. Em relação ao gênero *Nannotrigona* e à espécie *Friesella schrottkyi* (Friese, 1900), que são citados como mais abundantes no perímetro urbano para os estados do Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais, onde ainda se encontra parte do bioma Cerrado, dado que também difere dos achados aqui, sendo que esse gênero não foi encontrado em nenhuma das duas áreas amostradas (DANTAS *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2016), sendo que *Friesella schrottkyi* não tem ocorrência registrada no estado da Bahia, especialmente em área de Cerrado (CAMARGO; PEDRO, 2013).

Algumas espécies mais resistentes a mudanças na paisagem, e com previsão de serem mais abundantes na Área 1, foram encontradas nas duas áreas, porém, em maior número na Área 2, como por exemplos as espécies *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula*, achado que condiz com os dados levantados em outros estudos (ARAÚJO *et al.*, 2016; SANTIAGO *et al.*, 2009; MARTINS; GONÇALVES; MELO 2013; DANTAS *et al.*, 2019; ANTUNES *et al.*, 2012), possivelmente pela presença de ninhos próximo aos pontos de amostragem na Área 2.

Com relação a paisagem da Área 1, foi possível observar que se encontra fortemente impactadas pelas ações antrópicas (presença de descarte de lixo comum e eletrônicos, além de um empreendimento de lavagem de veículos, prédios e casas ao

redor, pista de motocross e estão de elevação d'água da empresa de abastecimento). Além de todos os elementos que figuram essa paisagem, ainda temos a presença de um corpo d'água. Áreas como essas são consideradas de preservação, deveríamos encontrar vegetação de mata ciliar as margens do rio, pois esses remanentes são de extrema importãncia para preservação da fauna local, servindo de abrigo e fonte de alimento (ARAÚJO *et al.*, 2016; ANTUNES *et al.*, 2012).

Apesar do hábito generalista de muitas espécies da tribo Meliponini, algumas são bastante seletivas quanto ao substrato de nidificação e com a redução de áreas verdes em centros urbanos pode causar significativa diminuição nas populações de várias espécies desse grupo é o que acomete com a *Frieseomelitta varia* (Lepeletier, 1836) que foi encontrada somente na Área 2 (ARAÚJO *et al.*, 2016), ocorrênciã rara em áreas urbanas.

## 5 CONCLUSÃO

Essa monografia teve o objetivo conhecer a biodiversidade de abelhas de dois fragmentos florestais com diferentes níveis de urbanização em Barreiras, Bahia. Os

resultados demonstraram o fragmento com menor nível de urbanização apresentou índices diversidade, abundância e riqueza superiores em relação ao fragmento mais urbanizado, porém compartilham um número razoável de espécies. E, por fim, a área com maior nível de fragmentação foram encontradas espécies bioindicadoras que revelam impactos ambientais e essas espécies se beneficiam dessa urbanização.

Estes achados de pesquisa contribuem para o avanço da pesquisa no campo da ecologia urbana das abelhas no bioma Cerrado, preenchendo uma lacuna na literatura, que pode ser o primeiro passo a construção de um instrumento de entendimento da fauna apícola urbana para o extremo oeste baiano outro *gap* identificado durante a revisão de leitura. Além disso, estes resultados também favorecem as pesquisas sobre a ecologia de paisagem envolvendo o comportamento desse grupo para favorecer a polinização de áreas verdes dispostas na matriz urbana, além que o conhecimento científico pode auxiliar nos processos de planejamento e gestão da ocupação do solo da malha urbana em expansão.

No que se refere a implicações práticas, os resultados obtidos por esta pesquisa funcionam como um diagnóstico e um direcionamento para pesquisas futuras nas áreas de ecologia urbana e de paisagem. Além de auxiliar no planejamento e gestão de programas socioambientais desenvolvidas em parques urbanos, nesse sentido podem utilizar tais achados para desenhar estratégias para conservação das espécies nativas do Cerrado. Ainda, este estudo contribui com os esforços que buscam a manutenção da biodiversidade em particular para as abelhas, dessa forma, o estudo busca demonstrar a importância desse grupo para a manutenção do equilíbrio do planeta.

Como limitações, cita-se a tempo de coleta de amostra, a literatura aponta que pesquisas de inventariados urbanos deve-se dedicar um tempo maior para coleta de dados, porém esse quesito não pode ser cumprido em decorrência a pandemia que assola o mundo inteiro. Ainda como se trata de um estudo de recorte transversal, os dados foram coletados em apenas um momento, não abrangendo todas as estações do ano (período de seca e chuvoso), limitando os resultados no que tange a investigação completa do fenômeno sob análise. Bem como, a incorporação de um método de captura para abelhas Euglossini, já que a literatura evidência essa tribo como adaptada a ambientes antropizados.

Para futuras pesquisas, recomenda-se a compreensão completa do fenômeno, abarcando, nesse sentido uma melhor extensão para a amostragem. Por fim, sugere-se também que estudo desta natureza sejam realizados para compreensão dos hábitos das

abelhas quanto a nidificação e comportamento, além da relação com a flora local. Além de buscar investigar um índice para mensurar o grau efetivo de áreas impermeáveis e sua relação com a assembleia de abelhas.

## **6 REFERÊNCIAS**

AHERN, J. Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. **Neotropical Entomology**, p. 1203-

1212, 2013. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-012-9799-z>>. Acesso em 9 mar. 2020.

AIDAR, I. F. et al. Nesting ecology of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in urban areas: the importance of afforestation. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, 2013. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18087>>. Acesso em 14 mai. 2021.

AIZEN, M. A. et al. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of botany**, v. 103, n. 9, p. 1579-1588, 2009. Disponível em <<https://academic.oup.com/aob/article/103/9/1579/146727?login=true>>. Acesso em 10 out. 2020.

AMADO DE SANTIS, A. A.; CHACOFF, N. P. Urbanization Affects Composition but Not Richness of Flower Visitors in the Yungas of Argentina. **Neotropical Entomology**, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-020-00772-z>>. Acesso em 17 set. 2020.

ANACLETO, D. DE A.; MARCHINI, L. C... Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do estado de São Paulo. **Acta scientiarum. Biological sciences**, v. 27, n. 3, p. 277-284, 2005. Disponível em <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/1315>>. Acesso em 20 set. 2020.

ANTUNES, H.A. et al. Abelhas nativas (Apidae: Meliponina) e seus recursos florais em um fragmento de mata localizado em área urbana. **Magistra**, v. 24, n. 2, p. 7, 2012. Disponível em <[https://www.researchgate.net/profile/Lorena-Nunes/publication/292766157\\_Native\\_bees\\_Apidae\\_Meliponina\\_and\\_their\\_floral\\_resources\\_in\\_a\\_part\\_of\\_a\\_forest\\_located\\_in\\_urban\\_areas/links/56e05a7608aee77a15fe93f3/Native-bees-Apidae-Meliponina-and-their-floral-resources-in-a-part-of-a-forest-located-in-urban-areas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lorena-Nunes/publication/292766157_Native_bees_Apidae_Meliponina_and_their_floral_resources_in_a_part_of_a_forest_located_in_urban_areas/links/56e05a7608aee77a15fe93f3/Native-bees-Apidae-Meliponina-and-their-floral-resources-in-a-part-of-a-forest-located-in-urban-areas.pdf)>. Acesso em 12 mai. 2021.

ARAÚJO, G. J. et al. Onde os mais adaptados permanecem: comunidade de abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) em áreas urbanas do município de Ubá, Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 3, p. 175-179, 2016. Disponível em <<https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v9i3.640>> . Acesso em 14 jul. 2020.

ASCHER, J. S; PICKERING J. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), 2020. Disponível em <[http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea\\_species](http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species)>. Acesso em 21 abr. 2021.

BAIARDI, A. **Potencial de agricultura sustentável na Bahia: possibilidades e sugestões de linhas de pesquisa por ecossistemas**. Salvador, EDUFBA, 173p. 2015.

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. Disponível em <<http://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1686>>. Acesso em 08 mar. 2020.

BRANCALION, P. H. S.; LIMA, L. R.; RODRIGUES, R. R. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: C. Peres, J. Barlow, T. Gardner & I. Vieira (Eds.), **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. pp. 565-587. Curitiba: Editora UFPR, 2013.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**, 2013. Disponível em <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em 19 mai. 2021.

CARDOSO, M.C., GONÇALVES, R.B. Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization. **Urban Ecosyst** v.21, p. 943–949, 2018. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-018-0773-7>>. Acesso em 17 set. 2020.

DANTAS, M. et al. Espécies de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) em um fragmento urbano de Mata Atlântica secundária no Recôncavo da Bahia, Brasil. **MAGISTRA**, v. 30, p. 189-198, 2019. Disponível em <<https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/602>>. Acesso em 05 set. 2020.

DE ARAUJO, S.; WITT, N. G. de P. M.. Abelhas nativas e a sua adaptabilidade ao ambiente urbano. **Caderno Intersaberes**, v. 9, n. 20, 2020. Disponível em <<https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes>>. Acesso em 13 mai. 2021.

Department of Economic and Social Affairs (UNDESA). **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. Disponível em <<https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2021.

DOS SANTOS MESQUITA, N. et al. Diagnóstico da relação entre a arborização e a diversidade de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no campus Tapajós e no Bosque Mekdece localizados em Santarém, PA. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 130-147, 2017. Disponível em <<http://novoperiodicos.ufpa.br/periodicos/index.php/agroecossistemas/article/view/5096>>. Acesso em 29 ago. 2020.

DOS SANTOS, S. J. L.; BARBOSA, B. C.; PREZOTO, F. A fauna de abelhas sem ferrão em áreas urbanas: 50 anos de estudos e prioridades de pesquisa no Brasil. **Scientia Plena**, v. 16, n. 12, 2020. Disponível em <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/5891>>. Acesso em 13 mai. 2021.

FAVALESSO, M. M.; GONÇALVES, R. B.. ABELHAS E VESPAS (HYMENOPTERA) COMO INDICADORAS ECOLÓGICAS EM UMA ÁREA DE

RESTAURAÇÃO FLORESTAL. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 4, 2017. Disponível em em <<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/92578>>. Acesso em 01 set. 2020.

FERREIRA, R. de P. et al. Old fragments of forest inside an Urban area are able to keep Orchid Bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) assemblages? The case of a Brazilian historical city. **Neotropical entomology**, v. 42, n. 5, p. 466-473, 2013. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13744-013-0145-1>>. Acesso em 16 set. 2020.

FONTES, F. et al. Taxocenose de abelhas e vespas em culturas de *Capsicum annum* var. *annuum* no Parque Nacional Serra de Itabaiana e no seu entorno, Sergipe, Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 5, n. 2, p. 47-56, 2018. Disponível em <<http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/301>>. Acesso em 14 set. 2020.

FORTEL, L. et al. 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. e104679, 2014. Disponível em <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0104679>>. Acesso em 09 set. 2020.

GESLIN, B. et al. The proportion of impervious surfaces at the landscape scale structures wild bee assemblages in a densely populated region. **Ecology and Evolution**, v. 6, n. 18, p. 6599-6615, 2016. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.2374>>. Acesso em 14 mai 2021.

GONÇALVES, R. D.; CHANG, H. K.. Modelo hidrogeológico do Sistema Aquífero Urucuia na bacia do Rio Grande (BA). **Geociências (São Paulo)**, v. 36, n. 2, p. 205-220, 2017. Disponível em <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/11602>>. Acesso em 20 set. 2020.

GRANDOLFO, V. A. et al. Riqueza e Abundância de Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em Parques Urbanos de Goiânia, Goiás. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 2, p. 126-131, 2013. Disponível em <<https://periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/296>>. Acesso em 14 jul. 2020.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: Um Resumo de Entomologia**. 4. Ed. Editora Roca Ltda. São Paulo, 2012, 496 p.

HENTZ, Â. M. K.. **Mapeamento, fragmentação florestal e influência das áreas de borda para a comunidade arbórea no Alto Iguaçu-estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal doParaná. Curitiba, p.199, 2015.

HERNANDEZ, J. L.; FRANKIE, G. W.; THORP, R. W. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. **Cities and the Environment (CATE)**, v. 2, n. 1, p. 3, 2009. Disponível em

<<https://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.com.br/&httpsredir=1&article=1036&context=cate>>. Acesso em 12 ago. 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/barreiras/panorama>>. Acesso em: 15 jun. 2019

JONER, D. C.; RIBEIRO, L. F.; SANTOS, P. S. Caracterização espaçotemporal de duas florestas estacionais do oeste baiano, Barreiras-BA. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 135-150, 2012. Disponível em <<https://www.redalyc.org/pdf/3371/337127361009.pdf>>. Acesso em 21 mar. 2020.

KLEIN, A.M. et al. 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. Disponível em <<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2006.3721>> Acesso em 15 mar. 2020.

KRUG, C. ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. **Neotropical entomology**. Londrina , v. 37, n. 3, p. 265-278, jun. 2008. Disponível em <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2008000300005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2008000300005&script=sci_arttext)>. Acesso em 25 set. 2020.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical Ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 337p

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011.

MARCHINI, L. C. et al. Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerradão em Itirapina, SP. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 271-279, 2008. Disponível em <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982008000200271&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982008000200271&script=sci_arttext)>. Acesso em 16 mar. 2020.

MARTINS, A. C.; GONÇALVES, R. B.; MELO, G. AR. Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. **Zoologia (Curitiba)**, v. 30, n. 2, p. 157-176, 2013. Disponível em <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-46702013000200006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-46702013000200006&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em 14 jan. 2020.

MARTINS, K. T.; GONZALEZ, A.; LECHOWICZ, M. J. Patterns of pollinator turnover and increasing diversity associated with urban habitats. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 6, p. 1359-1371, 2017. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-017-0688-8>>. Acesso em 24 set. 2020.

MCKINNEY, M. L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. **Urban ecosystems**, v. 11, n. 2, p. 161-176, 2008. Disponível em

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-007-0045-4>>. Acesso em 24 set. 2020.

MELO, T. da S. et al. Combining ecological knowledge with Brazilian urban zoning planning. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, 2020. Disponível em <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-33692020000100243&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-33692020000100243&script=sci_arttext)>. Acesso em 13 mai.2021.

MIRANDA, H. Expansão da agricultura e sua vinculação com o processo de urbanização na Região Nordeste/Brasil (1990-2010). **EURE (Santiago)**, v. 38, n. 114, p. 173-201, 2012. Disponível em <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0250-71612012000200007&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0250-71612012000200007&script=sci_arttext)>. Acesso em 12 mar. 2020.

MOREIRA, E. F. et al. Are pan traps colors complementary to sample community of potential pollinator insects?. **Journal of insect conservation**, v. 20, n. 4, p. 583-596, 2016. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-016-9890-x>>. Acesso em 07 dez. 2019.

MORENO, C.E. **Métodos para medir labiodiversidad**. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. p. 84, 2001. Disponível em <http://entomologia.rediris.es/sea/manytos/metodos.pdf> . Acesso em: mar. 2021.

NELSON, C. J.; FROST, C. M.; NIELSEN, S. E. Narrow anthropogenic linear corridors increase the abundance, diversity, and movement of bees in boreal forests. **Forest Ecology and Management**, v. 489, p. 119044, 2021. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037811272100133X>>. Acesso em 13 mai. 2021.

NORMANDIN, É. et al. Taxonomic and functional trait diversity of wild bees in different urban settings. **PeerJ**, v. 5, p. e3051, 2017. Disponível em <<https://peerj.com/articles/3051/>>. Acesso em 20 fev. 2020.

OLIVEIRA, F.de F. Animais Polinizadores & Segurança Alimentar: Novos Desafios para a taxonomia. Disponível em <<http://sbzoologia.org.br/blog/40-animais-polinizadores--seguranca-alimentar-novos-desafios-para-a-taxonomia.php>>. Acesso em 15 de mar de 2021.

ORR, Michael C. et al. Global patterns and drivers of bee distribution. **Current Biology**, v. 31, n. 3, p. 451-458. e4, 2021. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982220315967>>. Acesso em 22 mar. 2021.

PASSO, D. P .et al. **Caracterização geomorfológica do município de Barreiras, Oeste Baiano, escala, 1:1.000.000**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Planaltina, DF, n. 294, p. 1-30, 2010. Disponível em <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/16063>>. Acesso em 12 ago. 2020.

PINA, N.V.M; COSTA, D.H; SANTOS, G.B. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E OCUPAÇÃO ANTRÓPICA NA ENCOSTA DA SERRA DO MIMO NO BAIRRO MORADA DA LUA EM BARREIRAS – BA. **CAMINHOS DE GEOGRAFIA**, Uberlândia, v. 17, n.60, p. 197–210, 2016. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/33634>>. Acesso em 15 jan. 2021.

PIRES, C. S. S.; MAUÉS, M. M. Insect Pollinators, Major Threats and Mitigation Measures. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 4, p 469-471, 2020. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-020-00805-7#article-info>>. Acesso em 15 jan. 2021.

PLASCENCIA, M.; PHILPOTT, S. M. Floral abundance, richness, and spatial distribution drive urban garden bee communities. **Bulletin of entomological research**, v. 107, n. 5, p. 658-667, 2017. Disponível em <<https://escholarship.org/uc/item/35r8b7q9>>. Acesso em 13 mai. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARREIRAS - ATUALIZAÇÃO E REVISÃO DO PLANO DIRETOR DE BARREIRAS. Relatório. Barreiras, Bahia, 2016. Disponível em <[https://issuu.com/luizadallezottecarvalho/docs/plano\\_diretor-\\_issu2](https://issuu.com/luizadallezottecarvalho/docs/plano_diretor-_issu2)>. Acesso em 22 abr. 2021.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA Informações Tecnológicas, 2008. p.152-212.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. Wild Bee Biocoenotics in São Jose dos Pinhais (PR), South Brazil.: Preliminary Report (With 3 Text-figures and 7 Tables). **北海道大學理學部紀要**, v. 16, n. 2, p. 253-291, 1967. Disponível em <[https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/27447/1/16\(2\)\\_P253-291.pdf](https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/27447/1/16(2)_P253-291.pdf)>. Acesso em 19 dez. 2019.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. AG. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718313636>>. Acesso em 25 mar. 2021.

SANO, E. E. et al. Fronteira agrícola do oeste baiano: considerações sobre os aspectos temporais e ambientais. **Geociências (São Paulo)**, v. 30, n. 3, p. 479-489, 2011. Disponível em <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7189>>. Acesso em 16 set. 2020.

SANTANA, A.V. de C.; OLIVEIRA, F. F. de. Inventário das Espécies de Abelhas (Hymenoptera, Apiformes) do Campus da UFBA (Ondina), Salvador, BA: Dados Preliminares III. **Candombá Revista Virtual**, v. 6, p. 28-51, 2010.

SANTIAGO, L. R. et al. A fauna apícola do Parque Municipal da Cachoeirinha (Iporá, GO). **Biota Neotrop.**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 393-397, Sept. 2009. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032009000300034&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032009000300034&lng=en&nrm=iso)>. access on 22 Apr. 2021.

SANTOS, A.B. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. **Natureza online**, v. 8, n. 3. P. 103-106, 2010. Disponível em <[http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01\\_santosab\\_103106.pdf](http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_santosab_103106.pdf)>. Acesso em 25 mar. 2020.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E TURISMO DE BARREIRAS (SEMATUR). **ESTUDO FINAL PARA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO PARQUE MUNICIPAL NATURAL DE BARREIRAS – BA**. Bahia, Barreiras, 2020. Relatório. Disponível em <<https://barreiras.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/estudo-final-parque-municipal-atualizado-29-10-20.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2021.

SILVA, S. J. R.; GAMA NETO, J. L.; PARENTE, F. da S. Abundância e diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Serra do Tepequém, município de Amajari, Roraima, Brasil. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 225-230, sep. 2013. Disponível em <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/1229>>. Acesso em 29 jan. 2021.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; VILA NOVA, N.A. **Manual de ecologia de insetos**. Piracicaba-SP: Ceres, 1976. 419p.

SIROHI, M. H. et al. Diversity and abundance of solitary and primitively eusocial bees in an urban centre: a case study from Northampton (England). **Journal of Insect Conservation**, v. 19, n. 3, p. 487-500, 2015. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-015-9769-2>>. Acesso em 14 jan. 2021.

SIRCOM, J.; JOTHI, G. A.; PINKSEN, J.. Monitoring bee populations: are eusocial bees attracted to different colours of pan trap than other bees?. **Journal of Insect Conservation**, v. 22, n. 3, p. 433-441, 2018. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-018-0071-y>>. Acesso em 14 mai. 2021.

SOUZA S.G.X., MELO A.M.C, NEVES, T. A. As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponina) residentes no campus Federação/Ondina da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. **Cadombá - Rev Virtual.**, v. 1, n. 1, p. 57 – 69, 2005. Disponível em <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/431>>. Acesso em 22 mar. 2021.

TAURA, H. M. et al. Melissocenótica (Hymenoptera, Anthophila) no Parque Florestal dos Pioneiros, Maringá, PR (sul do Brasil)—I. Abundância relativa e diversidade. **Acta Biológica Paranaense**, v. 36, 2007. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/acta/article/viewFile/9658/6676>>. Acesso em 22 mar. 2020.

TEIXEIRA, F. M.. Técnicas de captura de Hymenoptera (Insecta). **Vértices**, v. 14, p. 169-198, 2012. Disponível em <[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31162643/Teixeira\\_2012\\_Tecnicas\\_de\\_captura\\_de\\_Hymenoptera\\_%28Insecta%29.pdf?1366552689=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTecnicas\\_de\\_captura\\_de\\_Hymenoptera\\_Insec.pdf&Expires=1619119173&Signature=C48mXD3katcIo3t-IBUfoL-wdqFpaNWPb7iyYSYlqHoHyasQQhddaPFaj2QONs70p4ZK5KaLEowOlz7VPST3VlYuPmDLH4R3YS2JZ1VpzzU8qw7N00ArL76fPZMx4kP1LIO6euWHP6grzyXchNnNlsAtetdk5JpXSTGpc-L8MiBMnQMzJav-Ux6Krm2r2dC26JEF19DF5iR3afA5~UwvMNztLhqxwPMKLLKiOHZDp4B4fg6tBhOkjDWmt~ZAKSilPUWDVksBCj-woTxZDXhmeDNZfOUUn9p5fX7g5fJ9tOa4u1i4P-pSTP2sYz50Ng-JY6NidTfjSAfPvun6NtFETg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31162643/Teixeira_2012_Tecnicas_de_captura_de_Hymenoptera_%28Insecta%29.pdf?1366552689=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTecnicas_de_captura_de_Hymenoptera_Insec.pdf&Expires=1619119173&Signature=C48mXD3katcIo3t-IBUfoL-wdqFpaNWPb7iyYSYlqHoHyasQQhddaPFaj2QONs70p4ZK5KaLEowOlz7VPST3VlYuPmDLH4R3YS2JZ1VpzzU8qw7N00ArL76fPZMx4kP1LIO6euWHP6grzyXchNnNlsAtetdk5JpXSTGpc-L8MiBMnQMzJav-Ux6Krm2r2dC26JEF19DF5iR3afA5~UwvMNztLhqxwPMKLLKiOHZDp4B4fg6tBhOkjDWmt~ZAKSilPUWDVksBCj-woTxZDXhmeDNZfOUUn9p5fX7g5fJ9tOa4u1i4P-pSTP2sYz50Ng-JY6NidTfjSAfPvun6NtFETg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)> . Acesso em 10 dez. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Moure Bee Caralog, 2013. Página inicial. Disponível em <<http://moure.cria.org.br/index>>. Acesso em 22 abr. 2021.

VIANA, B. F.; SOUZA, C. Q.; MOREIRA, E. F. Why the views of Latin American Scientists on Citizen Science as a Tool for Pollinator Monitoring and Conservation Matter?. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 4, p. 604-613, 2020. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-020-00793-8>>. Acesso em 22 mai. 2021.

WANG, M. et al. Pollinator diversity in different habitats of the agricultural landscape in the middle and lower reaches of the Yellow River based on the three-color pan trap method. **Acta Ecologica Sinica**, v. 37, n. 3, p. 148-155, 2017. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S187220321730094X>>. Acesso em 14 mai. 2021.