

# REVISTA DESAFIOS

ISSN: 2359-3652

## **FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”**

*BEES FAUNA (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) AS BIOINDICATORS OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN THE REGION OF NATURAL FOREST FRAGMENTS “IPUCAS”*

*FAUNA DE ABEJAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL EN LA REGIÓN DE FRAGMENTOS FORESTALES NATURALES “IPUCAS”*

**Nathália Oliveira Lima<sup>\*1</sup>, Simone Santos Oliveira Barros<sup>1</sup>, Marcos Antonio Lima Bragança<sup>2</sup>, Favízia Freitas de Oliveira<sup>3</sup>, WaldessePiragé de Oliveira Junior<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Biodiversidade e Genética Molecular (LABIOBEN), Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Entomologia, Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS), Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Aprovado em 12/2023    publicado em 29/12/2023.

### **RESUMO**

Ipucas são fragmentos florestais naturais que apresentam sua própria estrutura florística e fisionômica, e permanecem inundados durante parte do ano. Este conjunto de peculiaridades torna tal paisagem única, despertando interesse para pesquisas em diferentes áreas das ciências. As abelhas são os principais polinizadores na região tropical e são sensíveis a intervenções no ambiente, principalmente, devido a sua íntima relação com a vegetação, o que as fazem ótimos indicadores de qualidade ambiental. Este estudo, realizado no município de Lagoa da Confusão, estado do Tocantins, Brasil, teve como objetivos analisar a diversidade de abelhas em Ipucas com características distintas e entender como a antropização do ambiente afeta a diversidade de abelhas. Também foi avaliado a potencialidade do uso das abelhas como bioindicadores de qualidade ambiental. Coletas de abelhas foram realizadas com uma armadilha Malaise e cinco armadilhas atrativas com substância açucarada instaladas no interior de cada uma de seis Ipucas estudadas, três em área agrícola e três em área preservada. Analisou-se a riqueza, abundância, índice de diversidade de Shannon-Wiener, equitatividade de Pielou, dominância de Berger-Parker e dissimilaridade de Jaccard. Foram coletadas

## Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS "IPUCAS"

133 abelhas de nove espécies. Os índices demonstraram que as Ipucas maiores, melhor preservadas e mais próximas da vegetação nativa possuíam maior equitatividade e menor dominância, o que pode significar melhor qualidade ambiental e demonstrar a eficácia da diversidade de abelhas como insetos bioindicadores.

**Palavras-chave:** Anthophila; Biodiversidade; Fragmentação florestal.

### **ABSTRACT**

Ipucas are natural forest fragments that have their own floristic and physiognomic structure, and remain flooded during part of the year. This set of peculiarities makes Ipucas a unique landscape, arousing interest for research in different areas of science. Bees are the main pollinators in the tropical region and are sensitive to interventions in the environment, mainly due to their close relationship with vegetation, which makes them excellent indicators of environmental quality. This study, carried out in the municipality of Lagoa da Confusão, state of Tocantins, Brazil, aimed to analyze the bee diversity in Ipucas with distinct characteristics and to correlate the data with the degree of anthropization in the environment around the fragments. The potential of using bees as bioindicators of environmental quality was also evaluated. Bee collections were carried out with a Malaise trap and five attractive traps with sugary substance installed inside each of the six Ipucas studied, three in an agricultural area and three in a preserved area. Richness, abundance, Shannon-Wiener diversity index, Pielou equitativity, Berger-Parker dominance and Jaccard dissimilarity were analyzed. 133 bees of nine species were collected. The indices showed that the larger Ipucas, better preserved and closer to the native vegetation, had greater equitativity and less dominance, which can mean better environmental quality and demonstrate the effectiveness of bee diversity as bioindicator insects.

**Keywords:** Anthophila; Biodiversity; Forest fragmentation.

### **RESUMEN**

Las Ipucas son fragmentos de bosque natural que tienen su propia estructura florística y fisonómica, y permanecen inundables durante parte del año. Este conjunto de peculiaridades configura un paisaje tan singular, que despierta interés para la investigación en diferentes áreas de la ciencia. Las abejas son las principales polinizadoras de la región tropical y son sensibles a las intervenciones en el ambiente, principalmente por su estrecha relación con la vegetación, lo que las convierte en excelentes indicadores de la calidad ambiental. Este estudio, realizado en el municipio de Lagoa da Confusão, estado de Tocantins, Brasil, tuvo como objetivo analizar la diversidad de abejas en Ipucas con características distintas y correlacionar los datos con el grado de antropización en el ambiente alrededor de los fragmentos. También se evaluó el potencial del uso de abejas como bioindicadores de la calidad ambiental. Las colectas de abejas se realizaron con una trampa Malaise y cinco trampas atrayentes con sustancia azucarada instaladas dentro de cada una de las seis Ipucas estudiadas, tres en un área agrícola y tres en un área preservada. Se analizaron la riqueza, la abundancia, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, la equitatividad de Pielou, la dominancia de Berger-Parker y la disimilitud de Jaccard. Se recolectaron 133 abejas de nueve especies. Los índices mostraron que las Ipucas más grandes, mejor conservadas y más cercanas a la vegetación nativa, tenían mayor equitatividad y menor dominancia, lo que puede significar una mejor calidad ambiental y demostrar la efectividad de la diversidad de abejas como insectos bioindicadores.

**Descriptor:** Anthophila; Biodiversidad; Fragmentación del bosque..

## INTRODUÇÃO

As Ipucas são fragmentos florestais únicos que ocorrem exclusivamente em área de transição entre Cerrado e Floresta Amazônica. Esses fragmentos são restritos às condições de planície de inundação do rio Araguaia, no estado do Tocantins e ocorrem nas áreas com depressões naturais (Martins *et al.*, 2008). A florística estrutural e fisionômica das Ipucas difere da vegetação circundante (matriz), composta por campos naturais. A vegetação desses fragmentos assemelha-se àqueles dos ambientes florestais da Amazônia, com frequente agrupamento de indivíduos da mesma espécie, principalmente no interior dos fragmentos. Esse conjunto de peculiaridades torna tais ambientes únicos em todo o mundo, e desperta interesse em pesquisas nas mais diferentes áreas das ciências (Martins *et al.*, 2006). Entretanto, sua preservação está ameaçada pelos impactos da agricultura que se desenvolve na região.

A abordagem de questões concernentes ao nível de conservação da biota, ou seja, à integridade ecológica da paisagem, requer a seleção de espécies ou grupos de espécies que possam funcionar como representantes dos outros membros do sistema e dos processos ecológicos que os envolvem (Feinsinger, 2001; Quigley, Amdam, Harwood, 2019; Hareem, 2020). Tais representantes são denominados por McGeoch (1998) como indicadores biológicos ou bioindicadores, e as respostas que podem ser obtidas destes seres, idealmente, seriam extrapolações para todo o sistema.

As abelhas são insetos sensíveis à perturbação do ambiente, tanto que nas últimas décadas há um crescente interesse e preocupação global relacionados com a saúde das abelhas (Oliveira, 2017). Esses insetos são sensíveis às mudanças ecológicas, principalmente no que se refere à estrutura e composição da vegetação (Quigley, Amdam, Harwood, 2019). Elas possuem uma íntima relação com as plantas, podendo ser indicadores de qualidade ambiental para cada estação (Pereira *et al.*, 2009). Além disso, as abelhas podem ser afetadas pelas moléculas residuais de inseticidas, fungicidas e poluentes presentes nas plantas (Oliveira *et al.*, 2014). Devido a estes fatores, as abelhas podem ser usadas como bioindicadores para o monitoramento de impacto ambiental causado por fatores biológicos, químicos e físicos.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo analisar a diversidade de abelhas em Ipucas com características distintas. Os dados obtidos foram relacionados com o grau de degradação do ambiente no entorno dos fragmentos, verificando-se a potencialidade de seu uso como bioindicadores de qualidade ambiental na paisagem das Ipucas.

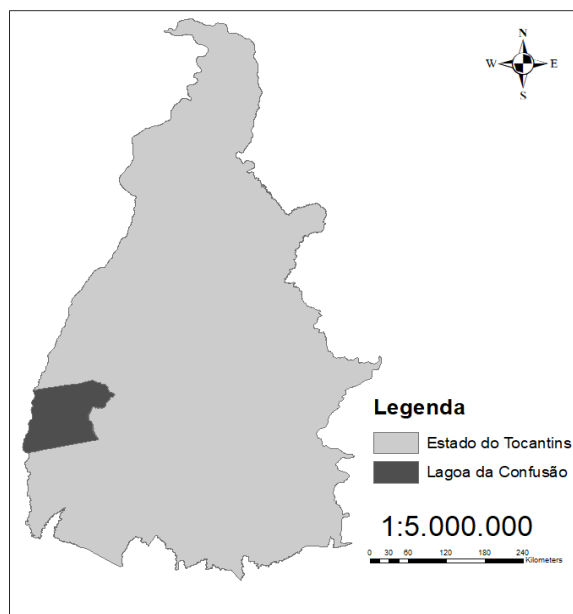
## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

## Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”

O estudo foi realizado em área de ocorrência dos fragmentos florestais naturais (Ipucas) da Fazenda Lago Verde, cuja sede está localizada nas coordenadas 10°50'37,59" S e 49°41'47,27" O. A propriedade ocupa uma área de 8.235,65 ha e situa-se no município de Lagoa da Confusão, Estado do Tocantins (Fig. 1).

**Figura 1.** Localização do município de Lagoa da Confusão – TO.



Fonte: elaboração do próprio autor

Segundo Martins *et al.* (2001) a área está inserida em uma faixa ecotonal entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, nas proximidades da Ilha do Bananal. O clima dominante na região de estudo é característico de todo interior do planalto brasileiro, ou seja, tropical quente e úmido, tipo Aw de Köppen, apresentando duas estações bem definidas: uma seca (inverno) e outra chuvosa (verão). A matriz circundante às Ipucas é composta por gramíneas e pequenos murundus com arbustos ou somente por gramíneas. A área de ocorrência das Ipucas pode ser inundada durante parte do ano, especialmente o interior do fragmento, que geralmente apresenta depressão no terreno. A agricultura tem atingido grandes proporções de área na região, sendo o arroz irrigado a principal cultura. Essa expansão da área ocupada com lavoura ocorre pela retirada dos murundús e ocupação de áreas da matriz, além de ocasionalmente também ocorrer fragmentação das Ipucas.

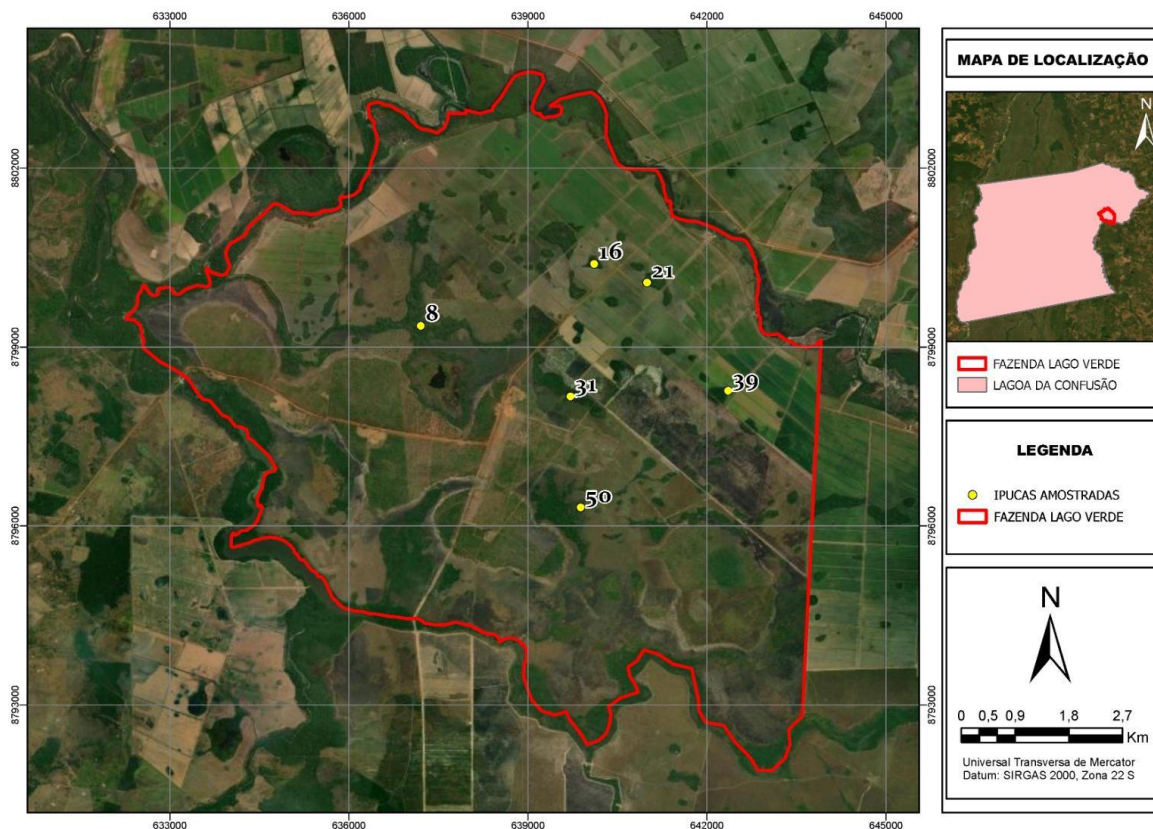
### Amostragem

Foram selecionadas seis Ipucas para o estudo, conforme a Figura 2. O critério principal para a escolha destas foi a característica do seu entorno, sendo três delas (16, 21 e 39) cercadas por área

# Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”

agrícola já consolidada e, portanto, foram consideradas como antropizadas, e as outras três (8, 31 e 50) inseridas em área com vegetação nativa consideradas como preservadas.

**Figura 2.** Ipucas amostradas na Fazenda Lago Verde



Fonte: elaboração do próprio autor

Em cada Ipuca, foram realizadas coletas de abelhas com a utilização de uma armadilha interceptadora de voo do tipo Malaise (modelo Townes) e de cinco armadilhas atrativas (garrafas PET), tendo como atrativo solução de água e açúcar (1l / 1kg). As armadilhas Malaise foram posicionadas em locais mais abertos (clareiras) no interior dos fragmentos. O frasco coletor da armadilha Malaise foi orientado no sentido de maior luminosidade, seguindo recomendações de Cruz *et al.* (2009), para aumentar sua eficiência na coleta de insetos da ordem Hymenoptera. Já as armadilhas atrativas com substância açucarada (garrafas pet) foram penduradas a, aproximadamente, 1,5 metros do solo, com distância mínima de 5 metros entre elas. Em seu interior foi colocado melão

## Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS "IPUCAS"

feito com uma mistura de água e açúcar, na proporção 1l/1kg, sendo considerada atrativa para as abelhas devido ao composto açucarado (Nakano e Leite, 2000).

As armadilhas ficaram disponíveis em campo durante sete dias consecutivos, entre os dias 24 de novembro e 2 de dezembro de 2017 e entre os dias 8 e 15 de junho de 2018. Após este período, o conteúdo de cada armadilha atrativa foi separado e o material biológico coletado foi transferido para um frasco de vidro ou plástico contendo álcool 92,8%. Os espécimes coletados em cada armadilha Malaise foram transferidos integralmente para potes com tampa, etiquetados e armazenados no laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins. Após a triagem do material, as abelhas encontradas foram montadas em alfinetes entomológicos e enviadas para identificação no Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS), da Universidade Federal da Bahia. A identificação foi feita embasada nas chaves disponíveis em Michener (2007) e na bibliografia específica para cada gênero identificado em questão, e a classificação seguiu Michener (2007) e Moure *et al.* (2013).

### **Análise dos dados**

Foram obtidas a riqueza (número de espécies) e a abundância (número de indivíduos) de abelhas das amostras de cada Ipuca. A partir desses dados obtidos, foi calculado o índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) (Shannon e Weaver, 1949) para cada uma das áreas (antropizadas ou preservadas). Este índice possui a vantagem de ser influenciado pela presença de espécies raras e permite indicar a área com maior diversidade ( $H'$ ) de abelhas. A equitatividade ( $J'$ ) define a distribuição de abundância de espécies e foi medida de acordo com o índice de Pielou (Pielou, 1969). Este índice ( $J'$ ) pode variar de 0 a 1, e quanto mais próximo de 0 for o índice mais heterogênea será a distribuição das espécies. A dominância ( $d$ ), calculada pelo índice de Berger-Parker, é capaz de demonstrar quando uma única espécie exerce uma grande influência sobre a composição e a forma de uma comunidade (Berger e Parker, 1970). A dominância também varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 0 mais homogêneo encontra-se o ambiente. Tais índices foram obtidos com auxílio do programa de planilha eletrônica Microsoft Office Excel. O mesmo software foi utilizado para realizar o teste  $t$  de Student. Este teste foi utilizado para comparar as médias de biodiversidade, equitatividade e dominância das Ipuças em matriz de vegetação nativa (área preservada) e em matriz de área agrícola e determinar se houve diferença significativa nos valores entre as duas áreas, à 5% de significância.

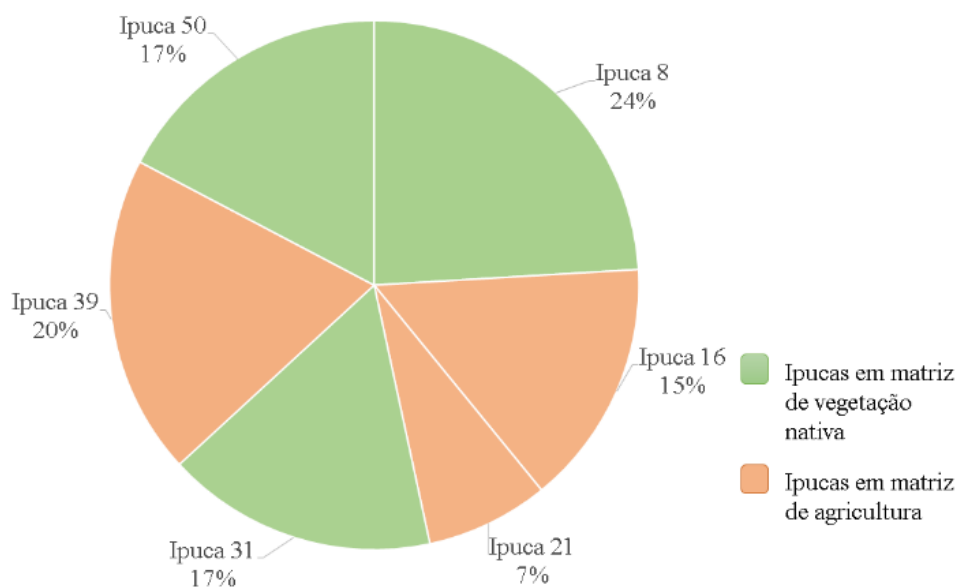
Para comparação das Ipuças amostradas quanto à presença e ausência de espécies, foi elaborado um dendrograma de dissimilaridade, com utilização do índice de Jaccard. O dendrograma foi obtido com auxílio do pacote vegan no R (R Development Core Team, 2013).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”

Foi encontrada uma abundância total de 133 abelhas e diversidade de 09 espécies. A Ipuca 8, a maior e mais preservada dentre as seis Ipuças amostradas, foi a que apresentou a maior quantidade de indivíduos, representada por 32 abelhas coletadas, o que corresponde a 24% do total de espécimes coletado. A Ipuca 39, apesar de estar inserida em área de agricultura (área antropizada), apresentou maior abundância de abelhas que as Ipuças 50 e 31 que estavam próximas a vegetação nativa (área preservada) (Fig. 3). Provavelmente, essas formações florestais sirvam como refúgio para as abelhas, possibilitando sua sobrevivência no meio de uma monocultura:

**Figura 3.** Abundância relativa de abelhas em cada Ipuca.



Fonte: elaboração do próprio autor

A quantidade de amostras obtidas na segunda coleta foi significativamente inferior à quantidade obtida na primeira coleta, sendo 116 abelhas na primeira coleta e somente 17 abelhas na segunda. Essa discrepância pode ser atribuída à sazonalidade, sendo que a coleta com maior quantidade de indivíduos ocorreu no início do período chuvoso. Segundo Oliveira e Frizzas (2008) é nessa época em que ocorre o pico populacional dos insetos. Já a coleta que obteve menor número de abelhas ocorreu no início do período de seca.

Apesar da diferença observada na abundância, o número de espécies encontradas nas duas coletas foi semelhante, tendo sido identificadas sete espécies na primeira coleta e seis na segunda. Quatro espécies estavam presentes em ambas as coletas, com um total geral de nove espécies de cinco diferentes gêneros, todas pertencentes à família Apidae, tribo Meliponini (Tab. 1). Os membros dessa família ocorrem em todo o mundo e são muito presentes em regiões tropicais e, no caso dos

Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”

Meliponini, as espécies possuem comportamento eussocial e hábitos generalistas de forrageio, que em conjunto com o comportamento de estocagem de grande quantidade de alimentos internamente ao ninho favorece a perenidade da colônia (Hrncir, 2019;Grüter, 2020).

**Tabela 1.** Espécies de abelhas (Apidae) coletadas em fragmentos florestais naturais (Ipucas), no município de Lagoa da Confusão, TO, nos anos de 2017 e 2018.

Espécie
<i>Apismellifera</i> Linnaeus, 1758
<i>Frieseomelittadoederleini</i> (Friese, 1900)
<i>Partamonaailyae</i> Camargo, 1980
<i>Partamona</i> sp.
<i>Scaptotrigona</i> sp.
<i>Trigonaguianae</i> Cockerell, 1910
<i>Trigonapallens</i> (Fabricius, 1798)
<i>Trigonaspinipes</i> (Fabricius, 1793)
<i>Trigona truculenta</i> Almeida, 1984

A quase totalidade das espécies presentes nas Ipucas são frequentemente encontradas em ambientes antropizados (Ribeiro *et al.*, 2009; Aidar *et al.*, 2013; Valadares, Carvalho, Martins, 2021). Essa capacidade de sobreviver em ambientes alterados aparenta ser uma necessidade para a sobrevivência das abelhas da região, que sofrem com o alto grau de alteração da paisagem pelo desenvolvimento da agricultura, bem como com os alagamentos naturais periódicos.

De acordo com o observado no local, o ambiente das ipucas apresenta recursos suficientes para a nidificação das espécies encontradas. As espécies *T. spinipes* e *T. truculenta* constroem ninhos aéreos e arbóreos (Wille e Michener, 1973, Costa *et al.*, 2014, Valadares, Carvalho, Martins, 2021). *A. mellifera*, *F. doederleini*, *Scaptotrigonasp.* e *T. pallens* nidificam em ocos de árvores (Seeley e Morse, 1976; Neves e Viana, 2002; Costa *et al.*, 2014, Mesquita *et al.*, 2017). As espécies do gênero *Partamona* são comumente encontradas nidificando em termiteiros e sob raízes de epífitas (Camargo e Pedro, 2003), tais tipos de substrato foram observados em árvores dentro das ipucas. Entretanto, a espécie *T. guianae* faz ninhos no solo (Mesquita *et al.*, 2017), o que pode ser um impedimento para a nidificação dentro das ipucas devido ao período de inundação, especula-se que esta espécie esteja nidificando nas áreas vizinhas livres de inundação.

Devido à insuficiência de dados na segunda coleta para cálculo dos índices ecológicos, estes foram calculados somente para a primeira coleta, cujos resultados encontram-se na Tabela 2.



Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”

**Tabela 2.** Riqueza, abundância e índices calculados para seis Ipucas em áreas agrícola e de floresta nativa (valores referentes à primeira coleta).

Ipuca	Área	Riqueza	Abundância	Índices		
				Diversidade (H')	Equitatividade	Dominância
39	Antropizada/Agrícola	4	24	0,8152	0,5880	0,75
	a					
16	Antropizada/Agrícola	5	19	1,0435	0,6484	0,6842
	a					
21	Antropizada/Agrícola	2	7	0,4101	0,5917	0,8571
	a					
<b>Médi</b>				0,7562	0,6093	0,7637
<b>a</b>						
31	Preservada/Nativa	4	17	1,0062	0,7259	0,6471
8	Preservada/Nativa	6	29	1,2757	0,7120	0,5517
50	Preservada/Nativa	4	20	1,1224	0,8096	0,55
<b>Médi</b>				1,1347	0,7491	0,5829
<b>a</b>						
<b>p-valor</b>				0,0664	0,0091	0,0194
<b>r</b>						

A Ipuca 8 foi a que apresentou o ambiente mais preservado, o que ficou claro nos resultados de abundância e diversidade de espécies. Apresentou equitatividade de 0,72, estando entre os maiores valores obtidos. E seu índice de dominância foi o segundo mais baixo, demonstrando que as espécies estão bem distribuídas. As Ipucas 31, 39 e 50 obtiveram resultados semelhantes, com a riqueza de espécies igual entre elas, mas com variação na abundância de 17, 24 e 20 indivíduos, respectivamente. Os valores de diversidade calculados através do índice de Shannon-Weaver, de equitatividade calculado pelo índice de Pielou e de dominância calculado pelo índice de Berger-Parker foram capazes de indicar a diferença entre a Ipuca 39 e as outras duas, demonstrando certo desequilíbrio na distribuição das espécies. A Ipuca 16 apresentou resultados inesperados, uma vez que, mesmo cercada de agricultura, obteve uma riqueza de 5 espécies e abundância de 19 indivíduos. Esta Ipuca teve o terceiro maior valor de diversidade, ficando com números próximos aos das Ipucas 8 e 50, que foram consideradas menos antropizadas. Este fato pode ser explicado pela sua proximidade com outros

## Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS "IPUCAS"

fragmentos florestais. Os resultados obtidos na Ipuca 21 já eram esperados pois, além de estar inserido na matriz de agricultura, era o fragmento florestal menor e mais isolado entre aqueles que foram estudados, o que pode refletir em menor quantidade de recursos disponíveis para alimentação e nidificação. A mesma apresentou apenas duas espécies e sete indivíduos, sendo que seus índices de diversidade e equitatividade foram os menores e sua dominância foi a maior, com o valor de 0,8571.

A Ipuca 16 apresentou dados mais próximos das Ipuca 8 e 50 do que da Ipuca 31 em relação à riqueza e biodiversidade, com valores superiores apesar de estar próxima de áreas cultiváveis.

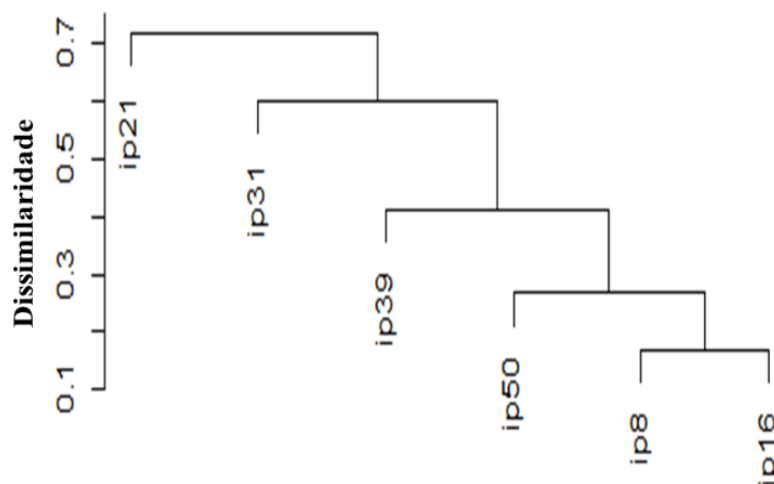
O teste t não apontou diferença significativa ( $p$ -valor=0,0664) entre as médias do índice de Shannon-Weaver entre as duas áreas. Entretanto, para as médias dos índices de equitatividade e de dominância, foi possível observar uma diferença significativa, com os valores de  $p$ -valor de 0,0091 e 0,0194, respectivamente, entre as médias obtidas para cada área, demonstrando que a Ipuca mais preservada possui maior equitatividade e a Ipuca mais antropizada maior dominância, o que indica desequilíbrio na distribuição da abundância das espécies na área antropizada.

A análise de dissimilaridade das Ipuca na primeira coleta, através do índice de Jaccard (Fig. 4), não levou em conta a quantidade de indivíduos e sim a presença ou ausência de espécies. Dessa forma, as Ipuca 8 e 16 foram as mais semelhantes, com apenas cerca de 15% de dissimilaridade, possuindo 5 espécies em comum. A Ipuca 50 obteve aproximadamente 25% de dissimilaridade com as Ipuca 8 e 16, e a Ipuca 39 alcançou dissimilaridade de 41% com as três últimas. A Ipuca 31 foi a única a apresentar *Partamonasp.*, diferenciando-se das demais, e obteve assim 60% de dissimilaridade com as Ipuca anteriormente citadas. Como a Ipuca 21 havia somente duas espécies, sua similaridade com as outras foi baixa, estando em torno de 75% de dissimilaridade, o que já era esperado pelos dados obtidos.

O índice de Jaccard apontou uma alta similaridade entre as Ipuca 8, 16 e 50, que foram também aquelas com maior diversidade. O fato das Ipuca 8 e 16 possuírem maior riqueza permitiu a ocorrência de mais espécies em comum entre elas. O índice não apontou maior similaridade entre as Ipuca presentes na mesma matriz, indicando que a presença ou ausência de espécies deve ser influenciada por outros fatores.

**Figura 4.** Dendograma de dissimilaridade utilizando índice de Jaccard. ip= Ipuca

### Dendograma



Fonte: elaboração do próprio autor

### CONCLUSÃO

Pelos índices de equitatividade e dominância, ficou demonstrado que a vegetação nativa ao redor das Ipucas 8, 31 e 50 da área preservada é importante para a apifauna. A presença de abelhas Meliponini nos fragmentos florestais indica que estes podem servir de refúgio para tais insetos ou pelo menos para os que não necessitam de grande raio para forrageamento por serem generalistas em relação à alimentação ou possuírem ninhos com menor número de indivíduos. Além de sua beleza cênica e características únicas no mundo, pode-se definir as Ipucas como fragmentos florestais naturais essenciais para a sobrevivência da apifauna local, contribuindo com locais para a nidificação e fonte de alimento. Outro ponto a ser considerado na importância da preservação das Ipucas e das abelhas é a contribuição para o aumento da produtividade agrícola através dos serviços de polinização fornecidos por esses insetos.

Os índices de equitatividade e dominância das abelhas foram capazes de diferenciar as Ipucas em área de cultura agrícola (menor equitatividade e menor dominância) e as Ipucas em áreas preservadas (maior equitatividade e menor dominância), demonstrando a eficiência da análise da fauna de abelhas como bioindicador de qualidade ambiental .

### AGRADECIMENTO

À Universidade Federal do Tocantins (UFT), pelo apoio institucional, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de iniciação científica. Ao Sr. Ênio Becker pela oportunidade de pesquisar na propriedade Fazenda Lago Verde.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS

AIDAR, I. F.; SANTOS, A. O. R.; BARTELLI, B. F.; MARTINS, G. A.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Nestingecologyofstinglessbees (Hymenoptera, Meliponina) in urbanareas: theimportanceofafforestation. **BioscienceJournal**, v. 29, n. 5, 2013.

BERGER, W. H.; PARKER, F. L. Diversityofplanktonicforaminifera in deep-seasediments. **Science**, v. 168, n. 3937, p. 1345-1347, 1970.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini neotropicais: o gênero Partamona Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae)-bionomia e biogeografia. **Revista brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 311-372, 2003.

COSTA, L.; FRANCO, R.; GUIMARÃES, L.; NETO, A. V., SILVA, F.; CORDEIRO, G. D. RescueofStinglessbee (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) nests: animportantformofmitigatingimpactscausedbydeforestation. **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 554-559, 2014.

CRUZ, A. H. S.; OLIVEIRA, E. F.; FREITAS, R. A. Manual simplificado de coleta de insetos e formação de insetário. **EAD da UFG**, 2009.

FEINSINGER, P. **Designingfieldstudies for biodiversityconservation**. Island Press, 2001.

GRÜTER, C. Stinglessbees. **Cham, Switzerland: Springer InternationalPublishing**, 2020.

HAREEM, S. TerrestrialInsects as Bioindicatorsof Environmental Pollution: A Review. **UniversityofWahJournalof Science and Technology (UWJST)**, v. 4, p. 21-25, 30 Dec. 2020.

HRNCIR, M. MAIA-SILVA, C.; DA SILVA TEIXEIRA-SOUZA, V. H.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Stinglessbeesandtheiradaptationsto extreme environments. **JournalofComparativePhysiology A**, v. 205, n. 3, p. 415-426, 2019.

MARTINS, A. K. E.; SCHAEFER, C. E. G.; SILVA, E.; SOARES, V. P.; CORRÊA, G. R.; MENDONÇA, B. A. F. D. Relação solo-geoambiente em áreas de ocorrência de Ipucas na Planície do Médio- Araguaia – Estado do Tocantins. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 297-310, 2006.

MARTINS, I. C. M.; SOARES, V. P.; SILVA, E.; BRITES, R. S. Caracterização ambiental de fragmentos florestais naturais–“ípucas”–no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins. In: **Anais X Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, p. 21-26, 2001.

MARTINS, S. V.; BRITO, E. R.; OLIVEIRA FILHO, A. T. D.; SILVA, A. F. D.; SILVA, E. Floristiccompositionoftwowetlandforests in AraguaianPlain, Stateof Tocantins, Brazil, andcomparisonwithotherareas. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 129-141, 2008.

Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS “IPUCAS”

MCGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological reviews**, v. 73, n. 2, p. 181-201, 1998.

MESQUITA, N. S.; SANTOS, G. C.; MESQUITA, N. S.; MESQUITA, R. S.; MESQUITA, F. S.; RODE, R.; RIBEIRO, R. S.; SILVA, A. S. L. 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.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2ª Ed. Washington, D.C., John Hopkins, 972p. 2007.

MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**- online version, 2013. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed Aug/17/2021.

NAKANO, O.; LEITE, C. A. **Armadilhas para insetos: pragas agrícolas e domésticas**. Piracicaba: FEALQ, 76p. 2000.

NEVES, E. L. das; VIANA, B. F. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 4, p. 571-578, 2002.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. **Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância**. Embrapa Cerrados, 2008.

OLIVEIRA, F. A. de. Elementos químicos determinados em mel e pólen de abelha nativa brasileira como bioindicador de origem natural e de poluição ambiental no Quadrilátero Ferrífero-MG, Brasil. **Tese de Doutorado em Ciências Naturais**. Departamento de Geologia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

OLIVEIRA, M. A. D.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Ceres**, v. 61, n. 7, 2014.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de. Comportamento reológico de mel da abelha urucu (*Meliponascutellaris*, L.). **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 2, p. 179-186, 2009.

PIELOU, E. C. **An introduction to mathematical ecology**. 1969.

QUIGLEY, T. P.; AMDAM, G. V.; HARWOOD, G. H. Honeybees as bioindicators of changing global agricultural landscapes. **Current opinion in insect science**, v. 35, p. 132-137, 2019.

RIBEIRO, M. de F.; RODRIGUES, F.; FERNANDES, N. de S. Ocorrência de ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apoidea) em centros urbanos e áreas rurais do Pólo Petrolina (PE)-Juazeiro (BA). In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. Anais: agricultura familiar e camponesa: experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável Curitiba: ABA: SOCLA, 2009.

Oliveira Lima et al, 2023\_FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA ANTHOPHILA) COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NATURAIS "IPUCAS"

SEELEY, T. D.; MORSE, R. A. The nestofthehoneybee (*Apis mellifera* L.). **Insectes Sociaux**, v. 23, n. 4, p. 495-512, 1976.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of information**. 1949.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Ministério do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 253 p, 2002.

VALADARES, E. F.; CARVALHO, A. T.; MARTINS, C. F. Nest density, spatial distribution, and bionomy of *Trigona spinipes* (Apidae: Meliponini). **Journal of Apicultural Research**, p. 1-12, 2021.

WILLE, A.; MICHENER, C. D. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera: Apidae). **Revista de Biologia Tropical**, v. 21, p. 1-278, 1973.