

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
ESTAÇÃO ECOLÓGICA RIO ACRE**



**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes
de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

**Relatório de Final
Ciclo 2023-2024**

**Diversidade e composição de abelhas-das-orquídeas em áreas com diferentes níveis
de proteção ambiental: um olhar aprofundado para a Estação Ecológica Rio Acre
(Assis Brasil – Acre)**

Nome do Estudante:
Maria Eduarda da Silva Souza

Orientador (a):
Amanda Regis Faro

Coorientador:
Elder Ferreira Morato

Instituição do coorientador:
UFAC – Universidade Federal do Acre

**Rio Branco
Setembro/2024**

Resumo

As abelhas-das-orquídeas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) são consideradas bioindicadores do estado de conservação de ecossistemas terrestres. Entretanto, esse grupo é pouco estudado na região Amazônica. Este trabalho objetivou comparar a riqueza de espécies dessas abelhas em três áreas com diferentes níveis de proteção. Foram realizadas duas missões de coleta, na Estação Ecológica Rio Acre (ESECRA), cujos dados foram comparados com os existentes de florestas da Reserva Extrativista Chico Mendes (RESEXCM) e de fragmentos florestais próximos da unidade (NãoRESEXCM). Na ESECRA, também tivemos como objetivo avaliar a variação das assembleias dessas abelhas em função da heterogeneidade e complexidade da vegetação. A amostragem das abelhas foi realizada com rede entomológica e substâncias odoríferas atrativas. O material coletado foi identificado, montado e acondicionado na Coleção do Laboratório de Ecologia de Insetos da UFAC. Ao todo, foram coletadas 447 abelhas distribuídas em quatro gêneros e 26 espécies. Na ESECRA, foram coletados 264 indivíduos, pertencentes a quatro gêneros e 22 espécies. Na RESEXCM e fragmentos florestais (NãoRESEXCM) foram coletadas 81 e 102 abelhas, distribuídas em 14 e 16 espécies, respectivamente. Na ESECRA *Eulaema meriana* foi a espécie mais abundante. As florestas avaliadas não diferiram significativamente em relação a complexidade e heterogeneidade da vegetação. *Eulaema nigrita*, espécie bioindicadora de áreas degradadas, foi coletada apenas nos fragmentos de floresta fora da Resex Chico Mendes. Portanto, a ESECRA apresentou maior riqueza de espécies comparada às florestas amostradas da RESEX Chico Mendes e fragmentos florestais de áreas não-protégidas, demonstrando a importância desse tipo de unidade para a proteção da biodiversidade.

Palavras-chave: Indicadores, proteção integral, insetos

Abstract

Orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) are considered bioindicators of the conservation status of terrestrial ecosystems. However, this group has been little studied in the Amazon region. This work aimed to compare the species richness of these bees in three areas with different levels of protection. Two collection missions were carried out at the Rio Acre Ecological Station (ESECRA), and the data was compared with that from the forests of the Chico Mendes Extractive Reserve (RESEXCM) and forest fragments close (NoRESEXCM). At ESECRA, we also aimed to evaluate the variation in the assemblages of these bees as a function of the heterogeneity and complexity of the vegetation. The bees were sampled using entomological nets and odour-attracting substances. The collected material was identified, assembled and stored in the UFAC Laboratório de Ecologia de Insetos. In total, 447 bees distributed across four genera and 26 species were collected. At ESECRA, 264 bees were collected, belonging to four genera and 22 species. In RESEXCM and forest fragments (No RESEXCM), 81 and 102 bees were collected, distributed among 14 and 16 species, respectively. At ESECRA *Eulaema meriana* was the most abundant species. The forests evaluated did not differ significantly in terms of vegetation complexity and heterogeneity. *Eulaema nigrita*, a bioindicator species for degraded areas, was only collected in the forest fragments outside the Chico Mendes Resex. Therefore, ESECRA showed greater species richness compared to the forests sampled in the RESEX Chico Mendes and forest fragments from non-protected areas, demonstrating the importance of this type of unit for protection of biodiversity.

Keywords: Indicators, integral protection, insects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abundância relativa média de abelhas na ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM. Barras azuis: erro padrão; barra vertical: amplitude; Letras iguais: médias não diferem estatisticamente.....14

Figura 2 - Dendrograma representando a similaridade na composição de espécies entre a ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM..... 16

Figura 3 - Diagrama de Venn representando as espécies exclusivas e em comum entre a ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM.....17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos de coleta na ESECRA, tipo de floresta, altitude e localização espacial.....10

Tabela 2 - Abelhas-das-orquídeas coletadas nas áreas de estudo ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM.....15

Tabela 3 - Variáveis da vegetação, índices de complexidade e heterogeneidade da vegetação, abundância, riqueza e diversidade de abelhas-das-orquídeas nos dois tipos de floresta avaliados (aluvial e terra firme) da ESECRA.....19

Sumário

1. Introdução	6
2. Objetivos	8
3. Material e Métodos.....	8
3.1 Área de estudo	8
3.2 Amostragem	9
3.3 Identificação e acervo	11
3.4 Análise dos dados.....	12
Resultados.....	13
4.1 Abundância, riqueza, diversidade e composição de abelhas na Estação Ecológica Rio Acre, Reserva Extrativista Chico Mendes e fragmentos vizinhos.....	14
4.2 Avaliação sazonal climática e a estrutura da comunidade de abelhas-das-orquídeas da ESECRA	18
4.3 Variação espacial das assembleias de abelhas em função da vegetação	19
5. Discussão e Conclusões	20
6. Recomendações para o manejo	22
7. Agradecimentos	22
8. Citações e referências bibliográficas.....	22

1. Introdução

O estado do Acre possui um relevo predominantemente formado por planícies, uma vegetação de floresta equatorial típico da floresta amazônica, clima equatorial marcado por uma alta sazonalidade e baixa pluviosidade. Seu território abrange 14 bacias hidrográficas sendo as principais as dos rios Acre, Purus, Tarauacá/Envira e Juruá. É uma região extremamente diversa com várias espécies de fauna e flora sendo descritas a cada ano. O estado é visto como uma região prioritária para levantamentos biológicos e como centro de diversidade para diversos grupos (Daly e Silveira, 2008). Grande parte da biodiversidade do estado representa uma fronteira geográfica de transição entre a cordilheira andina e as terras baixas amazônicas, estando protegida em unidades de conservação, que representam pouco mais de 45% da extensão do Acre (Daly e Silveira, 2008).

Apesar desta alta diversidade e crescente necessidade de conservação no estado, grande parte dos dados referentes à biodiversidade animal limitam-se a grupos de vertebrados (Drumond, 2005). A falta de conhecimento sobre os invertebrados está associada à dificuldade de acesso à lugares mais distantes como áreas protegidas ou terras públicas, uma vez que, não existem estradas para acessar maioria dessas áreas as quais estão distantes das cidades. O principal acesso a estas áreas ocorre por transporte fluvial, o qual é fortemente impactado no período da seca. Portanto, expedições de coleta envolvem alto custo logístico. Além disso, também há uma carência de taxonomistas e especialistas em invertebrados na região, bem como de coleções biológicas estruturadas. Mesmo assim, os poucos dados existentes apontam para uma elevada diversidade de insetos e um número elevado de espécies ainda não descritas (Souza *et al.*, 2003; Drumond, 2005; Morato *et al.* 2020).

As abelhas são os principais componentes dos ecossistemas terrestres sendo também provedores de vários serviços, como a polinização de plantas nativas e cultivadas (Potts *et al.*, 2016). São insetos que pertencem a superfamília Apoidea, com mais de 20.000 espécies conhecidas (Roubik, 1989; Silveira *et al.*), das quais mais de 85% são solitárias.

Dentre essas abelhas, um grupo que tem despertado atenção especial são as abelhas-das-orquídeas, as quais fazem parte da tribo Euglossini e família Apidae (Hymenoptera). Existem atualmente cerca de 240 espécies descritas, agrupadas em cinco gêneros (Roubik e Hanson, 2004). Contudo, deve-se considerar que existe uma grande lacuna de amostragem na maioria dos biomas da região Neotropical, o que significa, que o

número de espécies atuais deve representar apenas cerca de um terço do número de espécies realmente existentes (Roubik e Hanson, 2004).

As abelhas-das-orquídeas são abelhas corbiculadas, exclusivamente neotropicais, que ocorrem preferencialmente em ambientes de florestas úmidas, sendo muito susceptíveis aos efeitos do desmatamento e fragmentação dos ambientes (Storck-Tonon *et al.*, 2013; Cândido *et al.*, 2021), podendo ser consideradas bioindicadores do estado de conservação de áreas (Storck-Tonon *et al.*, 2007). Elas apresentam diversas peculiaridades, uma delas é o hábito dos machos coletarem substâncias aromáticas nas flores de diversas famílias botânicas, especialmente Orchidaceae (orquídeas) (Dressler, 1982; Roubik, 1989), polinizando-as nesse processo.

As abelhas-das-orquídeas também são conhecidas por serem polinizadores de longas distâncias no interior de florestas tropicais (Janzen, 1971; Pokorny *et al.*, 2015). Elas possuem a capacidade de voar vários quilômetros em busca de recursos como pólen, néctar e resina, para a construção de suas células. Entretanto, existem evidências de que algumas espécies não conseguem atravessar áreas abertas de apenas 100 metros de largura entre dois fragmentos de floresta (Morato, 1994).

Devido à sua grande extensão territorial, poucos estudos foram realizados sobre a diversidade dessas abelhas no bioma amazônico (Silveira *et al.*, 2002). Na Amazônia sul-ocidental, especialmente no Acre, existe uma grande lacuna de conhecimento sobre a diversidade e composição de espécies desse grupo, sobretudo em áreas mais remotas na bacia do rio Acre (Nemésio e Morato, 2005; Storck-Tonon *et al.*, 2013; Cândido *et al.*, 2021).

É de suma importância o estudo das abelhas-das-orquídeas em áreas de diferentes graus de proteção no estado do Acre, como a Estação Ecológica Rio Acre, unidade de proteção integral, e a Reserva Extrativista Chico Mendes, unidade de uso direto, além de florestas inseridas em paisagens fragmentadas na região. Isso mostraria a diversidade presente nas áreas estudadas e como estão em quesito de polinização, uma vez que essas abelhas contribuem em grande parte com a manutenção das populações de plantas nativas e cultivadas, inclusive, árvores de grande porte, como a castanheira e outras, assegurando a produção de sementes. Além do mais, algumas espécies de abelhas-das-orquídeas são bioindicadores de perturbação, o que muito pode contribuir para o conhecimento do status de conservação de áreas protegidas e não protegidas por lei.

2. Objetivos

O objetivo geral desta proposta é fornecer conhecimento sobre as abelhas-das-orquídeas da Estação Ecológica Rio Acre, gerando uma lista de espécies, como forma de contribuir para o conhecimento da biodiversidade na região e fornecer elementos para a gestão da Estação Ecológica Rio Acre. Mais especificamente o projeto pretende:

1. Comparar a riqueza de espécies dessas abelhas em três áreas com diferentes níveis de proteção: uma unidade de conservação de proteção integral (Estação Ecológica Rio Acre - ESECRA); uma unidade de conservação de uso sustentável (Reserva Extrativista Chico Mendes - RESEXCM); e uma área não protegida, que consiste em um grupo de fragmentos florestais próximos da unidade (NãoRESEXCM).
2. Analisar a relação da variação sazonal climática, em especial pluviométrica, da ESECRA sobre a estrutura da comunidade dessas abelhas.
3. Avaliar a variação das assembleias de abelhas-das-orquídeas em função da heterogeneidade e complexidade da vegetação na ESECRA.

3. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

A Estação Ecológica Rio Acre (ESECRA) foi criada em 1981, é uma unidade de conservação federal na categoria de proteção integral, localizada no município de Assis Brasil/AC no alto rio Acre. Possui cerca de 79.300 ha (Acre, 2010) sendo composta por uma floresta ombrófila aberta de palmeiras (Daly e Silveira, 2008). Esta foi a primeira

unidade de conservação criada no estado do Acre e está localizada na faixa de fronteira com o Peru e faz limites com duas terras indígenas, formando um grande mosaico de áreas protegidas (Acre, 2010). Há indícios de indígenas em isolamento voluntário frequentando a unidade, mas atualmente não há moradores extrativistas residindo em seu interior. A ESECRA possui praticamente 100% de sua cobertura florestal intacta, mas ainda carece de muitos estudos, visto que a unidade de conservação é classificada como uma das mais isoladas dentre as unidades do Brasil.

A Reserva Extrativista Chico Mendes (RESEXCM) foi criada em 1990 e possui cerca de pouco mais de 970.000 ha (Acre, 2010). Trata-se de uma unidade de uso direto, possuindo diferentes tipos de florestas, com predomínio de floresta ombrófila aberta com palmeiras e bambu e ainda manchas de floresta densa (Silveira, 2005; Daly e Silveira, 2008; Acre, 2010). Mesmo sendo uma unidade de conservação vem sofrendo há anos grande pressão de desmatamento, em grande parte, por causa da atividade da pecuária, notadamente, em sua porção sul e mais próxima da BR-317, seguindo uma tendência de grande parte das terras do estado do Acre (Almeida *et al.*, 2018; Hoelle, 2021; Maciel *et al.*, 2021), o que pode comprometer a biodiversidade e serviços ecossistêmicos associados (Maciel *et al.*, 2021). Abrange terras de vários municípios do estado (Rio Branco, Sena Madureira, Capixaba, Xapuri, Epitaciolândia, Brasiléia e Assis Brasil) e integra, em grande parte, a bacia do rio Acre.

Fora dos limites da Reserva Extrativista Chico Mendes e próximo da BR-317, o desmatamento para implantação de pasto e roçados é intenso, o que tem promovido a perda direta da cobertura original da vegetação, bem como a fragmentação florestal. A paisagem da região é constituída por fragmentos de floresta ombrófila aberta e floresta secundária imersos em uma matriz dominada por pastagens (Acre, 2010), constituindo um verdadeiro grande de cobertura florestal (Costa e Schmidt, 2022).

3.2 Amostragem

Os dados coletados na ESECRA estão baseados em amostragens que ocorreram durante duas missões de campo, tendo em vista a distância e o grau de isolamento da Estação Ecológica. Essas missões aconteceram no período de 08 a 11/04/2019 e de 08 a 10/03/2023, ambas realizadas em estações chuvosas e em dois tipos de vegetação distintas sendo uma floresta ombrófila aluvial e uma floresta ombrófila de terra firme. O protocolo

de coleta foi aplicado em sete pontos diferentes totalizando uma média de 51 horas em campo, sendo 28 horas de coleta em floresta aluvial e 23 horas de coleta em terra firme. Os locais escolhidos para a coleta têm como referência espacial a base do ICMbio (Tabela 1).

Os dados coletados nas florestas da Reserva Extrativista Chico Mendes (RESEXCM) e fragmentos florestais localizados fora da unidade e no município de Assis Brasil (NãoRESEXCM) foram obtidos em duas expedições que ocorreram em agosto de 2019 e agosto de 2022. O protocolo de coleta das abelhas foi aplicado em seis sítios amostrais na RESEXCM em um total de 47 horas de amostragem e em sete outros fora da unidade de conservação, porém, próximos da cidade de Assis Brasil e BR-317 em um total de 51 horas. Este conjunto de coletas foi realizado no contexto do projeto “Efeito do uso e cobertura do solo sobre a biodiversidade e funções ecossistêmicas na Amazônia” (Capes/Procad/Edital 21/2018). Nos sítios da RESEXCM e NãoRESEXCM não foi realizada avaliação da vegetação das florestas e fragmentos.

Em 2019, foram demarcadas na ESECRA 10 parcelas de 25 m² (5 m × 5 m) distribuídas em uma linha de 200 metros de comprimento, e posicionada em um local da floresta aluvial onde as coletas de abelhas foram realizadas. No interior de cada parcela foram medidas a espessura da camada de serapilheira (cm), densidade arbórea (árvore/ha), circunferência à altura do peito de árvores (cm) a partir de 20 cm, densidade de palmeiras (palmeiras/ha), densidade de colmos de bambu (colmos/ha) e cobertura do dossel (%). A cobertura do dossel foi estimada através de um densiômetro de copa convexo. O mesmo procedimento foi adotado em 2023 para a floresta de terra firme.

Tabela 1 - Pontos de coleta na ESECRA, tipo de floresta, altitude e localização espacial.

Pontos amostrais	Tipo de floresta	Altitude (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
1	Aluvial	295	11°03'04.2"	70°12'53.7"
2	Aluvial	296	11°03'10.3"	70°12'56.9"
3	Aluvial	312	11°03'02.2"	70°12'55.9"
4	Aluvial	298	11°03'05.5"	70°12'54.8"
5	Terra Firme	316	11°02'58.0"	70°12'58.5"
6	Terra Firme	332	11°01'01.0"	70°13'70.2"
7	Terra Firme	334	11°01'58.6"	70°13'19.0"

As abelhas-das-orquídeas que se aproximavam dos cotonetes de algodão embebidos em iscas odoríferas atrativas foram capturadas através de rede entomológica. Na primeira expedição foram realizadas quatro coletas totalizando cerca de 32 horas de esforço. Na segunda expedição, foram realizados três dias de coleta, totalizando 24 horas de esforço. Essa diferença de esforço amostral ocorreu devido ao fato da maior distância entre os pontos amostrais e base do ICMbio durante a segunda expedição, o que dificultou o deslocamento até os sítios amostrais.

O protocolo de coleta começou a ser aplicado às 7 horas da manhã e se deu até as 15 horas da tarde. Um varal de nylon, medindo 8 metros de comprimento, foi amarrado a 1,5 metros de altura do chão. Ao longo do varal foram dispostos os cotonetes embebidos em iscas odoríferas, a 1 metro de distância um do outro. Ao todo, foram utilizadas sete substâncias odoríferas, sendo elas: acetato de benzila, cinamato de metila, cineol, escatol, eugenol, salicilato de metila e vanilina.

Na metade de cada hora, utilizando um multímetro, foram medidos fatores abióticos, como a temperatura do ar (°C), a umidade relativa do ar (%) e a luminosidade (lux). Em caso de chuva as coletas foram suspensas. Quando uma abelha se direcionava a um cotonete específico, ela era coletada com o auxílio de uma rede entomológica que tem 41 centímetros de diâmetro. Depois, utilizando acetato de etila, as abelhas foram sacrificadas e armazenadas em potes de vidro correspondentes as suas respectivas substâncias. Quando as abelhas não se direcionavam a um cotonete com substância odorífera, elas eram capturadas da mesma maneira, enquadradas em uma categoria denominada “voo”.

No fim de cada hora, as abelhas armazenadas foram transferidas dos potes para envelopes de papel que continham informações de coleta, como o local, data, faixa de horário e a substância a partir da qual foi coletada.

3.3 Identificação e acervo

Ao final da coleta, os envelopes foram guardados em marmitas que continham algodão embebidos com acetato, para a conservação e transporte. Após a missão de campo, as marmitas contendo as abelhas, foram mantidas em um freezer para conservação. Em seguida, as abelhas foram montadas com alfinete entomológico e etiquetadas. Passado o processo de montagem o material foi acondicionado em uma estufa com uma temperatura

de 42 °C por cerca de uma semana. Posteriormente, as abelhas foram mantidas em caixas e gavetas entomológicas.

A identificação do material coletado foi feita com base em caracteres morfológicos e chaves taxonômicas (Silveira *et al.*, 2002). Além disso, foi utilizada uma coleção entomológica de referência e o auxílio do Dr. Marcio Luiz de Oliveira (INPA) para identificação de material mais difícil, como espécimes do gênero *Euglossa*. O material está depositado na coleção do Laboratório de Ecologia de Insetos (LBEI), do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN), da Universidade Federal do Acre, Rio Branco. As coletas foram realizadas sob a licença SISBIO nº 44665-5 e nº 86956-1.

3.4 Análise dos dados

Para a comparação das três áreas do estudo (ESECRA, RESEXCM e NãoRESECCM), os valores de abundância e riqueza de espécies foram corrigidos pelo esforço amostral (horas de coleta) empreendido entre as áreas e descrito anteriormente. Os valores médios de abundância relativa de abelhas das áreas ESECRA, RESEXCM e NãoRESECCM) foram comparados através de uma análise de variância (ANOVA). Posteriormente, as médias foram comparadas através do teste t de Student.

Para cada uma das áreas foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para estimar a diversidade das mesmas. Posteriormente os índices foram comparados através do teste t de Hutcheson (Ludwig e Reynolds, 1988).

Para a comparação da similaridade em relação à composição de espécies de abelhas das áreas com diferentes níveis de proteção, foi empregado o índice quantitativo de Bray-Curtis, o qual varia entre 0 e 1. Posteriormente, os valores foram amalgamados através do método pares de médias não ponderadas (UPGMA), de modo a produzir um dendrograma de similaridade para classificar as áreas em relação a sua composição (Ludwig e Reynolds, 1988). O mesmo índice foi adotado para a comparação entre os dois tipos de florestas (aluvial e de terra firme) da ESECRA, em relação à similaridade de composição.

Os fatores abióticos temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e luminosidade (lux) obtidos nos locais e períodos de coleta foram comparados entre a missão de coleta de 2019 e a de 2023 na ESECRA. Para tal, foi empregado, em todas as

comparações, o teste não paramétrico de Mann-Whitney, pelo fato de que a estrutura dos dados não seguiu a distribuição normal e as variâncias amostrais foram heterocedásticas.

Para todas as variáveis da vegetação foram obtidas as médias e respectivos desvios padrões. Os valores das variáveis foram comparados entre os dois tipos de florestas através do teste de Mann-Whitney. Os valores das médias de cada variável foram ranqueados entre as duas florestas, atribuindo-se a nota um para o menor valor e a nota dois para o maior. A soma das notas para cada uma das florestas constituiu o valor do índice operacional de complexidade da vegetação da floresta. O mesmo procedimento foi executado para os valores dos desvios padrões das variáveis da vegetação para cada floresta. A soma desses valores constituiu no valor do índice operacional de heterogeneidade da floresta. Assim, a floresta com maior frequência de médias elevadas foi considerada a mais complexa. Por outro lado, a floresta com maior frequência de desvios elevados foi considerada a mais heterogênea.

A diversidade para os dois tipos de florestas (aluvial e terra firme) foi estimada através do índice de Shannon-Wiener. Posteriormente, esses valores foram comparados através do teste t de Hutcheson.

Todas as comparações estatísticas empregaram um nível de significativa α igual a 0,05. As análises foram realizadas através dos programas Excel, Bioestat 5.3 e Past 2.15.

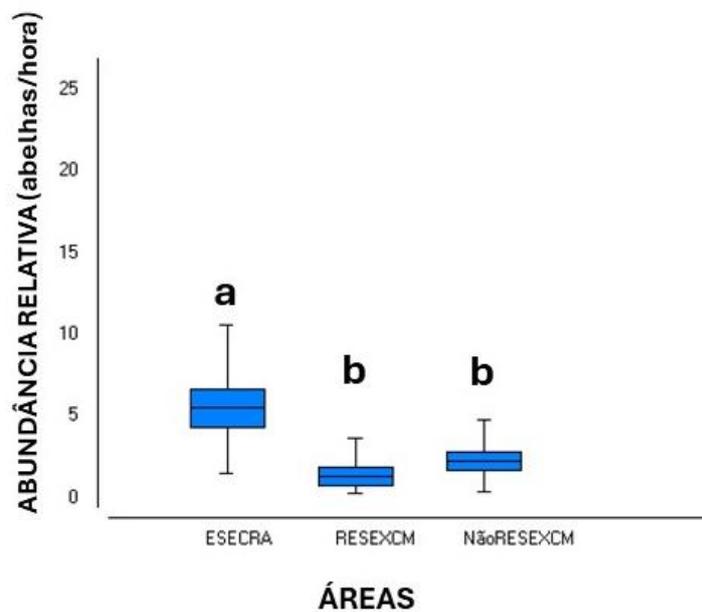
Resultados

Devido à forte seca nos anos de 2023 e 2024 não foi possível uma missão no período de seca, para comparar a assembleia das abelhas-das-orquídeas durante essa estação na ESECRA, pois o acesso se tornou inviável do ponto de vista logístico, tendo em vista que o acesso disponível ocorre exclusivamente através da navegação pelo Rio Acre. Por outro lado, na RESEXCM e NãoRESEXCM foram realizadas duas missões de campo, embora uma forte queda de temperatura (friagem), fenômeno comum na Amazônia sul-ocidental (Acre, 2010), acometeu parte dos dias de amostragem.

Nas três áreas de estudo foram coletados, ao todo, 447 indivíduos, distribuídos em 26 espécies de quatro gêneros. As espécies mais abundantes foram *Eulaema cingulata* (25,5%), *Eulaema meriana* (21,9%) e *Euglossa irisa* (11,4%). A maioria (57,7%) das espécies foram do gênero *Euglossa*.

4.1 Abundância, riqueza, diversidade e composição de abelhas na Estação Ecológica Rio Acre, Reserva Extrativista Chico Mendes e fragmentos vizinhos.

Na ESECRA foram coletados 264 indivíduos dos quais foram identificados quatro gêneros e 22 espécies. Na RESEXCM foram coletados 81 indivíduos, dos quais foram identificados quatro gêneros e 14 espécies. Por fim, na NãoRESEXCM foram coletados 102 indivíduos em que foram identificados quatro gêneros e 16 espécies (Tabela 2).



A ESECRA teve maior abundância relativa (5,2 abelhas/hora) seguida pela NãoRESEXCM (2,0 abelhas/hora) e, por fim, a RESEXCM (1,7 abelhas/hora) (Tabela 2). Houve diferenças significativas entre as áreas, em relação a abundância relativa de abelhas coletadas ($F_{ANOVA} = 6,53$; $p = 0,008$). Comparando a abundância das três áreas (figura 1), a ESECRA apresentou uma abundância superior em relação à RESEXCM ($t = 3,38$; $p = 0,003$) e em relação à NãoRESEXCM ($t = 2,73$; $p = 0,014$). Entretanto, a RESEXCM e a NãoRESEXCM não diferiram estatisticamente ($t = 0,76$; $p > 0,05$).

Figura 1 - Abundância relativa média de abelhas na ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM. Barras azuis: erro padrão; barra vertical: amplitude; Letras iguais: médias não diferem estatisticamente.

A ESECRA apresentou uma riqueza relativa de 0,43 espécies/hora (1 espécie/2,3 horas), sendo a maior entre as áreas comparadas. A RESEXCM apresentou uma riqueza relativa de 0,29 (1 espécie/3,4 horas), sendo esse o menor valor entre as áreas comparadas. Por fim, a NãoRESEXCM apresentou uma riqueza relativa de 0,31 (1 espécie/3,2 horas) (Tabela 2).

Tabela 2 – Abelhas-das-orquídeas coletadas nas áreas de estudo ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM.

Espécie	ESECRA	RESEXCM	NãoRESEXCM	Total
<i>Ef. pulchra</i>		3		3
<i>Ef. xantha</i>	3			3
<i>Eg. allosticta</i>	2		1	3
<i>Eg. amazonica</i>	14	3	9	26
<i>Eg. augaspis</i>	4	1	11	16
<i>Eg. bidentata</i>	5	1	1	7
<i>Eg. cognata</i>	26	1		27
<i>Eg. despecta</i>	1		2	3
<i>Eg. gairanii</i>	10			10

<i>Eg. ignita</i>			1	1
<i>Eg. imperialis</i>	3	1		4
<i>Eg. irisa</i>	43	7	1	51
<i>Eg. mixta</i>	5		2	7
<i>Eg. modestior</i>	2		4	6
<i>Eg. mourei</i>	25	1	1	27
<i>Eg. orellana</i>	6		4	10
<i>Eg. securigera</i>	1		1	2
<i>El. bombiformis</i>	4			4
<i>El. cingulata</i>	32	33	47	112
<i>El. meriana</i>	63	21	14	98
<i>El. mocsaryi</i>	2	2	2	6
<i>El. nigrita</i>			1	1
<i>El. pseudocingulata</i>		5		5
<i>Ex. frontalis</i>	1	1		2
<i>Ex. lepeletieri</i>	6			6
<i>Ex. smaragdina</i>	6	1		7
Abundância (N)	264	81	102	447
Esforço amostral (horas)	51	47	51	149
Abundância relativa (abelhas/hora)	5.2	1.7	2.0	3.0
Riqueza de espécies	22	14	16	26
Riqueza relativa (espécies/hora)	0.43	0.29	0.31	0.17

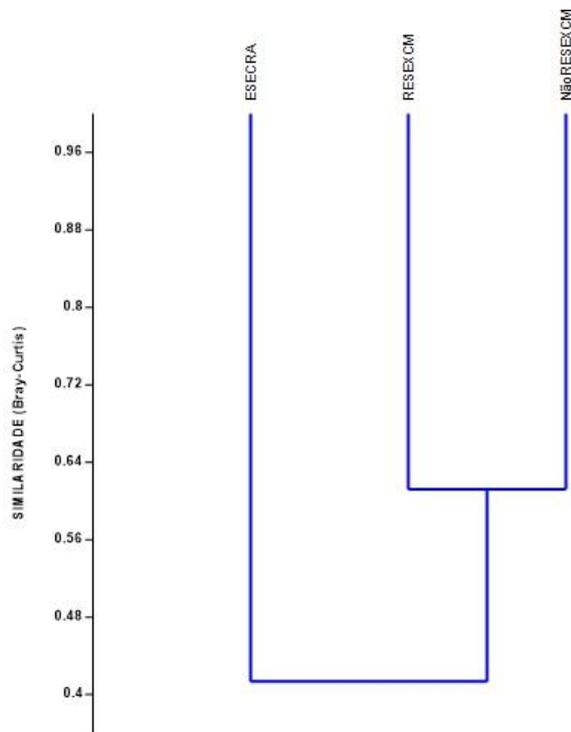
A ESECRA apresentou maior diversidade ($H'_{ESECRA} = 2,436$) em relação as outras áreas comparadas. Houve apenas uma diferença mínima entre os índices da RESEXCM ($H'_{RESEXCM} = 1,815$) e da NãoRESEXCM ($H'_{NãoRESEXCM} = 1,887$). Além do mais, um segundo teste (test t de Hutcheson) foi utilizado para comparar os índices obtidos. O teste realizado mostrou que houve diferença significativa na comparação dos índices entre ESECRA e RESEXCM ($t_{HUTCHESON} = 4,54$; gl = 120; $p = 0,0000132$) também entre AESECRA e NãoRESEXCM ($t_{HUTCHESON} = 4,17$; gl = 157; $p = 0,0000498$). A Comparação entre RESEXCM e NãoRESEXCM ($t_{HUTCHESON} = 0,435$; gl = 178; $p = 0,664$) não mostrou diferença significativa.

Houve pouca similaridade na composição de espécies entre a ESECRA e a RESEXCM (BC = 41,7%) e, também, pouca semelhança entre a composição de espécies da ESECRA e da NãoRESEXCM (BC = 40,9%). Entretanto, a composição de espécies da RESEXCM e da NãoRESEXCM mostrou uma maior semelhança (BC = 61,2%) (figura 2). A espécie mais coletada na ESECRA foi *Eulaema meriana* (23,8%). Entretanto, na

RESEXCM e na NãoRESEXCM a espécie mais coletada foi *Eulaema cingulata* (40,7%) e (46%), respectivamente.

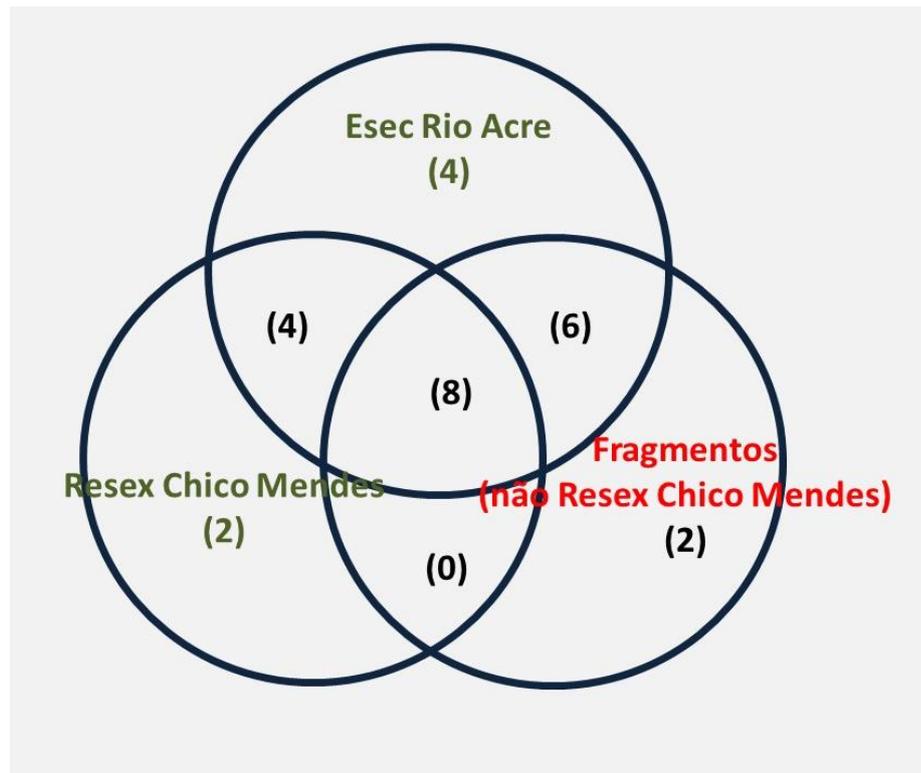
Figura 2 – Dendrograma representando a similaridade na composição de espécies entre a ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM.

Foi possível observar que quatro espécies ocorreram exclusivamente na ESECRA. Seis espécies ocorreram apenas na ESECRA e na NãoRESEXCM e quatro ocorreram apenas na ESECRA e na RESEXCM (Figura 3). Duas espécies ocorreram apenas na



RESEXCM e duas ocorreram, exclusivamente, na NãoRESEXCM. Essas duas áreas não tiveram espécies em comum entre elas. No total, oito espécies estiveram presentes em todas as áreas.

Figura 3 – Diagrama de Venn representando as espécies exclusivas e em comum entre a ESECRA, RESEXCM e NãoRESEXCM.



4.2 Avaliação sazonal climática e a estrutura da comunidade de abelhas-das-orquídeas da ESECRA

Não foi possível uma missão no período mais seco na ESECRA. Porém, alguns dos fatores abióticos registrados durante as duas missões foram analisados.

A temperatura média do ar na primeira missão realizada em abril de 2019 foi igual a $24,1 \pm 0,5$ °C ($n = 28$) e na segunda missão em março de 2023 foi igual a $26,9 \pm 0,4$ °C ($n = 23$). A temperatura média da segunda missão foi superior à da primeira ($U_{\text{MANN-WHITNEY}} = 120,5$; $p = 0,0001$).

A média da umidade relativa do ar medida durante a primeira missão foi igual a $79,2 \pm 1,3\%$ ($n = 28$) e na segunda missão foi igual a $85,2 \pm 0,8\%$ ($n = 23$). Essa diferença também foi significativa ($U_{\text{MANN-WHITNEY}} = 144,5$; $p = 0,008$).

A intensidade luminosa média medida durante a primeira missão foi igual $60015,7 \pm 147,7$ lux ($n = 28$) e na segunda missão foi igual a $1276,6 \pm 800,9$ lux ($n = 23$). Contudo, essa diferença não foi significativa ($U_{\text{MANN-WHITNEY}} = 296$; $p = 0,6226$). Mais espécies foram coletadas na segunda missão, período em que a temperatura e umidade relativa do ar foram mais elevadas.

4.3 Variação espacial das assembleias de abelhas em função da vegetação da Estação Ecológica Rio Acre

A floresta aluvial apresentou maior abundância relativa de abelhas (5,7 abelhas/hora) e uma riqueza relativa de 0,5 espécies/hora (Tabela 3). A floresta de terra firme apresentou menor abundância relativa (4,2 abelhas/hora) e riqueza relativa de 0,8 espécies/hora. Em ambas as florestas *Eulaema meriana* foi a espécie mais abundante (25,9% na floresta aluvial) e (16,4% na floresta de terra firme). As duas florestas mostraram similaridade na composição de espécies de 50,2 %.

A densidade de palmeiras foi significativamente maior na floresta aluvial ($U_{\text{MANN-WHITNEY}} = 61$; $p = 0,0054$). Todas as demais variáveis da vegetação não diferiram significativamente entre as duas florestas ($U_{\text{MANN-WHITNEY}}$; $p > 0,05$).

A floresta aluvial apresentou maior complexidade na vegetação e a floresta de terra firme apresentou maior heterogeneidade na vegetação. Porém, não houve diferença significativa entre elas. A floresta de terra firme apresentou maior diversidade ($H' = 2,618$) do que a floresta aluvial ($H' = 2,088$) uma comparação a posteriori mostrou que esses valores diferiram significativamente ($t = 4,18$; $gl = 201$; $p = 0,000042768$).

Tabela 3 – Variáveis da vegetação, índices de complexidade e heterogeneidade da vegetação, abundância, riqueza e diversidade de abelhas-das-orquídeas nos dois tipos de floresta avaliados (aluvial e terra firme) da ESECRA.

Variável	Floresta aluvial	Floresta terra firme
Altitude (m)	295,7 ± 4,6	324,4 ± 19,4
Serapilheira (cm)	8,4 ± 4,3	8,2 ± 3,3
Densidade de árvores (árvores/ha)	270 ± 648	893 ± 645
CAP (cm)	103,7 ± 137	56,1 ± 47,5
Densidade de palmeiras (palmeiras/ha)	2080 ± 700	1120 ± 948
Densidade de bambu (colmos/ha)	0 ± 0	27 ± 146
Cobertura do dossel (%)	88 ± 4,2	84,9 ± 7,4
Índice de complexidade	11	10
Índice de heterogeneidade	10	11
Abundância (N)	162	97
Esforço amostral (horas)	28	23
Abundância relativa (abelhas/hora)	5,7	4,2
Riqueza de espécies	14	20
Riqueza relativa (espécies/hora)	0,5	0,8
Diversidade H'	2,088	2,618

5. Discussão e Conclusões

A Estação Ecológica Rio Acre foi superior em abundância, riqueza e diversidade em relação a Reserva Extrativista Chico Mendes e aos fragmentos florestais localizados próximos. Isso provavelmente ocorre, principalmente, devido ao seu alto nível de preservação, por ser uma unidade de proteção integral, o que garante, como um todo, uma maior disponibilidade de recursos como fontes de alimento, odores florais, sítios de nidificação e outros para as abelhas-das-orquídeas (Roubik e Hanson, 2004).

A comparação dos resultados com outros trabalhos demonstra que a riqueza de espécies registradas na Estação Ecológica Rio Acre representa 32% da fauna de abelhas-das-orquídeas da região da Amazônia sul-Occidental. Na ESECRA foram registradas mais espécies do que em inventários realizados no Parque Estadual Chandless e no Município de Bujari (Morato et al., 2023). Por outro lado, na reserva Humaitá localizada nas margens do médio rio Acre, em porto Acre, a riqueza de espécies foi de 30 espécies (Morato et al., 2023). Entretanto, a similaridade na composição de espécies entre a EERA e a Reserva Humaitá foi cerca de 41,5% de acordo com o índice de Bray-Curtis.

A Reserva Extrativista Chico Mendes e os fragmentos florestais próximos a ela, se mostraram muito semelhantes em diversidade e composição de espécies. Isso se deve, possivelmente, pela proximidade geográfica dos locais de amostragem, e a semelhança da vegetação. A menor abundância e riqueza de espécies é um efeito do alto grau de perturbação dessas áreas, algo que evidencia essa hipótese é a ocorrência de *Eulaema nigrita*, uma espécie considerada bioindicadora de áreas degradadas (Allen et al. 2019; Gonçalves & Faria 2021).

Quando observada a relação *Euglossa/Eulaema*, ela se mostrou superior na Estação Ecológica Rio Acre (1,46), obtendo, assim, maior embasamento em relação à diversidade e conservação da área. O número de indivíduos do gênero *Euglossa* em relação ao número de indivíduos do gênero *Eulaema* tem sido superior em regiões do Acre mais úmidas e com maior cobertura florestal (Morato, 2018), essa relação empírica pode, portanto, ser indicadora de áreas mais conservadas. No presente estudo essa relação não se mostrou tão elevada na Reserva Extrativista Chico Mendes (0,25) e fragmentos florestais próximos (0,59) sugerindo que essas áreas estão com um grau de conservação menor.

A primeira missão na Estação Ecológica Rio Acre no ano de 2019 foi realizada no período de transição da estação seca para a estação chuvosa no mês de abril. Entretanto, a segunda missão no ano de 2023 foi realizada ainda dentro da estação chuvosa no mês de março (INMET, 2024). Dados de fatores abióticos obtidos na coleta em campo mostram que durante a segunda missão os valores de temperatura e umidade foram superiores aos valores da primeira missão. Este foi também o período com maior diversidade e riqueza de espécies. Mostrando maior atividade de um maior número de espécies. Isso ocorreu possivelmente por um aumento na atividade de forrageamento por influência dos fatores temperatura e umidade (Oliveira e Campos, 1999). Essa maior atividade em período mais úmido sugere que na estação seca deve ocorrer um menor número de espécies ativas. Este aspecto é de grande relevância no cenário atual de extremos climáticos e secas severas na região Amazônica (Santos *et al.*, 2016), considerando, inclusive, que a menor atividade desses polinizadores comprometeria serviços ecossistêmicos de grande importância e talvez a própria produção de sementes na floresta.

Estudos evidenciam que a estrutura da vegetação pode influenciar na composição das assembleias dessas abelhas (Viana et al., 2006). Contudo, nossos resultados mostraram que não houve diferença significativa entre a complexidade e heterogeneidade das duas

florestas aluvial e de terra firme na ESECRA, apesar das diferenças na estrutura das assembleias de abelhas em relação a abundância, riqueza, diversidade e composição.

Com os resultados obtidos é possível concluir que a Estação Ecológica Rio Acre se mostra superior em vários aspectos sobre as demais áreas avaliadas, mostrando alto nível de conservação além de grande abundância e riqueza de abelhas. Entretanto, fatores como as condições abióticas e variação espacial da vegetação carecem de uma análise mais minuciosa e amostragem maior.

6. Recomendações para o manejo

Recomendamos que as abelhas sejam utilizadas como indicadores de conservação da área em atividades de monitoramento. O fato de não haver coleta de *Eulaema nigrita* é um excelente indicador de conservação, e mostra a relevância dessas abelhas para o monitoramento da área. Outro indicativo da integridade da Estação Ecológica, é o fato de terem sido coletados quatro gêneros representativos da diversidade de Euglossini. O trabalho com insetos como um todo é bastante promissor já que, mesmo com pouca amostragem os resultados evidenciam o potencial do grupo para contribuir com o conhecimento a respeito da unidade de conservação, tendo em vista que esse é o principal objetivo de uma estação ecológica.

7. Agradecimentos

Eu agradeço, primeiramente, a todos que em mim confiaram e guiaram. Agradeço as palavras de coragem, confiança, conforto e que me deram forças para continuar. Gostaria de agradecer ao apoio e oportunidade de realização do projeto do ICMbio. O presente projeto foi desenvolvido com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agradeço pela bolsa e apoio.

8. Citações e referências bibliográficas

ACRE (2010) Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre - Fase II. Escala 1:250.000. Documento Síntese, 2 (ed). SEMA, Rio Branco.

ALLEN, L. et al. Are orchid bees useful indicators of the impacts of human disturbance? *Ecological Indicators*, v. 103, p. 745-755, 2019.

ALMEIDA, M. B.; ALEGRETTI, M. H.; POSTIGO, A. O legado de Chico Mendes: êxitos e entraves das Reservas Extrativistas. Edição especial: 30 Anos do Legado de Chico Mendes. *Desenvolvimento e meio ambiente*. v. 48, p. 25-55, 2018.

COSTA, M. M. S.; SCHMIDT, F. A. Gamma, alpha, and beta diversity of ant assemblages response to a gradient of forest cover in human-modified landscape in Brazilian Amazon. *Biotropica*, v. 54, n. 2, p. 515-524, 2022.

DALY, D.C.; SILVEIRA, M. Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil. Rio Branco: Edufac, 2008. 555 p.

DRESSLER, R. L. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Ann Rev Ecol Syst.* v. 13, p.:373–394, 1982.

DRUMOND, P. M. (Org.). *Fauna do Acre*. 2005. Rio Branco: Edufac, 2005.

GONÇALVES, R. B. & FARIA, L.R.R. In euglossine we trust as ecological indicators: a reply to Añino et al. (2019). *Sociobiology*, 68(1): e-4610. 2021.

HOELLE, J. *Caubóis da floresta: o crescimento da pecuária e a cultura de gado na Amazônia brasileira*. Rio Branco: Edufac, 2021. 242 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2024). Mapas de balanço Hídrico <https://portal.inmet.gov.br/>

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, v. 171, n. 3967, p. 203-205, 1971.

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

MACIEL, R. C. G. et al. (Org.) Reserva Extrativista “Chico Mendes”: a socioeconomia 25 anos depois. Triunfo: Omnis Scientia, 102021. 162 p.

MACIEL, R. C. G. et al. The valuation of environmental services in the price formation of native rubber in Acre. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e218101016163-e218101016163, 2021.

MORATO, E. F. et al. Insetos e outros artrópodes: estado da arte em um remanescente florestal no sudoeste da Amazônia. In: Silveira, M.; Guilherme, E.; Vieira, L. J. S (org.), Fazenda Experimental Catuaba o seringal que virou laboratório vivo em uma paisagem fragmentada do Acre. Rio Branco: *Stricto Senso*. 337 p. 2020.

MORATO, E. F. et al. Considerações sobre as abelhas-das-orquídeas (Apidae: Euglossini) da Amazônia Sul-Occidental com ênfase no estado do Acre. In: Resende, H. C; Werneck, H. A. (org.), Estudos sobre abelhas e vespas brasileiras: uma homenagem ao Professor Lucio Campos. Florestal, MG: Laboratório de Genética da Conservação de Abelhas. Universidade Federal de Viçosa. 117 p. 2023.

MORATO E. F. Inventário de insetos Hymenoptera do estado do Acre, Brasil, com ênfase em áreas de lacunas de conhecimento de biodiversidade. Relatório de projeto de pesquisa (Rede Bia) - CNPq: Rede Biodiversidade de Insetos da Amazônia. 63 p. 2018.

MORATO, E. F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Série Zoologia*. v.10(1): p. 95–105, 1994.

NEMÉSIO A.; & MORATO, E. F. A diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) do estado do Acre. In: Drumond, P. M. (org.), Fauna do Acre. Rio Branco: Edufac. 2005. pp. 41–51

OLIVEIRA, M. L.; CAMPOS, L. A. O.; Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em florestas de terra firme na Amazônia Central. *Revista bras. Zool. Brasileira de Zoologia*. v. 16(1): p 83- 90, 1999.

PORKORNY, T.; LOOSE, D.; DYKER, G.; JAVIER, J.; QUEZADA-EUÁN, G. & ELTZ, T. et al. Dispersal ability of male orchid bees and direct evidence for long-range flights. *Apidologie*, v. 46: p. 224-237, 2016.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; NGO, H. T.; AIZEN, M.A.; BIESMEIJER, J.C.; BREEZE, D.; DICKS, L.V.; GARIBALDI, L.A.; HILL, R.; SETELLE, J. & VANBERGEN, A. Jet al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

ROUBIK, D. W.; HANSON, P. E. Orchid bees of tropical America: biology and field guide. San Jose: INBIO, 2004, 352p.

ROUBIK, D.W. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, 514p.

SANTOS, C. A. C.; MELO, M. M. MS; BRITO, J. I. B. Tendências de Índices de Extremos Climáticos para o Estado do Amazonas e suas Relações com a TSM dos Oceanos Tropicais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2016.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: Ministério do Meio Ambiente, Fundação Araucária, 2002, 253p.

Silveira, M. A floresta aberta com bambu no sudeste da Amazônia: padrões e processos em múltipla escala. Edufac, Rio Branco, Acre, 145p. 2005.

SOUZA, M. B.; SILVEIRA, M.; LOPES, M. R. M.; VIEIRA, L.J.S.; GUILHERME, E.; CALOURO, A.M. & MORATO, E. Fet al. A biodiversidade no Estado do Acre: conhecimento atual, conservação e perspectivas. *T & C Amazônia*, v. 1, p. 45-56, 2003.

STORCK-TONON, D.; MORATO, E. F.; MELO, A. W. F; & OLIVEIRA, M. L. Efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) na Amazônia Sul Ocidental. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu, 2007.

STORCK-TONON, D.; MORATO, E. F.; MELO, A. W. F & OLIVEIRA, M. L. Orchid bees of forest fragments in Southwestern Amazonia. *Biota Neotropica*, v. 133(1); p. 133–141, 2013.

