

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal

Renato Tadeu Silva Viana

**Fauna de abelhas das orquídeas (Apidae: Euglossini) em
ecossistema de turfeiras de altitude do Parque Estadual do Rio
Preto - Minas Gerais**

Diamantina

2023

Renato Tadeu Silva Viana

**Fauna de abelhas das orquídeas (Apidae: Euglossini) em
ecossistema de turfeiras de altitude do Parque Estadual do Rio
Preto - Minas Gerais**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Prof^ª Dr^ª Anete Pedro Lourenço

Diamantina 2023

Catálogo na fonte - Sisbi/UFVJM

V614f Viana, Renato Tadeu Silva
2023 Fauna de abelhas das orquídeas (Apidae: Euglossini) em
ecossistema de turfeiras de altitude do Parque Estadual do
Rio Preto - Minas Gerais [manuscrito] / Renato Tadeu Silva
Viana. -- Diamantina, 2023.
48 p. : il.

Orientador: Prof. Anete Pedro Lourenço.

Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) -- Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-
Graduação em Biologia Animal, Diamantina, 2023.

1. Abelhas das Orquídeas. 2. Euglossini. 3. Turfeiras de
altitude. 4. Capões de mata. 5. Campos rupestres. I.
Lourenço, Anete Pedro. II. Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri. III. Título.

Fauna de abelhas de orquídeas (Apidae: Euglossini) em ecossistema de turfeiras de altitude do Parque Estadual do Rio Preto

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM BIOLOGIA ANIMAL,
nível de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRE EM BIOLOGIA ANIMAL

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Anete Pedro
Lourenço

Data da aprovação : 10/08/2023

Documento assinado digitalmente
 EVANDSON JOSE DOS ANJOS SILVA
Data: 10/08/2023 17:11:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr.^a ANETE PEDRO LOURENÇO - UFVJM

Documento assinado digitalmente
 ANETE PEDRO LOURENCO
Data: 11/08/2023 10:20:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr. EVANDSON JOSÉ DOS ANJOS SILVA - UNEMAT

Dr. LÉO CORREIA DA ROCHA FILHO - UFU

Documento assinado digitalmente
 LEO CORREIA DA ROCHA FILHO
Data: 10/08/2023 13:30:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio de bolsa da Cota Institucional/UFVJM e desenvolvido no âmbito do PELD/TURF. Teve apoio financeiro do CNPq e FAPEMIG e as coletas foram feitas com licença do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais no. 014/2021.

Agradeço aos meus familiares por toda compreensão e paciência em minha ausência para as viagens a campo e à Diamantina.

Agradeço à minha orientadora Prof^ª Dr^ª Anete Pedro Lourenço, pelos ensinamentos, orientação, paciência e conhecimento compartilhado durante a jornada na pós graduação.

Agradeço ao Lucas pela grande ajuda e companheirismo nas coletas, identificação das abelhas e hospitalidade durante meus períodos de estada em Diamantina. Agradeço ao Daniel, Letícia e aos colegas do LEIA, Fabi, Matheus Pacheco, Matheus Gabriel pela ajuda nas campanhas de coleta e atividades no laboratório.

Agradeço aos integrantes e ex-integrantes do LEIA, Yasmin, Nathalia, Gizele, Cinthia, Larissa, Gabi, pelos momentos que, ainda que poucos, pudemos compartilhar conversas e experiências. Em especial ao Lucas, Cinthia e Gabi pela realização da primeira campanha, momento no qual não foi possível a minha presença.

Agradeço à Professora Yasmine Antonini pela ajuda na segunda coleta em março de 2022.

Agradeço ao pós-doutorando Diego Tassinari pelo fornecimento dos dados meteorológicos relativos ao local de estudo.

Agradeço aos companheiros que, após o incidente e afastamento na última coleta, continuaram o trabalho e me auxiliaram: Lucas, Matheus Pacheco, Daniel e Matheus Gabriel.

Agradeço aos funcionários do PERP, especialmente ao gerente Antônio Augusto Tonhão de Almeida, pela assistência e suporte logístico, e ao Silvanei Soares pelo auxílio nas coletas em nossa última campanha.

Agradeço ao PPGBA e a todos os professores que fizeram parte da minha jornada e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho.

Resumo

As abelhas das orquídeas (Euglossini) desempenham um papel importante em ambientes tropicais polinizando plantas de uma série de famílias botânicas. Uma de suas características é a busca dos machos por substâncias aromáticas nas flores, principalmente nas Orchidaceae. Além disso, as abelhas das orquídeas possuem grande capacidade de voo e de dispersão. A maioria das espécies está associada a ambientes florestais, porém algumas são comuns em áreas abertas e perturbadas. Realizamos quatro campanhas para coletar machos de abelhas das orquídeas usando iscas aromáticas em garrafas PET. Duas campanhas foram realizadas no início da estação chuvosa (outubro) e as outras duas no final (março). Os levantamentos foram realizados no campo rupestre do Parque Estadual do Rio Preto (PERP) em capões de mata de duas áreas de turfeiras de altitude: protegida (RP) e desprotegida (ARA). Coletamos 672 machos pertencentes a três gêneros (*Euglossa*, *Eulaema* e *Eufriesea*) e doze espécies. Observamos maior abundância para RP e aproximadamente a mesma riqueza de espécies nas duas áreas amostradas. A menor abundância de abelhas das orquídeas na área não protegida pode ser atribuída a atividades humanas e perturbações. A espécie mais abundante foi *Euglossa leucotricha* seguida de *Eulaema nigrata*. Vale ressaltar que também registramos *Euglossa cordata* a qual ainda não havia sido amostrada no PERP. Esse registro aumentou o número de espécies conhecidas no parque para 16. Abelhas do gênero *Eufriesea* apresentaram ocorrência em campanhas diferentes, aparentemente devido a diferenças na atividade reprodutiva para evitar competição por recursos. As abelhas das orquídeas são responsáveis pela polinização de plantas pertencentes a diversas famílias nos ambientes tropicais, destacando seu papel significativo para manutenção e sucesso reprodutivo de muitas espécies relacionadas aos ambientes de turfeiras.

Palavras chave: Abelhas das orquídeas. Euglossini. Iscas aromáticas. Turfeiras. Campo rupestre.

Abstract

Orchid bees (Euglossini) play an important role in tropical environments by pollinating plants from various botanical families. One of their characteristics is the males' search for aromatic substances in flowers, primarily Orchidaceae. Additionally, orchid bees have great flight capacity and dispersion ability. Most species are associated with forest environments, but some are common in open and disturbed areas. We conducted four campaigns to collect male orchid bees by using aromatic baits in PET bottles. Two campaigns were conducted at the beginning of the rainy season (October), and the other two at the end (March). The surveys were carried out in the rupestrian field of the Parque Estadual do Rio Preto (PERP) within forest patches in two areas of highland peat bogs: a protected area (RP) and an unprotected area (ARA). We collected 672 males belonging to three genera (*Euglossa*, *Eulaema* and *Eufriesea*) and twelve species. We observed greater abundance of orchid bees in the RP, but both areas showed similar bee richness. The lower abundance of orchid bees in the unprotected area can be attributed to human activities and disturbances. The most abundant species was *Euglossa leucotricha* followed by *Eulaema nigrita*. Notably, we also recorded *Euglossa cordata*, which had not been previously sampled in the PERP. This discovery increased the number of known species in the park to 16. Bees of the genus *Eufriesea* occurred in different campaigns, likely due to variations in reproductive activity to avoid competition for resources. Orchid bees are responsible for pollinating several plant families in tropical environments, highlighting their significant role in the maintenance and reproductive success of many species associated with peat bog environments.

Key words: Orchid bees. Euglossini. Aromatic baits. Peat bogs. Rupestrian field.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1. Área de Estudo.....	11
2.2. Amostragens.....	13
2.3. Análise de dados.....	15
3. RESULTADOS.....	15
3.1. Abundância, riqueza e diversidade de machos de Euglossini dentro e fora do Parque Estadual do Rio Preto.....	15
3.2. Abundância, riqueza e diversidade de machos de Euglossini em cada capão.....	19
3.3. Estrutura da comunidade de Euglossini entre os capões e entre as campanhas de coleta.....	23
4. DISCUSSÃO.....	28
4.1. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossini em áreas de turfeiras do PERP.....	28
4.2. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossini entre áreas protegidas e desprotegidas do PERP.....	32
REFERÊNCIAS.....	35
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	44

Abelhas das orquídeas (Apidae: Euglossini) em ecossistema de turfeiras de altitude do Parque Estadual do Rio Preto - Minas Gerais

Autores da publicação: Renato Tadeu Silva Viana*; Anete Pedro Lourenço

Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK, Alto da Jacuba, 39100-000, Diamantina, Minas Gerais, Brazil.

***Endereço para correspondência: renato.viana@ufvjm.edu.br**

§O texto está formatado para submissão em revista científica indexada.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas das orquídeas (Euglossini) encontram-se em todos os biomas brasileiros e ocorrem predominantemente na região neotropical. Existem aproximadamente 250 espécies de abelhas das orquídeas (Ascher and Pickering 2020; Moure et al. 2012; Nemésio 2009; Ramírez 2005) classificadas em cinco gêneros: *Euglossa* Latreille, 1802, *Eufriesea* Cockerell, 1908, *Eulaema* Lepeletier, 1841, *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 e *Aglae* Lepeletier e Serville, 1825. Essas abelhas são polinizadoras nas regiões neotropicais, estão associadas a mais de 40 famílias botânicas e algumas espécies de Orchidaceae são exclusivamente polinizadas por machos desse grupo (Dressler 1982).

Uma das características mais marcantes desse grupo de abelhas é o comportamento dos machos em coletar compostos aromáticos que são utilizados para atrair as fêmeas durante a exibição de cortejo (Eltz et al. 2015; Weber et al. 2016; Pokorny et al. 2017; Opedal et al. 2020; Ayasse 2023). Esse comportamento de coleta de perfumes possibilitou o avanço de muitos estudos sobre o grupo a partir da identificação de compostos químicos para atração de machos de Euglossini (Dodson 1962; Dodson et al. 1969). Isso levou ao aumento das pesquisas e, consequentemente, à melhoria do entendimento dos aspectos biológicos e do status taxonômico da tribo. Outra característica deste grupo de abelhas é a grande capacidade de voo a longas distâncias (Dressler 1982, Janzen 1971, Pokorny et al. 2015; Wikelski et al. 2010), promovendo uma grande capacidade de dispersão (Pokorny et al. 2015). Entretanto, o forrageamento e a resposta à qualidade e distribuição de recursos é local (Carneiro et al. 2022b; Kroodsma 1975; López-Urbe et al. 2008).

Em uma revisão recente sobre os levantamentos da melissofauna brasileira nas últimas seis décadas revelou-se que a fauna de Euglossini é muito pouco conhecida em áreas de Cerrado, e o maior número de áreas de levantamento se dá na Floresta Atlântica (Pereira et al. 2021b). O Cerrado é considerado um dos maiores biomas brasileiros, e um dos maiores em número de Unidades de Conservação (UCs), com 11,1% da área do Cerrado sob proteção (Pereira et al. 2021a). Além disso, é considerado um dos *hotspots* de biodiversidade para as prioridades de conservação onde grande número de espécies estão sofrendo perdas consideráveis de habitat. Esses locais devem ser áreas prioritárias designadas para preservar o patrimônio natural e seu potencial evolutivo (Myers et al. 2000). Apesar disso, apenas 10% de artigos publicados sobre fauna de abelhas (Andena et al. 2005; D'Ávila e Marchini 2008; Lourenço et al. 2020; Silva-Pereira e Souza 2015; Storck-Tonon et al., 2013) foram realizados em UCs localizadas no Cerrado (Pereira et al. 2021a),

evidenciando uma lacuna no conhecimento nessas áreas protegidas.

O Parque Estadual do Rio Preto (PERP) é uma área protegida localizada na Serra do Espinhaço na região de Diamantina e na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Possui vegetação típica de Cerrado (savana brasileira) composta por um mosaico de fitofisionomias, que abrange 12.000 ha, variando de 700 a 1.826 m acima do nível do mar (IEF 2020). O PERP está localizado no Estado de Minas Gerais, ao sul da Cadeia do Espinhaço, portanto na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM). No estado de Minas Gerais, os ecossistemas de turfeiras tropicais de montanha possuem maior concentração na porção central, na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), região reconhecida pela Unesco como “Reserva da Biosfera Terrestre”, apresentando grande relevância socioecológica, econômica, histórica, cultural, paisagística, geológica, arqueológica, paleontológica e científica (Silva 2022). Na porção mais ao sul do PERP, são encontrados os ecossistemas de turfeiras, ambientes especiais para estudos relacionados com a dinâmica da matéria orgânica, evolução das paisagens, mudanças climáticas e ciclos de poluição atmosférica locais, regionais e globais. Elas contribuem para o sequestro global de carbono, funcionam como reservatórios de água, são essenciais para manter o fluxo natural da recarga de água e constituem o ambiente de uma biodiversidade endêmica (Silva et al. 2009). Estudos demonstram que o papel de manutenção do fluxo natural de recarga d’água das turfeiras para aquíferos, principalmente nos períodos secos, além da qualidade da água, são influenciados negativamente nas áreas não protegidas do parque (Bispo et al. 2016). Essas áreas estão sob interferência de fogo constante e pisoteio pelo gado (Bispo et al. 2016).

A SdEM é uma importante barreira biogeográfica e sua localização única a coloca no ecótono de dois *hotspots* globais de biodiversidade: o Cerrado com suas áreas abertas na sua encosta ocidental e as áreas florestais de Mata Atlântica na encosta leste (Silveira et al. 2015).

Os ecossistemas de turfeiras estão inseridos em vegetação típica do Cerrado, porém há um mosaico de manchas de espécies arbóreas que os coloniza que inclui os “Capões de Mata” caracterizados como ilhas de florestas estacionais semidecíduas dispersas entre formações campestres de campo limpo úmido (Horák-Terra et al. 2015).

Apesar da importância ambiental das turfeiras tropicais de montanha, esses ecossistemas são pressionados continuamente pela antropização. Aquelas situadas fora das unidades de conservação são constantemente atingidas por queimadas no intuito de estimular brotações na vegetação campestre, que servem para alimentação de gado, o que contribui para reduzir significativamente a biodiversidade local (Silva 2022).

Estudos prévios sobre diversidade de Euglossini utilizando-se iscas aromáticas foram realizados em áreas de cerrado no PERP (Nemésio e Faria Jr 2004; Antonini et al. 2016; Viana et al. 2021). Esses estudos visaram conhecer a comunidade de espécies de Euglossini, além de relacionar a riqueza e abundância ao longo dos coeficientes de elevação e complexidade de hábitat. Todos esses estudos no PERP foram feitos na porção mais ao norte do parque, que compreende altitudes entre 750 e 967 m (Viana et al. 2021). Estudos realizados na região de turfeiras de altitude da porção mais ao sul do parque foram realizados apenas recentemente (Viana et al. 2023) em um levantamento rápido durante o período chuvoso, que avaliou a composição e dinâmica da comunidade de abelhas Euglossini ao longo dos meses mais chuvosos.

No presente estudo, objetivamos realizar o levantamento da comunidade de abelhas das orquídeas em dez capões presentes em áreas de turfeiras no PERP em altitudes acima de 1500 m, localizadas na porção sul do parque, para responder às seguintes perguntas: 1- qual a composição da fauna de machos de Euglossini do PERP em áreas de turfeiras acima de 1500 m que potencialmente contribuem para a polinização?; 2- existe diferença de riqueza e abundância de abelhas entre áreas protegidas (PR) e áreas não protegidas adjacentes ao parque (ARA)?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na porção sul do PERP, na superfície de aplainamento mais elevada da SdEM, o Chapadão do Couto, que apresenta altitude média de 1600 metros e área estimada em 160 km². Sua área faz parte de três municípios: São Gonçalo do Rio Preto, Felício dos Santos e Couto de Magalhães de Minas (MG) e suas coordenadas geográficas centrais são 18°13'45" S e 43°20'49" O (Abreu-Filho et al. 2021).

A altitude do PERP como um todo varia significativamente, saindo de 750 até 1.822 m culminando no pico Dois Irmãos. O rio Preto e seu principal afluente, o córrego das Éguas, têm a maioria das suas nascentes na Chapada do Couto e é imprescindível para a recarga hídrica dos seus afluentes. Muitas dessas nascentes situam-se em turfeiras, que são ambientes formados por solos orgânicos com grande capacidade de retenção de água, cobertas por campos e capões de matas (IEF 2020). Os capões de mata são caracterizados por vegetação de florestas estacionais semidecíduais alto-montanas similares à Mata

Atlântica e são encontrados em áreas deprimidas da paisagem associadas a áreas de nascentes, com lençol freático na superfície do solo (Mendonça Filho et al. 2022)

O clima pode ser classificado com Cwb de acordo com a classificação de Köppen e sua atualização mais recente (Peel et al. 2007), ou seja, mesotérmico, ocorrendo duas estações, chuvosa e seca, bem definidas. O período chuvoso vai de novembro a março e o período seco ocorre de maio a setembro. A temperatura varia entre 16 a 24 °C, e a precipitação média anual está entre 1000 e 1500 mm (Abreu-Filho et al. 2021; Silva 2022).

A área de estudo compreende o sítio do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, PELD-Turf (Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: serviços ecossistêmicos e biodiversidade), iniciado em fevereiro de 2021 (Silva et al. 2022b). Nesse programa, são feitos estudos em áreas protegidas pelo Parque e em áreas adjacentes, não protegidas, que são utilizadas para criação de gado e com influência de queimadas.

Para as amostragens de abelhas das orquídeas foram escolhidos 10 capões de mata (Figura 1): 5 deles dentro do parque (nascente do Rio Preto) e denominados RP e 5 capões em área adjacente ao parque (algumas próximas à nascente rio Araçuaí), denominados ARA. Esses capões estão separados por distâncias que variam de 126 m (ARA-A/ARA-B) a 2800 m (RP-E/ARA-C) (Tabela suplementar 1), seus pontos possuem variação de altitude de 1500 m a 1600 m (Tabela suplementar 2). Além disso, os capões escolhidos variam em sua área de 2200 m² (ARAE) a 87230 m² (RPB) (Tabela suplementar 3).

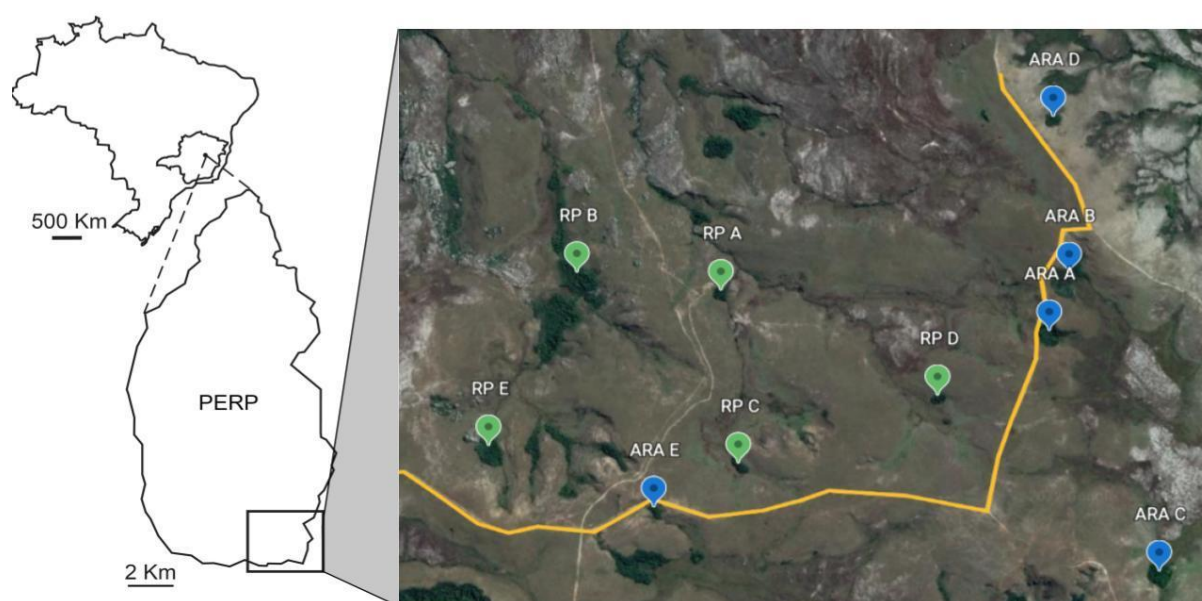


Figura 1. Localização da área de estudo indicando os capões (RP A – RP E - dentro do Parque e ARA A – ARA E - fora do Parque) utilizados nas coletas de abelhas das orquídeas em área de turfeira de altitude no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), Minas Gerais. Linha amarela indica o limite sul e leste do PERP.

2.2. Amostragens

As amostragens foram realizadas em duas campanhas no início do período chuvoso (3 a 7 de outubro de 2021 e 8 a 12 de outubro de 2022) e em duas campanhas no final do período chuvoso (17 a 21 de março de 2022 e 25 a 29 de março de 2023). Os machos das abelhas das orquídeas foram coletados em 5 dias consecutivos. Esta metodologia de coleta durante 5 dias consecutivos no início e final do período chuvoso foi bastante eficiente para coleta de machos de Euglossini na porção norte do PERP (Viana et al. 2021).

As coletas foram realizadas com armadilhas confeccionadas de garrafas plásticas de 500 mL com 3 orifícios contendo bocas de garrafas PET de 1,5 ou 2L para a entrada das abelhas na parte superior. Na parte superior do interior das armadilhas foram adicionadas hastes flexíveis com algodão contendo uma das sete essências atrativas: eugenol, 1,8-cineol, trans-cinamato de metila, salicilato de metila, beta-ionona, acetato de benzila

(Sigma-Aldrich®) e vanilina (Vetec®). Além disso, em cada garrafa foi adicionado de 2-3 pequenos pedaços de couro embebido em K-Othrine® para o sacrifício das abelhas.

As armadilhas foram penduradas em arvoretas ou árvores a cerca de 1,5 m de altura e distantes cerca de 2 m uma das outras, e os compostos aromáticos foram oferecidos pela manhã (entre 7h e 9h da manhã). As sete armadilhas foram disponibilizadas em cada um dos 5 pontos de um mesmo capão, e em dois capões (PR e ARA) no mesmo dia. Deste modo, foram 70 armadilhas dispostas em um mesmo dia (35 em RP e 35 em ARA). Cada um desses 5 pontos de amostragem com a distância aproximada de 35 m entre cada ponto (Figura 2). No dia seguinte, as abelhas capturadas foram retiradas e colocadas em pequenos sacos plásticos identificados por ponto. Depois disso, as armadilhas foram colocadas em dois novos capões (RP e ARA) e as essências repostas, como descrito acima. A sequência dos capões foi dia 1: RP-A e ARA-A, dia 2: RP-B e ARA-B, dia 3: RP-C e ARA-C, dia 4: RP-D e ARA-D, dia 5: RP-E e ARA-E (Figura 2).

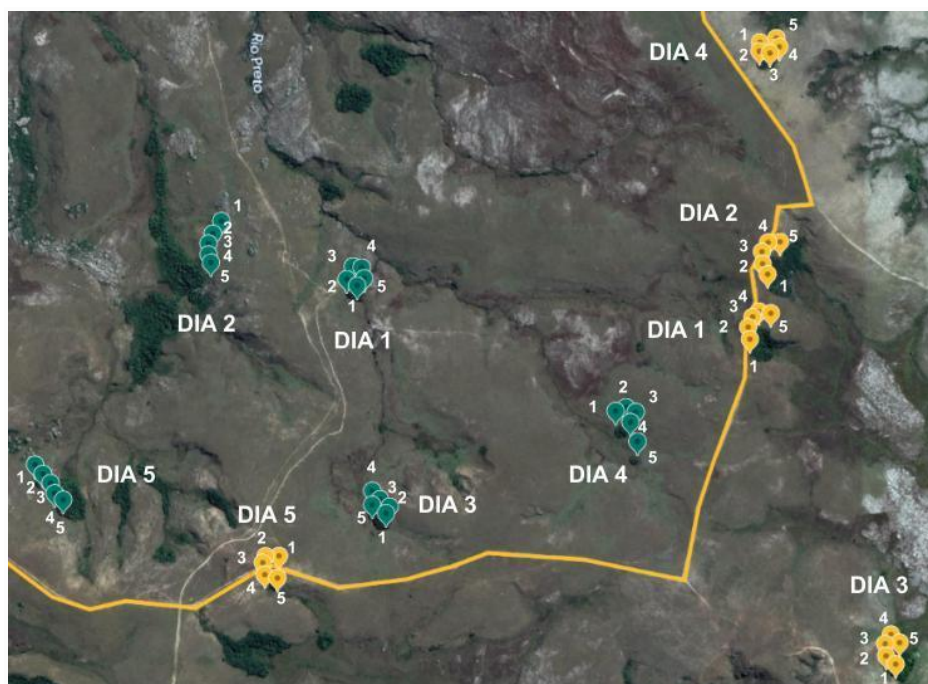


Figura 2. Esquema de amostragens diárias de abelhas das orquídeas nos capões (RP A – RP E - dentro do Parque e ARA A – ARA E - fora do Parque) em área de turfeira de altitude no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), Minas Gerais. 1-5: pontos de coleta com sete iscas aromáticas em cada ponto.

Ao final das campanhas, os espécimes foram levados ao laboratório, acondicionados em freezer até a montagem com alfinetes entomológicos e secos em estufa a 40 °C por 48h.

As espécies foram identificadas a partir das chaves de Rebêlo e Moure (1995) e Nemésio (2009) e depositadas na Coleção de Abelhas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri em Diamantina/MG. Decisões taxonômicas foram baseadas no Catálogo Moure (Moure et al. 2012). Como os gêneros de Euglossini aqui amostrados possuem a inicial “E”, nós usamos as seguintes abreviações: *Ef.* para *Eufriesea*, *Eg.* para *Euglossa* e *El.* para *Eulaema*, de acordo com recomendação do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Os dados meteorológicos dos dias das amostragens foram obtidos por estação meteorológica instalada no local (Silva et al. 2022a).

2.3. Análise dos dados

A diferença de abundância de machos de euglossini entre áreas preservada e alterada foi verificada por meio do teste de χ^2 ($p \leq 0,05$) de acordo com o software Past 4.13 (Hammer et al. 2001). A diversidade das espécies foi calculada usando os índices de Shannon-Wiener (H') e as diferenças nos índices de Shannon-Wiener foram verificadas por meio do teste t ($p \leq 0,05$). As correlações de Pearson foram conduzidas para testar as correlações entre abundância de machos e temperatura máxima, abundância e temperatura mínima, abundância e área do fragmento, riqueza e área do fragmento.

A similaridade da composição de espécies entre os capões e também entre campanhas foi avaliada utilizando matrizes de similaridade pelos índices de Dice-Sorensen e Bray-Curtis a partir do software Past 4.13. Esses mesmos índices também foram usados para análise de agrupamento por dendrograma além da visualização da similaridade das comunidades em um espaço multivariado por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Para confirmar a existência dos grupos, utilizamos o teste de Análise de Similaridade (ANOSIM) para os grupos formados por Bray-Curtis pelo Past 4.13.

3. RESULTADOS

3.1. Abundância, riqueza e diversidade de machos de Euglossini dentro (RP) e fora (ARA) do PERP

As coletas realizadas nos capões das duas áreas (RP: dentro e ARA: fora do PERP) resultaram em um total de 672 machos, pertencentes a três gêneros (*Euglossa*, *Eulaema* e

Eufriesea) e doze espécies (Tabela 1). *Euglossa leucotricha* foi dominante, representando 53,0% dos indivíduos coletados, seguida de *Eulaema nigrita* (23,8%) e *Euglossa melanotricha* (8,9%) (Tabela 1). Comparando-se RP e ARA, em RP foram coletados 408 indivíduos, enquanto que em ARA foram 264, com 12 e 10 espécies, respectivamente (Tabela 1; Figura 3). Essa diferença na abundância foi estatisticamente significativa ($\chi^2=30,86$; $p < 0,0001$), mas a riqueza não diferiu ($\chi^2=0,06$; $p=0,8$). Da mesma maneira, não foi observada diferença significativa na diversidade de espécies entre RP ($H'=1,35$) e ARA ($H'=1,46$; test t $p=0,22$). Dez espécies foram comuns e apenas RP apresentou espécies exclusivas: *Euglossa annectans* e *Euglossa cordata*. Nas duas áreas, *Eg. leucotricha* foi a espécie mais representativa, correspondendo a 58,8% em RP e 43,9% dos espécimes coletados em ARA, seguida de *El. nigrita* (17,9% em RP e 33% em ARA) e *Eg. melanotricha* (9,6% em RP e 8,0% em ARA). A totalidade das abelhas de maior porte (*Eulaema nigrita*, *Eulaema cingulata*, *Eufriesea nigrohirta* e *Eufriesea auriceps*) tende a ser maior em ARA (54,49%) com *El. nigrita* em maior número em ambas as áreas (90,12% e 89,69% em RP e ARA respectivamente), mas essa diferença não foi estatisticamente significativa ($\chi^2=0,63$; $p=0,23$).

Com relação às campanhas (Tabela 1 e Figura 3), em outubro de 2021, obteve-se um total de 248 machos coletados. RP foi a área com maior abundância de machos com 159 indivíduos ($\chi^2=19,75$; $p < 0,001$) enquanto em ARA coletamos 89 abelhas. Coletamos um total de 10 espécies nesta campanha com 9 espécies em ambas as áreas. Não houve diferença de diversidade entre RP ($H'=0,94$) e ARA ($H'=1,22$; test t $p > 0,05$). *Euglossa leucotricha* foi a espécie dominante (73,4%) com 182 indivíduos: 123 em RP representando 77% e 59 em ARA representando 66 %.

A coleta de março de 2022 resultou em maior abundância em RP (N=51) do que em ARA (N=33) ($\chi^2=3,86$; $p=0,05$) (Tabela 1 e Figura 3). Nesta campanha, obteve-se um total de 8 espécies. Em RP foram amostradas 8 e em ARA, 4 espécies. Ao contrário da campanha anterior, constatou-se diferença estatística de diversidade com maior diversidade em RP ($H'=1,40$; test t $p=0,039$) comparado a ARA ($H'=1,00$). Nesta coleta, *Eulaema nigrita* foi mais representativa. Foram coletadas 42 abelhas dessa espécie representando 50% dos indivíduos: 23 em RP (45%) e 19 em ARA (57,6 %).

Na campanha de outubro de 2022 foi obtido um total de 175 abelhas com 107 em RP (61,1%) e 68 em ARA (38,9%) (Tabela 1 e Figura 3). Essa diferença na abundância entre as áreas foi estatisticamente significativa ($\chi^2=8,69$; $p=0,003$). Um total de 9 espécies foi amostrado com 9 espécies em RP e 6 em ARA. Assim como na primeira campanha no início

do período chuvoso (outubro/2021), a diferença entre a diversidade em ARA ($H' = 1,44$) e RP ($H' = 1,27$), não se mostrou estatisticamente significativa (test t $p = 0,21$). Além disso, a espécie mais representativa da campanha foi novamente *Eg. leucotricha*, assim como em outubro de 2021, com 54,9% dos indivíduos ($N = 96$). Ela foi mais representativa em ambas as áreas amostradas: RP com 63 indivíduos (59%) e ARA com 33 (49%). A última campanha, em março de 2023, apresentou um total de 165 machos coletados (Tabela 1 e Figura 3). Foi a única coleta na qual a abundância entre as duas áreas não mostrou uma diferença estatisticamente significativa (RP: $N=91$, ARA: $N=74$; $\chi^2 = 1,75$; $p = 0,186$). Nesta campanha, foi amostrado um total de 9 espécies com 7 em RP e 6 em ARA. Nesta última campanha, apesar de RP ter apresentado um maior índice de diversidade ($H' = 1,36$) comparado a ARA ($H' = 1,1$), essa diferença também não se mostrou estatisticamente relevante (test t $p = 0,07$). *Eulaema nigrata* foi a espécie mais representativa, repetindo o que foi observado na campanha anterior referente ao fim do período chuvoso com 81 indivíduos coletados (49,1 %).

De maneira geral, a única campanha com diferença estatística na diversidade foi em março de 2022 e a única na qual não houve diferença entre as abundâncias foi em março de 2023. Levando-se em consideração os dois períodos sazonais de coleta, houve uma alternância de dominância entre *Eg. leucotricha* e *El. nigrata*: nas campanhas de início do período chuvoso, *Eg. leucotricha* foi a espécie mais abundante (73,4% em outubro/2021 e 54,9% em outubro/2022), enquanto naquelas referentes ao fim de período chuvoso, *El. nigrata* apresentou maior abundância (50,0% em março/2022 e 49,1% em março/2023). Além disso, algumas espécies foram coletadas em apenas um dos períodos sazonais: *Eg. townsendi* (outubro/2021 e outubro/2022) e *Ef. nigrohirta* (outubro/2021) foram exclusivas do início do período chuvoso, enquanto *Eg. cordata* (março/2023) e *Ef. auriceps* (março/2022 e março/2023) foram exclusivas do final do período chuvoso (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies, número de indivíduos e riqueza das abelhas das orquídeas encontradas nas duas áreas de coleta: dentro (RP) e fora (ARA) do Parque Estadual do Rio Preto, em quatro campanhas de coletas (Outubro 2021, Março 2022, Outubro de 2022 e Março de 2023)

Espécie	Número de indivíduos												Total área (%) por		Total geral
	Outubro 2021			Março 2022			Outubro 2022			Março 2023					
	RP	ARA	total	RP	ARA	total	RP	ARA	total	RP	ARA	total	RP	ARA	
<i>Euglossa leucotricha</i> Rebêlo & Moure, 1996	123	59	182	17	10	27	63	33	96	37	14	51	240	116	356
<i>Euglossa melanotricha</i> Moure, 1967	15	13	28	4	0	4	12	5	17	8	3	11	39	21	60
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	4	2	6	1	0	1	5	4	9	1	0	1	11	6	17
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	3	1	4	3	3	6	9	7	16	9	5	14	24	16	40
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	2	3	5	1	0	1	1	0	1	0	3	3	4	6	10
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	4	0	4	1	0	1	2	0	2	0	0	0	7	0	7
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	0	2	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2	3
<i>Euglossa cordata</i> Linnaeus 1758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Eufriesea nigrohirta</i> (Friese, 1899)	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
<i>Eufriesea auriceps</i> (Friese, 1899)	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	0	2	3	1	4
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	3	5	8	23	19	42	14	15	29	33	48	81	73	87	160
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	2	3	5	0	0	0	0	4	4	0	1	1	2	8	10
Total de indivíduos	159	89	248	51	33	84	107	68	175	91	74	165	408	264	672
Total de espécies	9	9	10	8	4	8	8	6	9	7	6	9	10	11	12
Diversidade Shannon (H')*	0,94	1,22		1,40	1,0		1,27	1,44		1,36	1,1		1,35	1,46	1,42

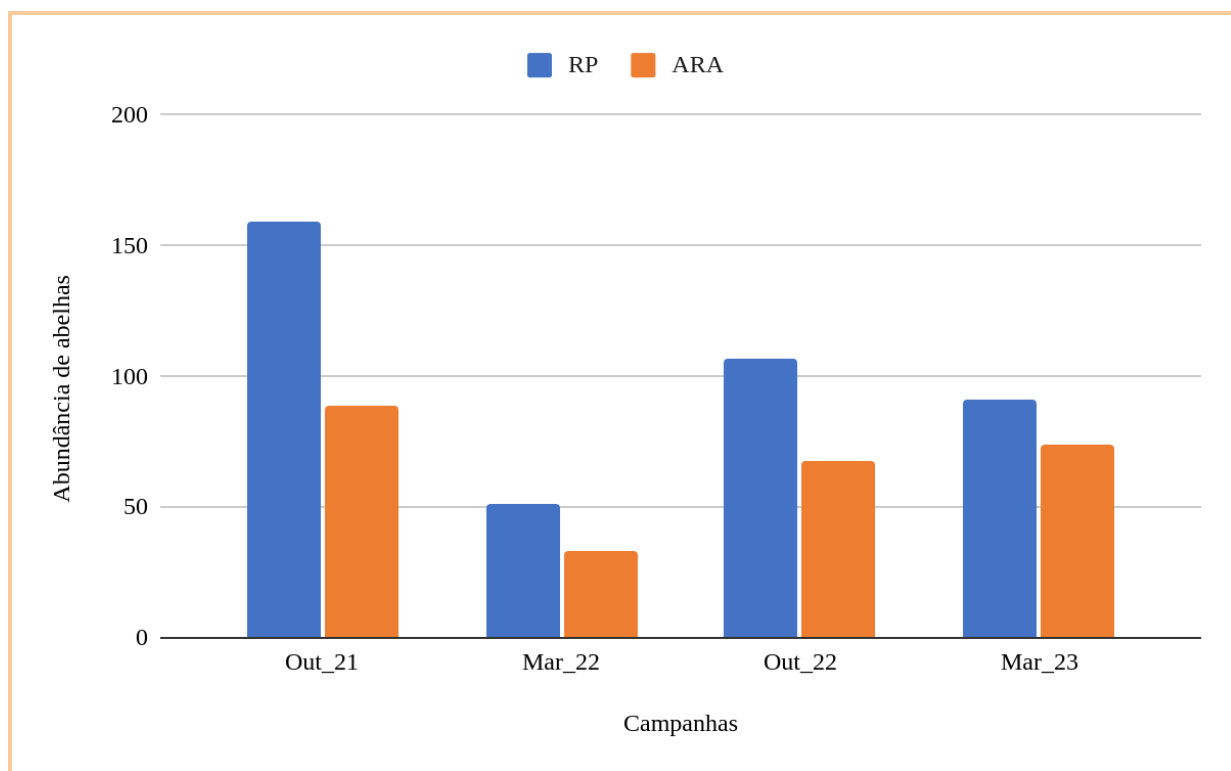


Figura 3. Abundância de abelhas das orquídeas coletadas no Parque Estadual do Rio Preto em cada área (RP e ARA) e campanha de coleta (Outubro 2021, Março 2022, Outubro 2022 e Março 2023). RP: área dentro do parque. ARA: área fora do parque.

3.2. Abundância, riqueza e diversidade de machos de Euglossini em cada capão

Observou-se que RPA foi o capão no qual obteve-se o maior número de indivíduos ($N = 117$) seguido de RPC (Tabela suplementar 4). Em ARAE foi observado o menor número de abelhas ($N = 26$). Em relação à quantidade de espécies, a maior foi observada em RPC ($N=9$) e a menor em ARAE ($N=4$). Com relação à diversidade Shannon (H') em cada capão (Tabela suplementar 4), observamos, em ordem decrescente de diversidade, os capões RPD, ARAC, RPB, ARAB, ARAD, ARAA, RPE, RPC, RPA, e ARAE. Apesar disso, nem todos obtiveram uma diferença significativa de diversidade uns com os outros. Os pares que apresentaram diferenças estatísticas significativas foram os seguintes (test t Hutcheson $p < 0,05$): RPD > RPC ($p = 0,02$); RPD > RPA ($p=0,02$); RPD > ARAE ($p=0,02$); ARAC > RPC ($p=0,01$); ARAC > RPA ($p = 0,009$); ARAC > ARAE ($p = 0,01$); RPB > RPC ($p=0,04$); RPB

> RPA ($p = 0,03$); RPB > ARAE ($p = 0,03$); ARAB > RPA ($p = 0,04$); ARAB > ARAE ($p = 0,04$).

A área de cada capão (m^2) foi estimada e comparada às abundâncias e riquezas de machos encontradas nelas (Tabela suplementar 2 e Tabela suplementar 4). Não se observou uma correlação entre abundância ou riqueza com o tamanho do capão (abundância $r = 0,21977$, $p = 0,54181$; riqueza $r = 0,17938$, $p = 0,62$), apesar de haver uma tendência de aumento de riqueza e abundância com o aumento da área (Figura 4).

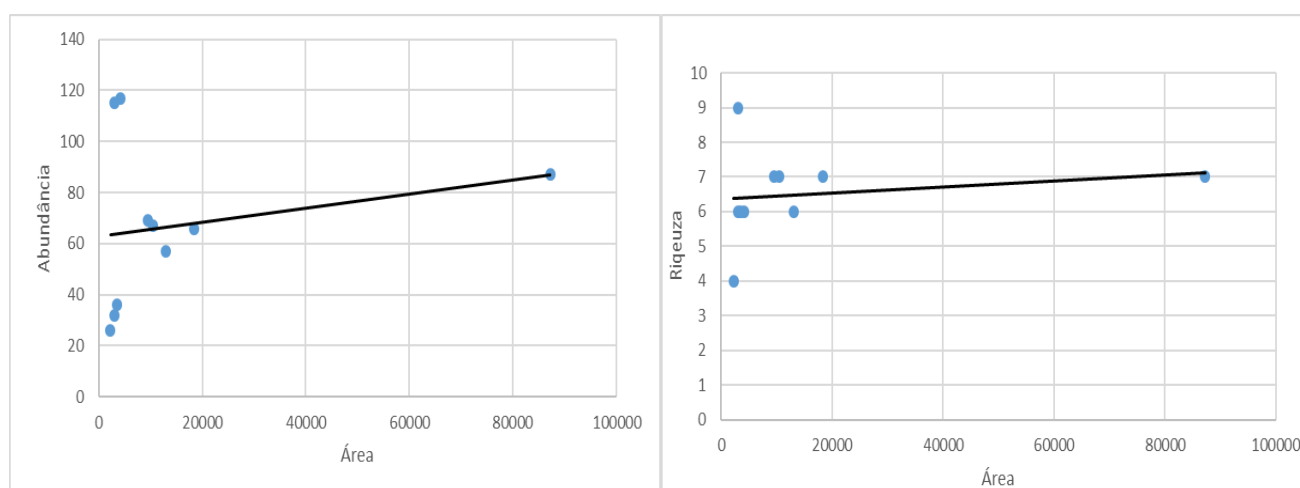


Figura 4. Relação entre área dos capões e abundância e riqueza de machos de Euglossini coletados no Parque Estadual do Rio Preto nas quatro campanhas.

Em outubro de 2021, o capão no qual houve maior captura foi RPC com 56 indivíduos (dominância de *Eg. leucotricha*) e RPD foi o com menos capturas, com apenas 1 indivíduo (Tabela suplementar 5). Nesta campanha pôde-se observar uma queda abrupta de abelhas coletadas no quarto dia, apenas 4 indivíduos, o que coincidiu com uma diminuição brusca da temperatura máxima (Figura 5). Além disso, essa campanha apresentou os dias de maior e menor captura entre todas as campanhas. O terceiro dia, que abrangeu os capões RPC e ARAC, apresentou a quantidade de 79 machos capturados e o quarto dia (RPD e ARAD), como mencionado acima, apresentou apenas 4 indivíduos capturados. Com relação à quantidade de espécies por dia de captura (Tabela suplementar 5), a maior quantidade foi obtida no segundo dia (9 espécies) e a menor no quarto dia (2 espécies). O capão ARAB apresentou a maior quantidade de espécies ($N = 7$), enquanto RPD e ARAD apresentaram ambos apenas 1 espécie.

Na campanha de março de 2022 (Figura 5), o capão em que se coletou o maior número de indivíduos foi RPB (N = 17) e ARAE foi o com menor (N = 1). Com relação ao número de espécies, RPC obteve o maior número (N = 7) e o menor foi obtido em ARAE (N = 1). O dia com mais coletas de abelhas foi o terceiro (N = 25) e o quinto dia foi o com menor número (N = 7).

Na coleta realizada em outubro de 2022, o capão RPA foi o que mais coletou (N = 41) com o primeiro dia sendo o que mais obteve indivíduos (N = 66). O capão ARAE apresentou novamente a menor quantidade (N = 7) sendo o quinto dia também o de menor coleta (N = 16). Com relação ao número de espécies, RPA e RPE apresentaram ambos 6 espécies e RPC e ARAC apresentaram 3 espécies cada um. É interessante notar a variação da abundância acompanhando a variação da temperatura mínima a partir do segundo dia de coleta (Figura 5).

A última campanha de coleta, realizada em março de 2023, apresentou o capão RPB com o maior número de indivíduos coletados (N = 27) e RPD com o menor (N = 3). Em RPA e RPB foram coletadas 5 espécies e em RPD, ARAD e ARAE, 2 espécies. Os dias de maior coleta foram o segundo e o terceiro com 46 abelhas cada um e o dia com menor coleta foi o quarto dia, com 12 indivíduos.

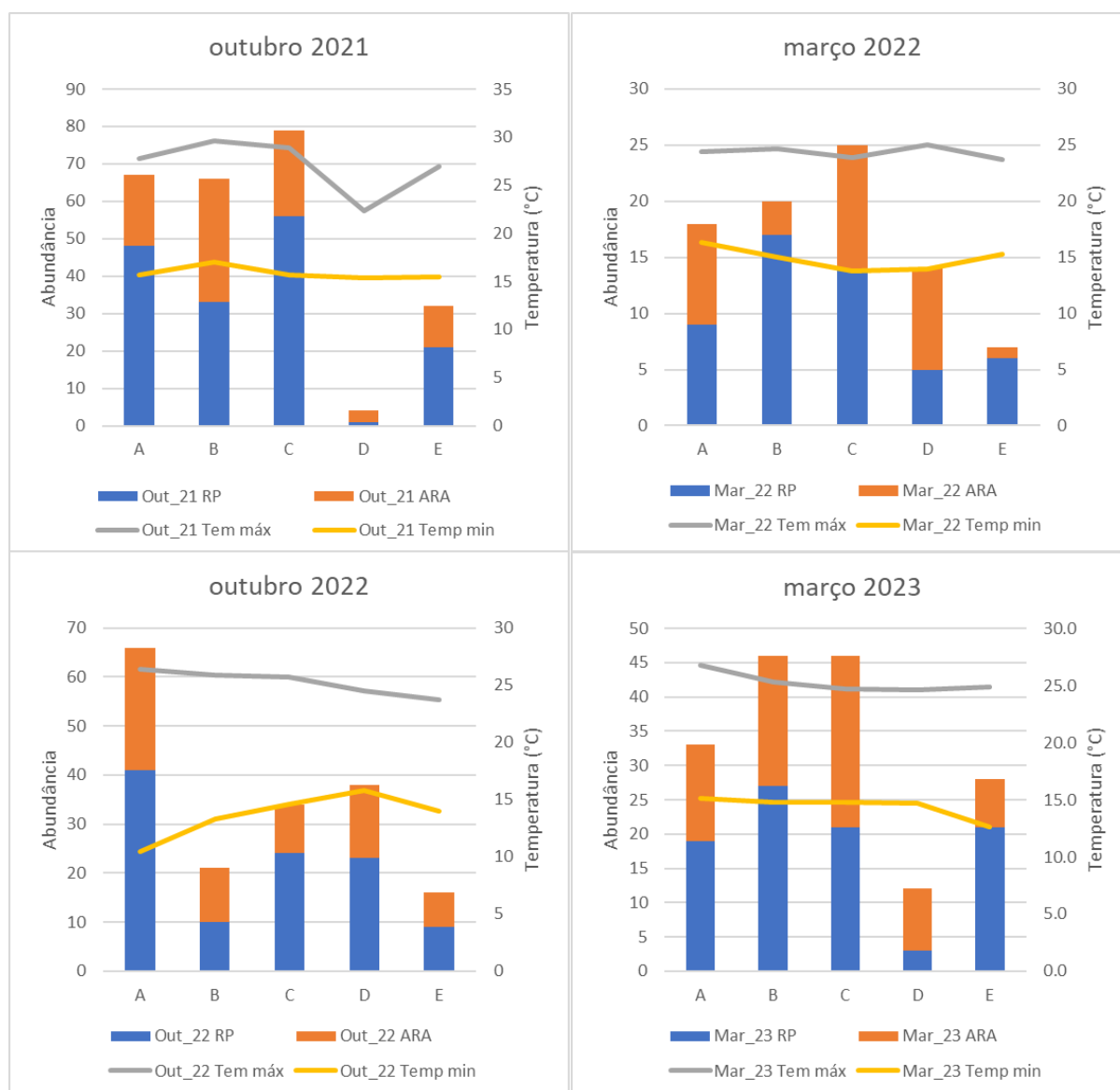


Figura 5. Abundância de abelhas das orquídeas coletadas no Parque Estadual do Rio Preto nos cinco capões (A-E) de cada área (RP e ARA). RP: área dentro do parque. ARA: área fora do parque. Temperatura mínima e temperatura máxima nos dias de coleta também são apresentados.

Foram analisadas as correlações entre temperaturas máxima e mínima (°C) e as abundâncias de machos em cada dia de coleta e obteve-se uma correlação positiva entre temperatura máxima (máxima $r = 0,85727$, $p < 0,0001$; mínima $r = 0,20596$, $p = 0,38366$) e abundância de machos (Figura 6).

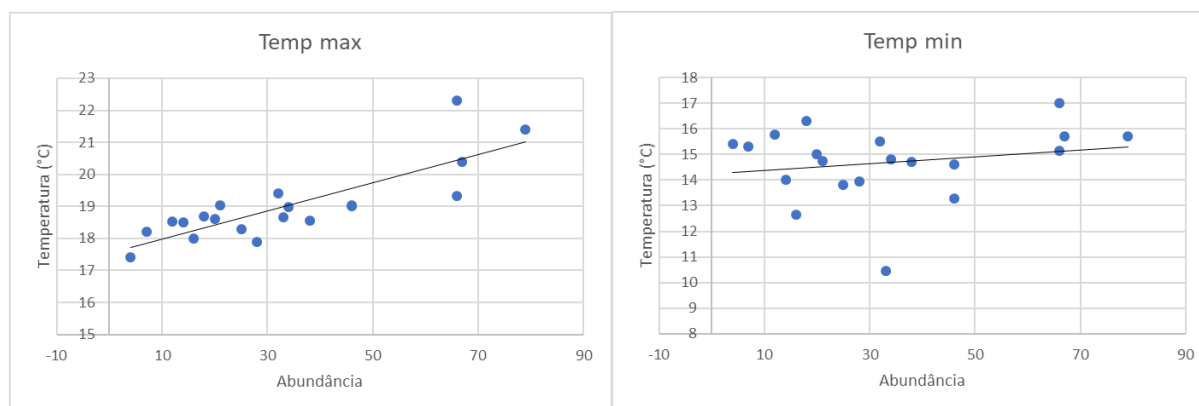


Figura 6. Relação entre abundância de machos de Euglossini coletados no Parque Estadual do Rio Preto e temperatura máxima e mínima no dia da coleta.

3.3. Estrutura de comunidade de Euglossini entre os capões e entre as campanhas de coleta

Analizamos a similaridade na composição de espécies na comunidade entre os capões considerando variáveis dicotômicas de presença-ausência de espécies pelos o índices de Dice-Sørensen e de abundância relativa além da riqueza de espécies pelo índice de Bray-Curtis (Figura 7). Com base no índice de Dice-Sørensen, observamos alta similaridade entre as comunidades de abelhas de todos os capões do parque com a formação de agrupamentos se apresentando de forma mais contínua. O índice de Bray-Curtis também resultou em pouca diferença de similaridade na formação dos grupos. No entanto, pode-se observar uma formação mais nítida de grupos em Bray-Curtis (grupos A, B e C) que em Dice-Sørensen. Esse resultado é corroborado pela análise de nMDS (Figura 8). Nesse caso, em Dice-Sørensen observamos uma distribuição mais homogênea das espécies entre grupos e capões e a presença de espécies exclusivas, como é o caso de *Eg. cordata* apenas em RPA. Já em Bray-Curtis, nota-se o deslocamento e concentração das espécies em direção aos grupos e capões onde houve maior abundância das mesmas, isolando o grupo A do grupo B/C (ANOSIM $p < 0,05$; Tabela suplementar 7 e 8) (Figura 8).

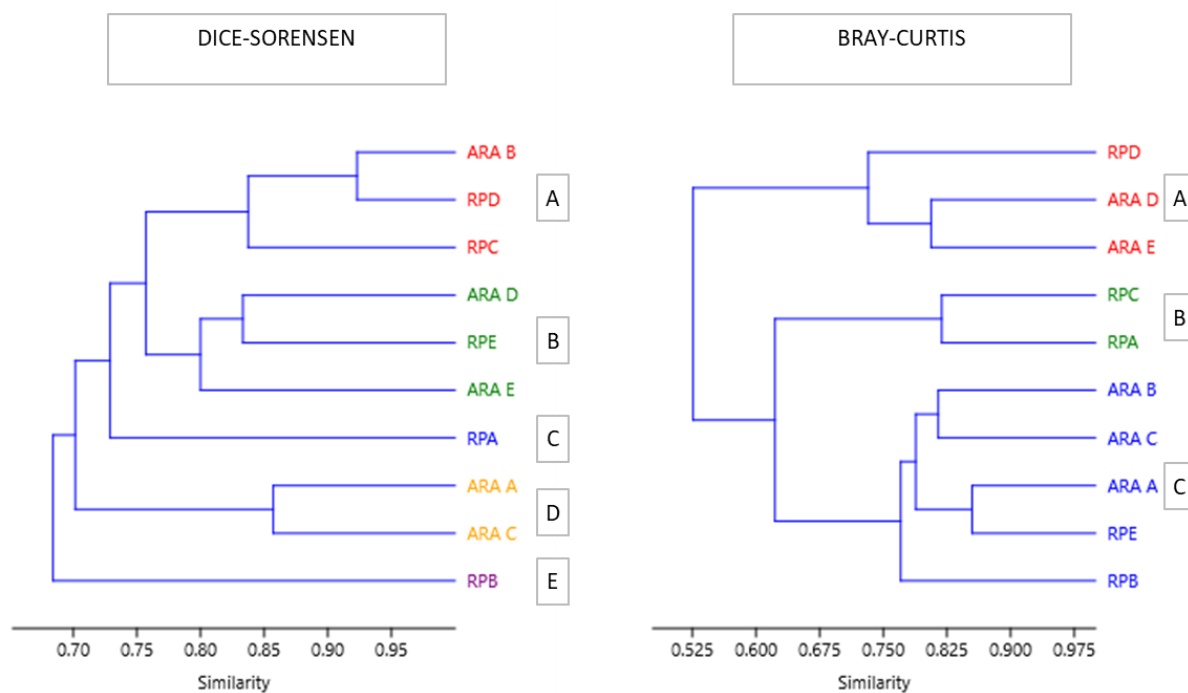


Figura 7. Dendrogramas de similaridade de Dice-Sørensen e de Bray-Curtis confeccionados a partir dos dados de presença/ausência e de de abundância relativa na captura de espécies de Euglossini em dez capões de mata em duas áreas na Chapada do do Couto no PERP. Método de ligação: UPGMA. Letras em frente aos ramos correspondem aos grupos formados.

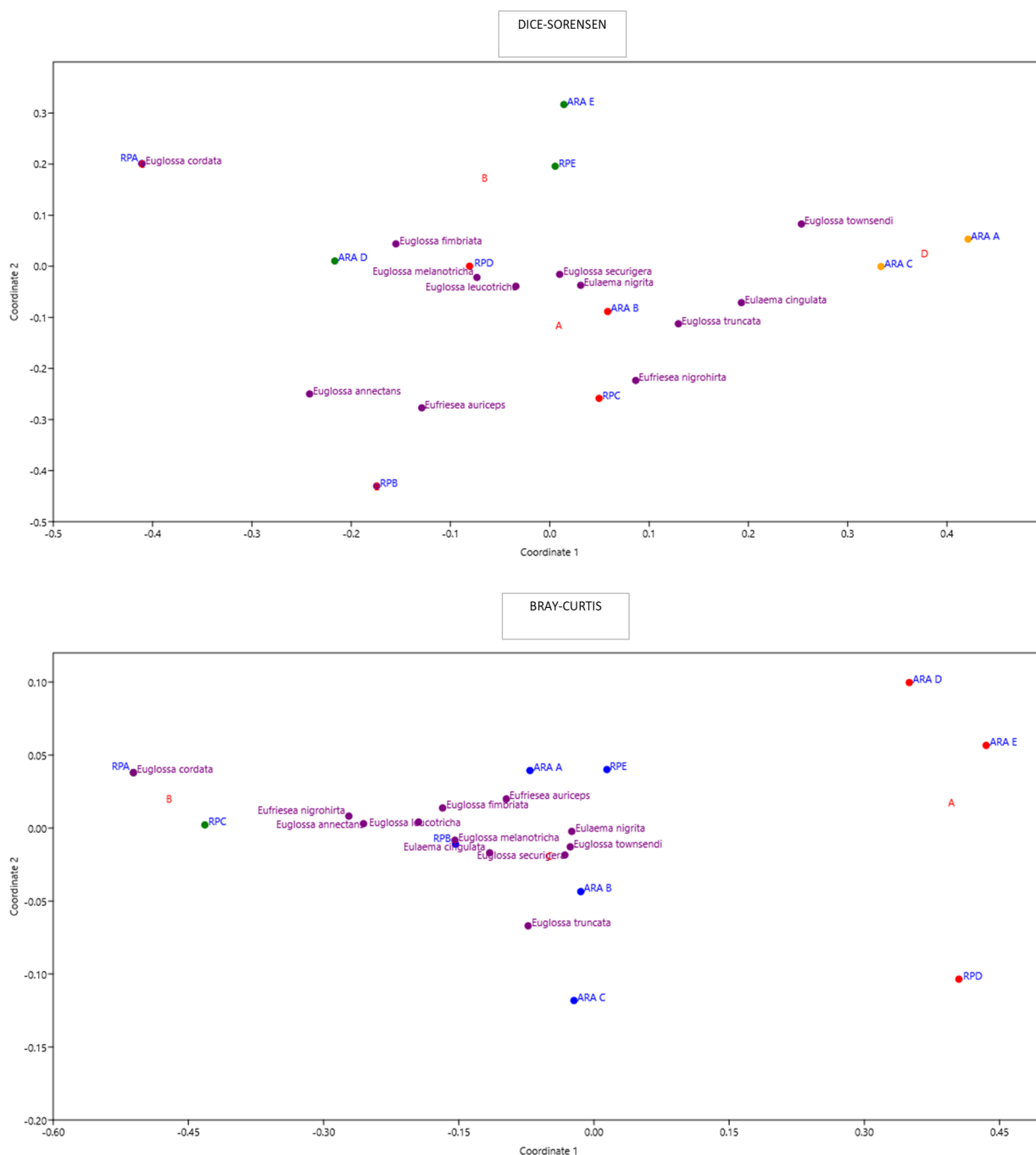


Figura 8. Análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para formação de agrupamentos pelo índice de Dice-Sørensen e Bray-Curtis. Os capões são apresentados de acordo com os agrupamentos A, B, C, D e E, em vermelho. As espécies amostradas são representadas em roxo e se distribuem ao longo dos agrupamentos de acordo com a riqueza e abundância relativa.

Ao se analisar a similaridade entre campanhas, aquelas realizadas no fim do período chuvoso (março) se agruparam, assim como aquelas realizadas no início do período chuvoso (outubro) (Figura 9). Esse agrupamento também pode ser observado pela análise de nMDS (Figura 10). Considerando apenas presença-ausência de espécies (Dice-Sørensen), as coletas realizadas em outubro de 2021 e outubro de 2022 apresentaram a maior similaridade. Além disso, a diferença de similaridade entre os grupos formados foi muito maior ($A = 94,74\%$; $B = 82,35\%$). Já, levando-se em consideração também abundância das espécies presentes (Bray-Curtis), os grupos tendem a ficar mais similares ($A = 65,72\%$ e $B = 66,67\%$) com as coletas realizadas em março de 2022 e março de 2023 apresentando a maior similaridade (Tabela suplementar 9). É possível também verificar pela análise NMDS o desacoplamento das espécies do gênero *Eufriesea*, com *Ef. nigrohirta* exclusiva para outubro, e *Ef. auriceps* encontrada somente em março (Figura 10).

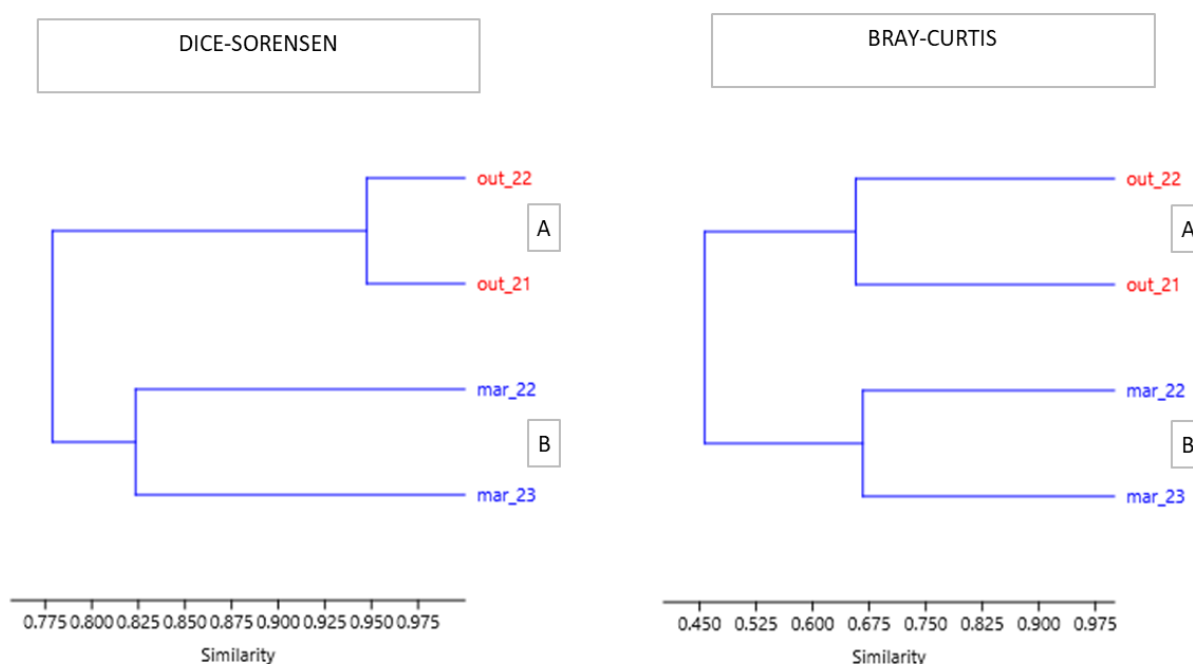


Figura 9. Dendrogramas de similaridade de Dice-Sørensen confeccionado a partir dos dados de presença e ausência e de Bray-Curtis confeccionado a partir de dados também de abundância relativa na captura de machos de Euglossini em dez capões de mata em duas áreas na Chapada do Couto no PERP, nas quatro campanhas (out_21, out_22, mar_22,

mar_23). Método de ligação: UPGMA. Letras em frente aos ramos correspondem aos grupos formados.

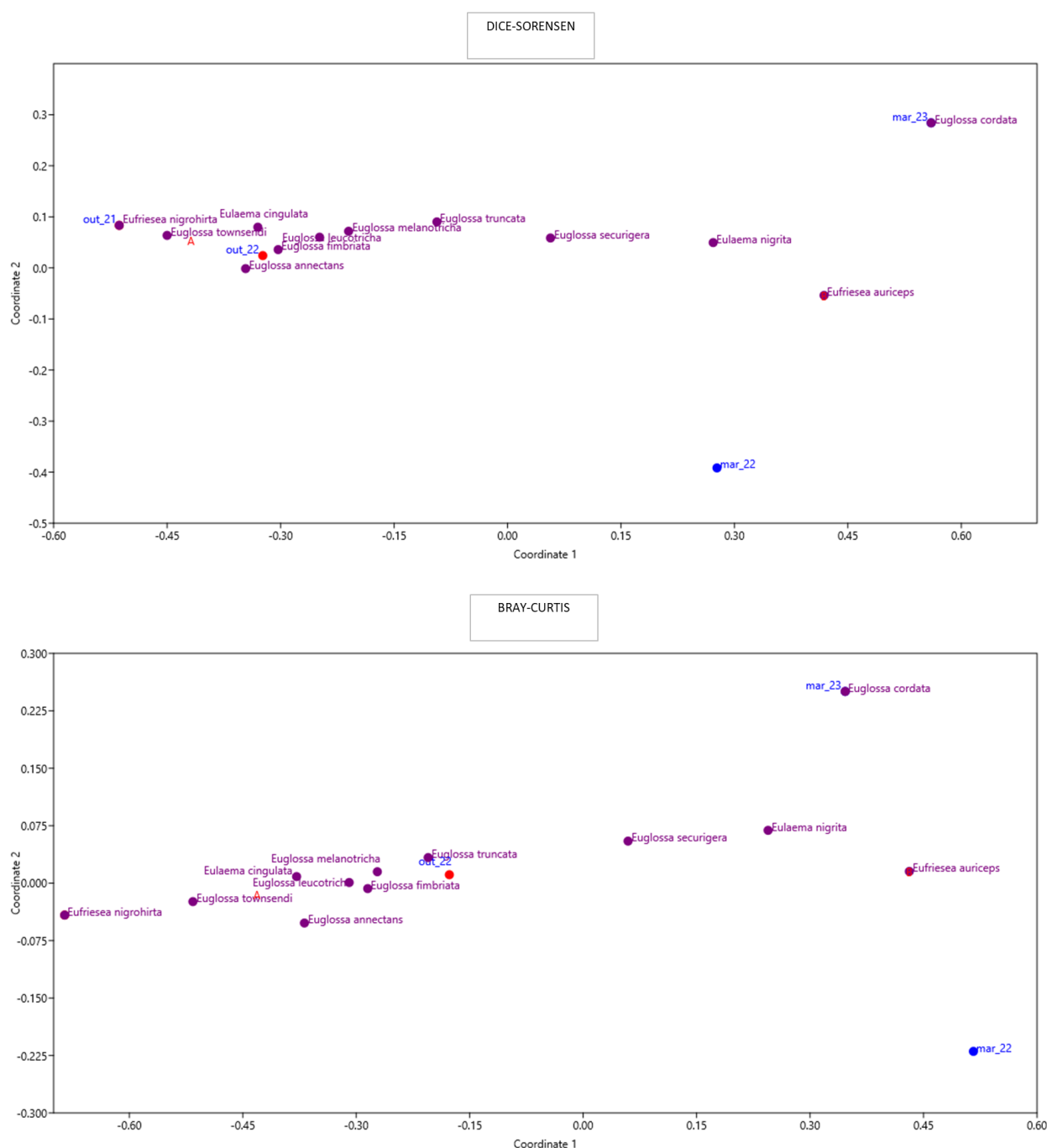


Figura 10. Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) para formação de agrupamentos pelo índice de Dice-Sørensen e Bray-Curtis dos machos de Euglossini. Além de apresentar os grupos formados, a análise ainda mostra o deslocamento das espécies em direção aos grupos e campanhas onde houve maior abundância das mesmas.

4. DISCUSSÃO

4.1. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossini em áreas de turfeiras do PERP

A amostragem de fauna de machos de abelhas das orquídeas da região de turfeiras de altitude do PERP (~1600 m) resultou em um total de 672 machos pertencentes a 12 espécies. Resultados obtidos por Viana et al. (2021), Antonini et al. (2016) e Nemésio e Faria Jr (2004) em áreas de menor altitude ao norte do PERP (~750 a 960 m) revelaram um total de 15 espécies para o parque. Com este trabalho, o total de espécies do PERP passa a ser 16, com *Euglossa cordata* sendo amostrada pela primeira vez na última campanha de amostragem. É possível que a riqueza seja ainda maior e que se encontre mais espécies à medida que se aumente o esforço amostral na região.

Os estudos realizados em áreas menos elevadas do PERP apresentaram riqueza maior (n=14 por Viana et al. 2021), semelhante (n=12 por Antonini et al. 2016) e menor (n=8 por Nemésio e Faria Jr., 2004) do que a riqueza aqui observada. Com estes dados, aparentemente, a riqueza de abelhas Euglossini não está relacionada às variações de altitude. Nemésio (2008), estudando o efeito da elevação (850 a 1350 m) sobre a fauna de abelhas-das-orquídeas, encontrou um número relativamente maior de abelhas nos locais mais baixos. No entanto, a riqueza não foi influenciada pela altitude dos sítios já que o número de espécies foi razoavelmente constante ao longo do gradiente (oito no sítio intermediário e sete nos dois sítios restantes). Da mesma forma, Santos et al. (2020) observaram que a riqueza de abelhas não mudou com gradientes de elevação (800 a 1400 m) e atribuíram esse fato à capacidade dessas espécies de abelhas de voar longas distâncias (Dressler 1982, Janzen 1971, Pokorny et al. 2015, Wikelski et al. 2010).

A altitude é um dos fatores que têm sido relatados como influência na abundância de Euglossini. Em coletas realizadas em um gradiente de elevação de 850 m a 1350 m, Nemésio (2008) observou uma abundância quase 10 vezes menor no sítio de maior altitude comparado ao sítio de menor altitude. Além disso, Santos et al. (2020) e Viana et al. (2021) encontraram menor abundância de abelhas com o aumento da altitude com a elevação sendo negativamente associada à abundância de abelhas. Aparentemente existe uma estreita relação entre a estrutura da vegetação e grandes altitudes e essas características podem influenciar as comunidades de abelhas das orquídeas (Santos et al. 2020). De fato, Viana et al. (2021) encontraram uma correlação negativa entre elevação e complexidade do hábitat

com maior abundância de abelhas em habitats mais complexos. O Cerrado possui vegetação mais densa e estratificada em altitudes mais baixas que vai se tornando mais curta e simples em habitats de altitude mais elevada, portanto, habitats menos elevados podem oferecer mais locais de nidificação devido à maior cobertura de plantas lenhosas (Mota et al. 2018). Além disso, a maioria das espécies de Euglossini está associada a ambientes florestais (Silveira et al. 2015). Aparentemente, o padrão geral de abundância reduzida em altitudes mais altas é verdadeiro para as abelhas das orquídeas (Nemésio 2008). Nas áreas de turfeiras, a maior parte é formada por campo limpo, e são os capões de mata que fornecem os sítios de nidificação e recursos florais. Em nosso estudo, um total de 672 machos coletados em um esforço de 1400 armadilhas (70/dia em 5 dias e 4 campanhas) é um número relativamente baixo quando comparamos com coletas utilizando as mesmas armadilhas na área de menor altitude do PERP: esforço de 525 armadilhas (três campanhas e metade das armadilhas usadas por dia) e 996 machos coletados (Viana et al. 2021). Desta forma, a abundância realmente é menor em altitudes maiores, necessitando um esforço amostral maior para conhecermos a fauna de euglossíneos.

As espécies encontradas aqui variaram com relação aos estudos em áreas de menor altitude no PERP. Machos de *Eg. amazonica*, *Eg. imperialis*, *Eg. violaceifrons* e *Ex. dentata* não foram capturados em áreas de turfeiras do PERP, porém foram registradas em altitudes menores (Viana et al. 2021, Antonini et al. 2016, Nemésio e Faria Jr. 2004). Não há registros conhecidos de *Eg. imperialis* em áreas acima de 1100 m (Nemésio 2008, Nemésio & Silveira 2010), portanto pode não ser encontrada na região sul do parque. Assim como outras espécies, *Ex. smaragdina* é rara em inventários, porém, é possível que seja encontrada na área do presente trabalho por ser cleptoparasita de ninhos de *El. nigrita* (Nemésio 2009), espécie comum na área. A única espécie que encontramos que foi exclusiva da área de turfeiras de altitude ao se comparar com as áreas menos elevadas foi *Eg. cordata*. Ela não foi encontrada no parque em áreas de menor altitude, porém é uma espécie de ampla distribuição, muito plástica, comum em inventários e vem sendo amostrada em diversas outras regiões do cerrado, além de ambientes perturbados (Alvarenga et al. 2007; Faria e Silveira 2011; Garraffoni et al. 2017; Santos et al. 2020; Silveira et al. 2014).

Houve diferença na abundância das abelhas entre as coletas no início e fim da estação chuvosa. Observamos que a variação da abundância acompanhou a variação da temperatura ao longo das campanhas e a abundância de abelhas foi positivamente correlacionada à temperatura. Viotti et al. (2013) também encontraram uma correlação

positiva entre temperatura e abundância. Aparentemente, a abundância de abelhas está relacionada à temperatura, o que está de acordo com a sazonalidade deste grupo, já que as abelhas das orquídeas são mais abundantes na estação quente e chuvosa (Ackerman 1983). Temperaturas mais altas podem influenciar na emergência de novas abelhas, na indução das plantas com flores e no melhoramento do pólen como fonte de alimento (Viotti et al. 2013). É interessante observar também que, mesmo com índices de similaridades diferentes (Dice-Sorensen para presença e ausência de Bray-Curtis para abundância relativa), campanhas realizadas nos mesmos períodos sazonais se agruparam.

A composição de espécies entre as campanhas também variou com *Eg. townsendi* e *Ef. nigrohirta* restritas ao início do período chuvoso e *Eg. cordata* e *Ef. auriceps* restritas ao final do período chuvoso. Isso foi evidenciado pelo deslocamento das espécies em direção aos pontos referentes às respectivas campanhas pela análise nMDS. Além disso, *Eg. leucotricha* e *El. nigrita* alternavam a dominância entre os períodos sazonais: campanhas de início do período chuvoso com predomínio de *Eg. leucotricha* e fim de período chuvoso com *El. nigrita* predominante. A maior abundância de *El. nigrita* nas campanhas de final do período chuvoso também foi observado por Viana et al. (2021) em áreas de menor altitude no PERP. Com coletas periódicas na mesma área de estudo das turfeiras, também é possível observar uma explosão de machos de *El. nigrita* em fevereiro (Viana et al. 2023). Além disso, Santos et al. (2020) também observaram maior abundância desta espécie na estação pós-chuvosa em outra região de Cerrado na Serra do Cipó. É possível que esse fato esteja relacionado a seu ciclo reprodutivo com grande quantidade de abelhas emergindo nesse período.

Eulaema nigrita foi uma das espécies observadas como mais abundantes neste trabalho. Ela é uma comum de áreas abertas (Silveira et al. 2014), de ambientes preservados, assim como de ambientes perturbados (Carneiro et al. 2022a; Viotti et al. 2013; Nemésio et al. 2015; Leão-Gomes e Vasconcelos 2023), características presentes nas áreas de estudo. Já foi demonstrado que enquanto algumas espécies de abelhas das orquídeas estão associadas ao interior de florestas (Silveira et al. 2014), outras, como *El. nigrita*, podem se beneficiar ou não ser afetadas pela perda de habitat (Silva e De Marco 2014). Elas são consideradas dominantes ou comuns em paisagens modificadas e com baixa cobertura florestal devido à sua plasticidade fenotípica e tolerância a mudanças na paisagem (Carneiro et al. 2021). Além disso, o tamanho corporal médio a grande dessas abelhas generalistas pode ser mais adequado para termorregular melhor em áreas mais quentes e secas, o que pode estar

relacionado ao aparente não efeito da estrutura da paisagem nas abundâncias dessa espécie (Silva e De Marco 2014).

Os machos de *Eg. leucotricha* foram os mais abundantes e ocorreram durante todo o período de amostragem. Tem-se percebido uma variação de dominância entre *Eg. leucotricha* e *Eg. melanotricha* no Bioma Cerrado com a variação da altitude. Observou-se machos de *Eg. melanotricha* como os mais abundantes em áreas de altitudes menores (Alvarenga et al. 2007; Faria & Silveira, 2011; Nemésio & Faria Jr., 2004; Santos et al. 2020; Viana et al. 2021). Dentre esses estudos, as duas espécies foram registradas em altitudes de 750 a 967 m ao norte do PERP (Viana et al. 2021) e de 800 a 1400 m na Serra do Cipó (Santos et al. 2020) com maior abundância dos machos de *Eg. melanotricha* em ambos. Por outro lado, as abelhas *Eg. leucotricha* foram registradas como mais abundantes à medida que a altitude aumenta e mais representativas em áreas de campo rupestre de altitude, acima de 1300 m (Viotti et al. 2013; Viana et al. 2023).

As espécies de *Eufriesea* aqui encontradas apresentaram baixa frequência de ocorrência (abundância de 0,6 % para *Ef. nigrohirta* e 0,6 % para *Ef. auriceps*). Esse gênero é considerado de distribuição restrita (Nemésio 2009) e raro em levantamentos de Euglossini (Viotti et al. 2013; Antonini et al. 2016) com a maior parte das espécies apresentando ocorrência em época quente/chuvosa (Ackerman 1983; Dressler 1982; Janzen et al. 1982; Viana et al. 2023; Viotti et al. 2013) sendo considerado altamente sazonal. Apesar disso, foram relativamente abundantes em outro estudo que fizemos na área de turfeira do PERP durante os meses chuvosos, chegando a quase 40 indivíduos em um único evento de amostragem (Viana et al. 2023). Neste estudo, como analisamos os meses chuvosos (outubro a fevereiro), ficou mais evidente o desacoplamento de ocorrência das duas espécies de *Eufriesea*, assim como no presente trabalho. Machos de *Ef. nigrohirta* foram capturados de novembro a fevereiro com maiores abundâncias entre o final de novembro e final de dezembro. Os machos de *Ef. auriceps*, por sua vez, foram amostrados entre dezembro e fevereiro com maiores abundâncias em dezembro e fevereiro. Essa diferença temporal na amostragem e nos picos de abundâncias é, aparentemente, devido a diferenças no início da atividade reprodutiva com *Ef. nigrohirta* iniciando antes de *Ef. auriceps*. Esse desacoplamento também foi observado em regiões de altitudes menores do PERP (Viana et al. 2021). Esses autores registraram *Ef. nigrohirta* no início e *Ef. auriceps* no fim da estação chuvosa, respectivamente. Além disso, Viotti et al. (2013) registraram essas espécies em outra área da SdEM com *Ef. auriceps* ocorrendo de novembro a fevereiro e *Ef. nigrohirta* representada por apenas dois machos coletados em dezembro. Tanto os

nossos dados quanto os de Viana et al. (2021, 2023) corroboram com a sazonalidade dessas espécies. Isto pode estar ocorrendo para evitar competição por recursos.

É importante destacar que de todas as espécies aqui coletadas, apenas *Ef. nigrohirta* é considerada endêmica para os campos rupestres com registros de associações entre esta abelha e plantas deste domínio (Nemésio 2005). De acordo com este autor, é uma abelha típica de altitudes relativamente altas, acima de 1000 m, do leste do Brasil, geralmente encontrada em “campos rupestres”, uma vegetação aberta com árvores esparsas e baixas (Nemésio e Bembé 2008). Essa é uma consideração importante já que algumas espécies de Euglossini parecem estar associadas a maiores altitudes (Nemésio 2008; Nemésio et al. 2015) ou a locais de maiores latitudes, onde a temperatura é mais baixa, como é o caso de *Eg. annectans* (nomeada como *Eg. stellfeldi* por esse autor). Santos et al. (2020) também observaram aumento dessa espécie ao longo do gradiente de elevação (presente de 900 m a 1200 m). No sudeste do Brasil, essa espécie não é encontrada abaixo de 500 m de altitude e é comum acima de 850 m, além de também ocorrer ao nível do mar nos estados costeiros do Paraná e Santa Catarina, que se encontram em latitudes mais altas (Nemésio 2008). Santos et al. (2020) sugerem priorizar o estudo desses organismos de regiões montanhosas já que o aquecimento global é um dos fatores associados ao desaparecimentos das abelhas (Kerr et al. 2015) e as regiões montanhosas são as primeiras a sofrerem alterações devido às mudanças climáticas reduzindo as populações de espécies mais vulneráveis ou mesmo levando à extinção aquelas restritas a faixas de altitude mais elevadas.

4.2. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossini entre áreas protegidas e desprotegidas do PERP

Observamos diferenças entre as duas áreas amostradas, protegida (RP) e não protegida (ARA) do PERP com relação à abundância de machos de Euglossini, mas não com relação à riqueza e diversidade.

As duas áreas estudadas são muito próximas entre si, com a distância máxima entre os capões de cerca de 3 km e a mínima de 0,1 km (ARAA-ARAB). Apesar disso, RP apresentou maior abundância de machos, o que evidencia a influência da alteração do habitat por atividades antrópicas na quantidade de indivíduos na localidade. Sabe-se que, de forma geral, existe uma maior riqueza de plantas nas áreas dentro do parque comparadas à área antropizada e muitas das famílias, como Clusiaceae, Fabaceae e Melastomataceae, encontradas próximas aos capões (Pataca et al. 2023) são importantes fontes florais para

Euglossini (Cortopassi-Laurino et al. 2009). Além disso, as comunidades de Euglossini se estruturam em pequena escala em locais favoráveis para a nidificação (Armbruster 1993; Carneiro et al. 2022b) e respondem localmente à distribuição e qualidade de recursos (Carneiro et al. 2022b) que podem ser alterados ou diminuídos pelos impactos antrópicos presentes na área não protegida.

Embora as áreas úmidas da SdEM sejam importantes para a preservação da biodiversidade e prestação de diversos serviços ecossistêmicos, elas sofrem historicamente com frequentes impactos antrópicos, como o extrativismo mineral e vegetal, o pisoteio animal e práticas de queimadas para estimular a rebrota do capim (Mendonça Filho et al. 2022). Além disso, sabe-se que diferenças na comunidade de abelhas podem ser devidas a diferenças na perturbação da vegetação e no nível de complexidade do habitat (Lourenço et al. 2020). Um efeito semelhante pode ser observado em regiões de Floresta Atlântica sob pressão da paisagem relacionada ao uso de terras agrícolas para cafeicultura (Carneiro et al. 2022a) ou em pastagens, plantações de soja ou eucalipto no domínio Cerrado (Leão-Gomes e Vasconcelos 2023). Nessas regiões, observou-se diminuição da abundância de abelhas Euglossini em áreas florestais cercadas por uma alta porcentagem de cobertura de café, o que foi relacionado à perda e substituição da cobertura florestal por monoculturas com baixa ou nenhuma atratividade floral para essas abelhas. Visualmente, é possível constatar a presença das estruturas de capões de mata e do campo limpo em seu entorno nas duas áreas amostradas com ARA apresentando características de complexidade de habitat necessárias, principalmente dos capões, para o fornecimento de recursos de nidificação e alimentação para as abelhas. Apesar disso, mesmo pequenas perturbações oriundas das ações antrópicas em ARA foram suficientes para causar diferenças na abundância entre RP e ARA. Além disso, os machos de *El. nigríta* foram mais abundantes em ARA e contribuíram para a maior abundância de abelhas de maior porte na área fora do parque.

As riquezas similares de Euglossini entre as áreas é esperada pela grande capacidade de dispersão dessas abelhas (Dressler 1982, Janzen 1971, Pokorny et al. 2015, Wikelski et al. 2010), o que promove a capacidade de colonização do espaço ao longo do tempo pelas espécies de Euglossini. Já foi observado que a diminuição da riqueza está relacionada à diminuição da cobertura florestal (Carneiro et al. 2022a) e da complexidade do hábitat (Viana et al. 2021). Porém, aparentemente, apesar das perturbações antrópicas presentes na região fora da área do parque terem sido suficientes para produzir uma diferença na abundância entre as duas áreas, elas não foram suficientes para diminuir a complexidade de hábitat e cobertura florestal de modo que afetasse o número de espécies presentes na região.

A composição de Euglossini nas duas áreas estudadas no parque foi ligeiramente diferente. Dez espécies foram comuns aos dois locais e apenas RP apresentou espécies exclusivas: *Eg. annectans* e *Eg. cordata*.

Observamos que os capões amostrados no parque possuem similaridades semelhantes mesmo sendo analisados por índices diferentes já que ambos os índices levam a riqueza em consideração, apesar de Bray-Curtis considerar também abundância relativa. Isso resultou em um dendrograma mais contínuo em Dice-Sorensen e uma formação de grupos um pouco mais evidente em Bray-Curtis. Esse fato corrobora nossos achados de riqueza com a ausência de diferença estatística entre as áreas amostradas com ambas apresentando a mesma riqueza independente do grau de degradação entre elas.

Os capões variam em sua área de 2224,41 m² (ARAE) a 87229,5 m² (RPB). O capão RPA, foi o que apresentou maior abundância (117) e RPC maior riqueza (9). O capão que apresentou menor abundância (26) e riqueza (4) foi ARA-E. Aparentemente, não há relação entre a área do capão e a riqueza e/ou abundância, já que não verificamos uma correlação entre abundância ou riqueza com o tamanho do capão. Nemésio e Silveira (2007) encontraram uma correlação positiva entre o tamanho do fragmento e a abundância, mas não com a riqueza de espécies, embora tenha sido sugerida a influência do tamanho do fragmento sobre a riqueza. Fragmentos maiores podem fornecer mais nichos para as abelhas Euglossini, como sítios para nidificação e recursos florais (Knoll e Penatti 2012). No entanto, os dados aqui apresentados não corroboram tal correlação. Além disso, Nemésio & Silveira (2010), estudando fragmentos florestais de diferentes tamanhos e formas, não encontraram correlação entre essas características ou razão área/perímetro e a abundância e riqueza, mas foram positivamente correlacionadas com o tamanho das áreas centrais. Esses resultados podem sugerir que a conservação das abelhas das orquídeas requer a preservação dos fragmentos com as maiores áreas centrais possíveis e nem o tamanho e nem a forma isoladamente (relação área/perímetro) parecem ser bons indicadores do valor de um determinado fragmento para sustentar diversas e abundantes faunas de abelhas das orquídeas.

Em conclusão, as ações antrópicas estão relacionadas à diminuição de abundância, mas não influenciaram a riqueza entre as duas áreas amostradas (RP e ARA) no PERP. Ao contrário, não houve diferença de riqueza das espécies de euglossíneos.

Abelhas atuam como polinizadores importantes em áreas abertas (Antonini et al. 2005) podendo fornecer importantes serviços ecossistêmicos de polinização em campos rupestres e capões de mata como as áreas de altitude do PERP. De fato, espécimes foram

capturadas apresentando polínias aderidas ao tórax expondo seu papel polinizador em Orchidaceae. Além disso, estudos anteriores demonstraram que as abelhas das orquídeas estão envolvidas com a polinização de outras famílias de plantas com flores (Cortopassi-Laurino et al. 2009) exibindo importante papel no fluxo gênico dos ecossistemas.

Apesar dos estudos para Apidae como um todo serem bem representativos no Bioma Cerrado (Pereira et al. 2021b), ainda há muito a ser estudado para as abelhas das orquídeas principalmente em regiões conservadas e pouco estudadas de biomas altamente ameaçados. Os estudos para essa tribo são poucos no Cerrado e ainda mais raros nas regiões das turfeiras de montanhas. Esses levantamentos são fundamentais para evitar a falta futura de dados de história natural e de registros de ocorrência de espécies nos biomas. Além disso, o monitoramento de abelhas nos locais já pesquisados é incentivado para investigar mudanças temporais nas assembleias de abelhas, como declínio populacional, impactos de mudanças no uso da terra e mudanças climáticas. Finalmente, salientamos a grande necessidade de proteção das áreas de cerrado e de turfeiras por Unidades de Conservação, visto que as abelhas Euglossini respondem negativamente às ações antrópicas. Além disso, a preservação das abelhas das orquídeas é fundamental para garantir os serviços ecossistêmicos de polinização e manutenção do fluxo gênico das espécies de diversas famílias vegetais nativas as quais visitam. Esses dados corroboram o papel significativo dessas abelhas para manutenção e sucesso reprodutivo de muitas espécies vegetais relacionadas aos ambientes de turfeiras tropicais de montanha contribuindo para a manutenção desse relevante ecossistema.

REFERÊNCIAS

Abreu-Filho AP, Barral UM, Costa CR, Gomes IR, Viana AJS, Tassinari D, Vidal-Torrado P, Silva AC (2021) Os solos e a evolução de paisagens na Serra do Espinhaço Meridional, Brasil. *Revista Espinhaço* 10:2-24. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5083372>

Ackerman JD (1983) Diversity and seasonality of male euglossine bees (Hymenoptera Apidae) in central Panama. *Ecology* 64:274–283

- Alvarenga PEF, Freitas RF, Augusto SC (2007) Diversidade de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em áreas de cerrado do triângulo mineiro, MG. *Biosci J* 23:30–37
- Andena SR, Bego LR, Mechi MR (2005) A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de Cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores. *Rev Bras de Zoociências* 7(1): 55-91.
- Antonini Y, Silveira RA, Oliveira M, Martins C, Oliveira R (2016) Orchid bee fauna responds to habitat complexity on a savanna area (Cerrado) in Brazil. *Sociobiology* 63(2):819–825. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v63i2.1038>
- Antonini Y, Souza HG, Jacobi CM, Mury FB (2005) Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotrop Entomol* 34:555–564. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400004>
- Armbruster WS (1993) Within-habitat heterogeneity in baiting samples of male euglossine bees: possible causes and implications. *Biotropica* 25:122–128. <https://doi.org/10.2307/2388986>
- Ascher JS, Pickering J (2020) Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species. Accessed 02 Oct 2023
- Ayasse M. (2023) Chemical ecology: Male orchid bees attract females with environmental-derived perfumes in courtship display. *Curr Biol* 33:R405-R407. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.04.016>
- Bispo DFA, Silva AC, Christofaro C, Silva MLN, Barbosa MS, Silva BPC, Barral UM, Fabris JD (2016) Hydrology and carbon dynamics of tropical peatlands from Southeast Brazil. *Catena* 143:18–25. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.03.040>
- Carneiro LS, Aguiar WM, Priante CF, Ribeiro MC, Frantine-Silva W, Gaglianone MC (2021) The interplay between thematic resolution, forest cover, and heterogeneity for

explaining Euglossini bees community in an agricultural landscape. *Front Ecol Evol* 9: 628319. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.628319>

Carneiro LS, Frantine-Silva W, de Aguiar WM, Melo GA, Ribeiro MC, Sofia SH, Gaglianone MC (2022a) Coffee cover surrounding forest patches negatively affect Euglossini bee communities. *Apidologie* 53:42. <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00952-3>

Carneiro LS, Ribeiro MC, Aguiar WM, Priante CF, Frantine-Silve W, Gaglianone MC (2022b) Orchid bees respond to landscape composition differently depending on the multiscale approach. *Landsc Ecol* 37:1587–1601. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01442-8>

Cortopassi-Laurino M, Zillikens A, Steiner J (2009) Pollen sources of the orchid bee *Euglossa annectans* Dressler 1982 (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) analyzed from larval provisions. *Gen Mol Res* 8(2):546-556.

D'Avila M, Marchini LC (2008) Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerrado em Itirapina, SP *Cienc Florest* 18(2):271-279 <http://dx.doi.org/10.5902/19805098465>

Dodson CH. (1962) Pollination and variation in the subtribe Catasetinae (Orchidaceae). *Ann Missouri Bot Gard* 49:35–57. <https://doi.org/10.2307/2394740>

Dodson CH, Dressler RL, Hills HG, Adams RM, Williams NH (1969) Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science* 164:1243–1249. <https://doi.org/10.1126/science.164.3885.1243>

Dressler RL (1982) Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annu Rev Ecol Syst* 13(1):373–394. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.002105>

Eltz T, Bause C, Hund K, Quezada-Euan JJG, Pokorny T (2015) Correlates of perfume load in male orchid bees. *Chemoecology* 25:193-199. <https://doi.org/10.1007/s00049-015-0190-9>

Faria LRR, Silveira FA (2011) The orchid bee fauna (Hymenoptera, Apidae) of a core area

of the Cerrado, Brazil: the role of riparian forests as corridors for forest-associated bees. *Biota Neotrop* 11:87–94. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400009>

Garraffoni ARS, Moura FR, Lourenço AP (2017) Areas of endemism in the Atlantic Forest: quantitative biogeography insights from orchid bees (Apidae: Euglossini). *Apidologie* 48(4):513–522. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0494-6>

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron* 4:1–9

Horák-Terra I, Martínez Cortizas A, Luz CFP, Rivas López P, Silva AC, Vidal-Torrado P (2015). Holocene climate change in central-eastern Brazil reconstructed using pollen and geochemical records of Pau de Fruta mire (Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais). *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 437:117–131. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.07.027>.

Instituto Estadual de Florestas (IEF) (2020) Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Preto. Diamantina, IEF. 44p. online version <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/196?task=view> Accessed on: 03/05/2022

Janzen DH (1971) Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science* 171(3967):203–205. <https://doi.org/10.1126/science.171.3967.203>

Janzen DH, De Vries PJ, Higgins ML, Kimsey LS (1982) Seasonal and site variation in Costa Rican euglossine bees at chemical baits in lowland deciduous and evergreen forests. *Ecology* 63(1):6–74. <https://doi.org/10.2307/1937032>

Kerr JT, Pindar A, Galpern P, Packer L, Potts SG, Roberts SM, Rasmont P, Schweiger O, Colla SR, Richardson LL, Wagner DL, Gall LF, Sikes DS, Pantoja A (2015) Climate change impacts on bumblebees converge across continents. *Science* 349(6244):177–180. <https://doi.org/10.1126/science.aaa7031>

Knoll FRN, Penatti NC (2012) Habitat fragmentation effects on the orchid bee communities in remnant forests of southeastern Brazil. *Neotrop Entomol* 41:355-365. <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0057-5>

Kroodsma DE (1975) Flight distances of male euglossine bees in orchid pollination. *Biotropica* 7:71–72. <https://doi.org/10.2307/2989803>

Leão-Gomes B, Vasconcelos HL (2023) Land-use changes in a neotropical biodiversity hotspot and its effects on Euglossini bees. *J Insect Conserv* 27:87–96. <https://doi.org/10.1007/s10841-022-00428-w>

Lopez-Urbe MM, Oi CA, Del Lama MA (2008) Nectar-foraging behavior of Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in urban areas. *Apidologie* 39(4):410–418. <https://doi.org/10.1051/apido:2008023>

Lourenco AP, Santos APM, Checon HH, Costa MR, Assis Junior SL (2020) Cavity-nesting bee communities in areas with different levels of vegetation disturbance. *Stud Neotrop Fauna Environ* 00:1–13. <https://doi.org/10.1080/01650521.2019.1710334>

Mendonça Filho CV, Costa FN, Machado ELM, Gonzaga AP, Lourenço AP, Oliveira CNS, Moura CC, Fonseca SN, Costa TR, Rech AR (2022) Biodiversidade. In: Silva AC, Rech AR, Tassinari D (Orgs.), *Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: serviços ecossistêmicos, interações bióticas e paleoambientes*. Curitiba: Appris, p. 81-105.

Mota GS, Luz GR, Mota NM, Coutinho ES, Veloso MdDM, Fernandes GW, Nunes YRF (2018) Changes in species composition, vegetation structure, and life forms along an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in south-eastern Brazil. *Flora* 238:32–42. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.010>

Moure JS, Melo GAR, Faria Jr. LRR (2012) Euglossini Latreille, 1802. In Moure JS, Urban D, Melo GAR (Orgs). *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region*. <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed 02 Oct 2023

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>

Nemésio A (2005) Description of the male *Eufriesea nigrohirta* (Friese, 1899) (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) with comments on the holotype, species biology and distribution. *Lundiana* 6:41–45. <https://doi.org/10.35699/2675-5327.2005.22024>

Nemésio A (2008) Orchid bee community (Hymenoptera, Apidae) at an altitudinal gradient in a large forest fragment in southeastern Brazil. *Rev Bras Zoociências* 10(3):249–256

Nemésio A (2009) Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. *Zootaxa* 2041(1):1–242. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2041.1.1>

Nemésio A, Faria LR Jr (2004) First assessment of the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. *Lundiana* 5(2):113–117

Nemésio A, Silveira FA (2007) Orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) of Atlantic Forest fragments inside an urban area in southeastern Brazil. *Neotrop Entomol* 35: 186–191. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000200003>

Nemésio A, Silveira, FA (2010) Forest fragments with larger core areas better sustain diverse orchid bee faunas (Hymenoptera: Apidae: Euglossina). *Neotrop Entomol* 39(4): 555–561. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400014>

Nemésio A, Bembé B (2008) A new species of *Eufriesea* from Bolivia, and rearrangement of the *Eufriesea auripes* species group (Hymenoptera: Apidae). *Spixiana* 31:241–246

Nemésio A, Santos LM, Vasconcelos HL (2015) Long-term ecology of orchid bees in an urban forest remnant. *Apidologie*. 46:359–368. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0328-8>

Opedal ØH, Martins AA, Marjakangas EL (2020) A database and synthesis of euglossine bee assemblages collected at fragrance baits. *Apidologie* 51:519–530.

<https://doi.org/10.1007/s13592-020-00739-4>

Pataca LC, Silva AC, Rech AR, Lourenço AP, Costa DB, Tassinari D, Machado E LM, Costa FN, Paula LMP de, Antonini Y, Mendonça Filho CV (2023) Temporalidade da floração em áreas de campo limpo seco e úmido na Chapada do Couto, Serra do Espinhaço Meridional-MG, Brasil. *Revista Espinhaço* 12(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7810587>

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA (2007) Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol Earth Syst Sci* 11: 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

Pereira BE, Sandrini JG, Nesi KM, Mussak J, Harter-Marques B (2021a). A fauna de abelhas em unidades de conservação no Brasil: o que sabemos? p.456-476. <http://dx.doi.org/10.18616/planar22>

Pereira FW, Gonçalves RB, Ramos Kd (2021b). Bee surveys in Brazil in the last six decades: a review and scientometrics. *Apidologie* 52:1152-1168 <https://doi.org/10.1007/s13592-021-00894-2>

Pokorny T, Loose D, Dyker G, Quezada-Euán JJG, Eltz T (2015) Dispersal ability of male orchid bees and direct evidence for long-range flights. *Apidologie* 46:224-237. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0317-y>

Pokorny T, Vogler I, Losch R, Schlütting P, Juarez P, Bissantz N, Ramírez SR, Eltz T (2017) Blown by the wind: the ecology of male courtship display behavior in orchid bees. *Ecology* 98(4):1140-1152. <https://doi.org/10.1002/ecy.1755>

Ramirez S (2005) *Euglossa paisa*, a new species of orchid bee from the Colombian Andes (Hymenoptera: Apidae). *Zootaxa* 1065:51–60. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1065.1.3>

Rebêlo JMM, Moure JS (1995). As espécies de *Euglossa* Latreille do nordeste de São Paulo (Apidae, Euglossinae). *Rev Bras Zool* 12(3):445–466. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000300001>

Santos FM, Beiroz W, Antonini Y, Martén-Rodríguez S, Quesada M, Fernandes GW (2020) Structure and composition of the euglossine bee community along an elevational gradient of rupestrian grassland vegetation. *Apidologie* 51(4):675–687. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00752-7>

Silva AC (2022) Fisiografia da Serra do Espinhaço Meridional. In: Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional : serviços ecossistêmicos, interações bióticas e paleoambientes (1ª ed.). Curitiba: Appris. 25-32.

Silva AC, Horák I, Cortizas AM, Vidal-Torrado P, Racedo JR, Graziotti PH, De Barros Silva E, Ferreira CA (2009) Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional-MG: I-caracterização e classificação. *Rev Bras Ciênc Solo* 33:1385-1398. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500030>

Silva AC, Matosinhos CC, Barral UM, Tassinari D (2022a) Serviços Ecossistêmicos. In: Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: serviços ecossistêmicos, interações bióticas e paleoambientes (1ª ed.). Curitiba: Appris. 49-79.

Silva AC, Rech AR, Tassinari D (2022b) Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: serviços ecossistêmicos, interações bióticas e paleoambientes (1ª ed.). Curitiba: Appris, 2022.

Silva DP, De Marco P (2014) No Evidence of Habitat Loss Affecting the Orchid Bees *Eulaema nigrata* Lepeletier and *Eufriesea auriceps* Friese (Apidae: Euglossini) in the Brazilian Cerrado Savanna. *Neotrop Entomol* 43:509–518. <https://doi.org/10.1007/s13744-014-0244-7>

Silva-Pereira VS, Santos GMM (2006) Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “Campos Rupestres”, Bahia, Brazil. *Neotrop Entomol* 35: 165-174 <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000200003>

Silveira FO, Negreiros D, Barbosa NU, Buisson E, Carmo F, Carstensen D, Conceição A, Cornelissen T, Echternacht L, Fernandes GW, Garcia Q, Guerra T, Jacobi C, Lemos-Filho J,

Le Stradic S, Morellato L, Neves F, Oliveira R, Schaefer C, Viana P, Lambers H (2015) Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant Soil* 403:129–152. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>

Silveira GC, Freitas RF, Tosta THA, Rabelo LS, Gaglianone MC, Augusto SC (2014) The orchid bee fauna in the Brazilian savanna: do forest formations contribute to higher species diversity? *Apidologie* 46:197–208. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0314-1>

Storck-Tonon D, Morato EF, Melo AWF, Oliveira ML (2013) Orchid Bees of forest fragments in Southwestern Amazonia. *Biota Neotrop.* 13 (1) 133–141. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000100015>

Viana RTS, Silva LF, Antonini Y, Lourenço AP (2023) Assembleia de abelhas de orquídeas (Apidae: Euglossini) em ecossistema de turfeiras de montanha durante período chuvoso. *Revista Espinhaço* 12 (1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7810647>

Viana TA, Martins FM, Lourenço AP (2021). The Orchid Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) of a Neotropical Savanna: an Efficient Protocol to Assess Bee Community and Diversity Along Elevational and Habitat Complexity Gradients. *Neotrop Entomol* 50(5):748–758. <https://doi.org/10.1007/s13744-021-00899-7>

Viotti MA, Moura FR, Lourenço AP (2013). Species diversity and temporal variation of the orchid-bee fauna (Hymenoptera, Apidae) in a conservation gradient of a rocky field area in the Espinhaço Range, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Neotrop Entomol* 42(6): 565-575. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0164-y>

Weber MG, Mitko L, Eltz T, Ramírez SR (2016). Macroevolution of perfume signalling in orchid bees. *Ecology Letters* 19:1314-1323. <https://doi.org/10.1111/ele.12667>

Wikelski M, Moxley J, Eaton-Mordas A, López-Urbe MM, Holland R, Moskowicz D, Roubik DW, Kays R (2010). Large-range movements of neotropical orchid bees observed via radio telemetry. *Plos One* 5: e10738. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010738>

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela suplementar 1. Distâncias em metros entre os capões (RP A – RP E - dentro do Parque e ARA A – ARA E - fora do Parque) utilizados nas coletas de abelhas das orquídeas em área de turfeira de altitude no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

	RPA	ARAA	RPB	ARAB	RPC	ARAC	RPD	ARAD	RPE	ARAE
RPA	0	1304,55	473,69	1339,31	721,57	2143,51	971,9	1522,1	1183,63	935,49
ARAA		0	1.834,78	126,09	1.343,13	1.137,19	468,29	862,67	2.377,89	1.742,32
RPB			0	1.834	963,83	2.622,48	1.469,60	1.910,90	895,91	1.002,63
ARAB				0	1.484,54	1.274	633,61	630,8	2.481,40	1.881,86
RPC					0	1.730,30	825,36	1.964,11	1.014,92	328,09
ARAC						0	1.071,30	1.983,12	2.814,49	2.054,06
RPD							0	1.268,66	1.889,25	1.225,79
ARAD								0	2.784,26	2.325,85
RPE									0	713,95
ARAE										0

Tabela suplementar 2. Características dos capões (RP A – RP E - dentro do Parque e ARA A – ARA E - fora do Parque) utilizados nas coletas de abelhas das orquídeas em área de turfeira de altitude no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

	Área (m ²)	Características Gerais
RPA	4127,95	Capão circular adjacente à construção utilizada como alojamento. Possui curso d'água.
ARAA	10466,6	Capão não circular em área fora do parque sob influência antrópica
RPB	87229,5	Grande capão não circular localizado em área de declive com pontos de coleta afastados de sua borda. Possui curso d'água.
ARAB	18342,63	Capão não circular em área fora do parque sob influência antrópica
RPC	2991,21	Capão não circular em área dentro do parque
ARAC	9487,76	Capão circular em área fora do parque sob influência antrópica
RPD	2979,99	Pequeno capão dividido em duas subunidades circulares
ARAD	3555,2	Capão circular em área fora do parque sob influência antrópica
RPE	13038,01	Capão circular com uma pequena subunidade
ARAE	2224,41	Capão não circular em área fora do parque sob influência antrópica

Tabela suplementar 3. Coordenadas geográficas e altitude de cada ponto dos capões (RP A – RP E - dentro do Parque e ARA A – ARA E - fora do Parque) utilizados nas coletas de abelhas das orquídeas em área de turfeira de altitude no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

RP				ARA			
A	1	18°13'49.7"S 43°19'39.7"W	1.557m	1	18°13'55.6"S 43°18'54.7"W	1.634m	
	2	18°13'49"S 43°19'40.9"W	1.556m	2	18°13'54.3"S 43°18'54.9"W	1.639m	
	3	18°13'47.6"S 43°19'40.2"W	1.561m	A 3	18°13'53.2"S 43°18'54.4"W	1.636m	
	4	18°13'47.7"S 43°19'39.2"W	1.554m	4	18°13'52.6"S 43°18'53.7"W	1.635m	
	5	18°13'48.9"S 43°19'38.9"W	1.552m	5	18°13'52.8"S 43°18'52.3"W	1.632m	
B	1	18°13'42.5"S 43°19'55.7"W	1.555m	1	18°13'48.6"S 43°18'52.7"W	1.638m	
	2	18°13'43.9"S 43°19'56.7"W	1.534m	2	18°13'47.5"S 43°18'53.3"W	1.644m	
	3	18°13'45"S 43°19'57.2"W	1.544m	B 3	18°13'46.2"S 43°18'53.4"W	1.648m	
	4	18°13'46.2"S 43°19'57.2"W	1.529m	4	18°13'45.2"S 43°18'52.7"W	1.648m	
	5	18°13'47.1"S 43°19'56.9"W	1.536m	5	18°13'45.1"S 43°18'51.3"W	1.642m	
C	1	18°14'14.5"S 43°19'36.2"W	1.578m	1	18°14'30.9"S 43°18'37.8"W	1.602m	
	2	18°14'13.8"S 43°19'35.8"W	1.600m	2	18°14'30"S 43°18'38.9"W	1.605m	
	3	18°14'13"S 43°19'36.9"W	1.598m	C 3	18°14'28.7"S 43°18'39"W	1.600m	
	4	18°14'12.1"S 43°19'37.8"W	1.593m	4	18°14'27.7"S 43°18'38.3"W	1.596m	
	5	18°14'13.6"S 43°19'37.8"W	1.597m	5	18°14'28.6"S 43°18'37.3"W	1.595m	
D	1	18°14'03.4"S 43°19'09.9"W	1.601m	1	18°13'23.4"S 43°18'53.4"W	1.612m	
	2	18°14'03"S 43°19'08.7"W	1.606m	2	18°13'24.4"S 43°18'53.5"W	1.617m	
	3	18°14'03.5"S 43°19'07.6"W	1.608m	D 3	18°13'24.6"S 43°18'52.3"W	1.613m	
	4	18°14'04.6"S 43°19'08.2"W	1.601m	4	18°13'23.9"S 43°18'51.2"W	1.608m	
	5	18°14'06.7"S 43°19'07.4"W	1.603m	5	18°13'22.9"S 43°18'51.5"W	1.599m	
E	1	18°14'09.3"S 43°20'16.7"W	1.583m	1	18°14'19"S 43°19'48.3"W	1.628m	
	2	18°14'10.3"S 43°20'15.8"W	1.589m	2	18°14'19"S 43°19'49.8"W	1.630m	
	3	18°14'11.3"S 43°20'14.9"W	1.586m	E 3	18°14'19.7"S 43°19'50.1"W	1.631m	
	4	18°14'12.4"S 43°20'14.4"W	1.585m	4	18°14'21"S 43°19'49.9"W	1.624m	
	5	18°14'13.1"S 43°20'13.4"W	1.579m	5	18°14'21.4"S 43°19'48.5"W	1.614m	

Tabela suplementar 4. Abundância, riqueza e diversidade de acordo com cada capão (RP A – RP E - dentro do Parque e ARA A – ARA E - fora do Parque) utilizados nas coletas de abelhas das orquídeas em área de turfeira de altitude no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

Espécies	RPA	ARA A	RPA	ARA B	RPC	ARA C	RPD	ARA D	RPE	ARA E	Total
<i>Euglossa leucotricha</i> Rebêlo & Moure, 1996	78	39	44	30	75	26	12	11	31	10	356

<i>Euglossa melanotricha</i> Moure, 1967	16	3	8	6	8	7	5	2	2	3	60
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure, 1968	6	0	0	4	2	0	1	2	2	0	17
<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	5	4	7	1	1	8	5	2	6	1	40
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	0	0	1	2	2	4	1	0	0	0	10
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3
<i>Euglossa cordata</i> Linnaeus 1758	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eufriesea nigrohirta</i> (Fries, 1899)	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	4
<i>Eufriesea auriceps</i> (Fries, 1899)	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	4
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	9	16	19	19	22	22	8	18	15	12	160
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	0	3	0	4	2	1	0	0	0	0	10
Total	117	67	87	66	115	69	32	36	57	26	672
Riqueza	7	7	8	7	9	7	6	6	6	4	12
Diversidade Shannon (H')	1,137	1,229	1,453	1,444	1,145	1,502	1,511	1,29	1,226	1,099	1,42

Tabela suplementar 5. Quantidade de espécies e de indivíduos por capão e por dia de captura por campanha e seus respectivos dados climáticos.

Data	Capão	Abundância/capão	Abundância/dia	Riqueza/capão	Riqueza/dia	Temp max	Temp min	Precip
03/10/2021	RPA	48	67	3	6	20,4	15,7	7
	ARA A	19		5				
04/10/2021	RPB	33	66	6	9	22,3	17	0
	ARA B	33		6				
05/10/2021	RPC	56	79	6	8	21,4	15,7	0,2
	ARA C	23		6				
06/10/2021	RPD	1	4	1	2	17,4	15,4	0
	ARA D	3		1				
07/10/2021	RPE	21	32	4	4	19,4	15,5	0
	ARA E	11		3				
17/03/2022	RPA	9	18	2	3	18,7	16,3	0
	ARA A	9		3				
18/03/2022	RPB	17	20	5	5	18,6	15	0
	ARA B	3		2				
19/03/2022	RPC	14	25	7	7	18,3	13,8	0
	ARA C	11		2				

20/03/2022	RPD	5	14	3	5	18,5	14	0
	ARA D	9		4				
21/03/2022	RPE	6	7	3	3	18,2	15,3	0
	ARA E	1		1				
08/10/2022	RPA	41	66	6	7	19,32	15,13	6,2
	ARA A	25		4				
09/10/2022	RPB	10	21	4	6	19,03	14,75	0,2
	ARA B	11		5				
10/10/2022	RPC	24	34	3	4	18,99	14,82	0
	ARA C	10		3				
11/10/2022	RPD	23	38	5	6	18,54	14,72	0
	ARA D	15		5				
12/10/2022	RPE	9	16	6	6	18	12,65	0
	ARA E	7		4				
25/03/2023	RPA	19	33	5	5	18,67	10,47	0
	ARA A	14		4				
26/03/2023	RPB	27	46	5	6	19,01	13,28	0
	ARA B	19		4				
27/03/2023	RPC	21	46	4	6	19,02	14,6	0
	ARA C	25		4				
28/03/2023	RPD	3	12	2	3	18,52	15,77	0
	ARA D	9		2				
29/03/2023	RPE	21	28	3	4	17,9	13,95	0
	ARA E	7		2				

Tabela suplementar 6. Matriz de Similaridade pelos índices de Dice-Sorensen e Bray-Curtis (algarismos em itálico).

	RPA	ARA A	RPB	ARA B	RPC	ARA C	RPD	ARA D	RPE	ARA E
RPA		<i>59,78%</i>	<i>66,67%</i>	<i>54,64%</i>	<i>81,90%</i>	<i>50,54%</i>	<i>41,61%</i>	<i>33,99%</i>	<i>56,32%</i>	<i>32,17%</i>
ARA A	<i>57,14%</i>		<i>81,82%</i>	<i>79,70%</i>	<i>68,13%</i>	<i>75,00%</i>	<i>54,55%</i>	<i>60,19%</i>	<i>85,48%</i>	<i>55,91%</i>
RPB	<i>66,67%</i>	<i>66,67%</i>		<i>74,51%</i>	<i>74,26%</i>	<i>76,92%</i>	<i>52,10%</i>	<i>55,28%</i>	<i>75,00%</i>	<i>46,02%</i>
ARA B	<i>71,43%</i>	<i>71,43%</i>	<i>66,67%</i>		<i>68,51%</i>	<i>81,48%</i>	<i>57,14%</i>	<i>66,67%</i>	<i>81,30%</i>	<i>56,52%</i>
RPC	<i>62,50%</i>	<i>75,00%</i>	<i>82,35%</i>	<i>87,50%</i>		<i>64,13%</i>	<i>38,10%</i>	<i>46,36%</i>	<i>59,30%</i>	<i>36,88%</i>
ARA C	<i>57,14%</i>	<i>85,71%</i>	<i>66,67%</i>	<i>85,71%</i>	<i>75,00%</i>		<i>61,39%</i>	<i>62,86%</i>	<i>79,37%</i>	<i>54,74%</i>
RPD	<i>76,92%</i>	<i>61,54%</i>	<i>71,43%</i>	<i>92,31%</i>	<i>80,00%</i>	<i>76,92%</i>		<i>70,59%</i>	<i>62,92%</i>	<i>75,86%</i>
ARA D	<i>76,92%</i>	<i>61,54%</i>	<i>71,43%</i>	<i>76,92%</i>	<i>80,00%</i>	<i>61,54%</i>	<i>83,33%</i>		<i>68,82%</i>	<i>80,65%</i>
RPE	<i>76,92%</i>	<i>76,92%</i>	<i>57,14%</i>	<i>76,92%</i>	<i>66,67%</i>	<i>76,92%</i>	<i>83,33%</i>	<i>83,33%</i>		<i>60,24%</i>
ARA E	<i>72,73%</i>	<i>72,73%</i>	<i>66,67%</i>	<i>72,73%</i>	<i>61,54%</i>	<i>72,73%</i>	<i>80,00%</i>	<i>80,00%</i>	<i>80,00%</i>	

Tabela suplementar 7. Resultados de análise de similaridade (ANOSIM) geral para formação dos agrupamentos pelo índice de Bray-Curtis.

Permutation	
N:	9999
Mean rank within:	7,571
Mean rank between:	29,97
R:	0,9954
p (same):	0,0003

Tabela suplementar 8. Resultados de análise de similaridade para a par (ANOSIM) por grupo analisado para formação dos agrupamentos pelo índice de Bray-Curtis.

	B	C	A
B		0,0464	0,0994
C	0,0464		0,0191
A	0,0994	0,0191	

Tabela suplementar 9. Matriz de Similaridade pelos índices de Dice-Sorensen e Bray-Curtis (algarismos em *itálico*) entre campanhas.

	out_21	mar_22	out_22	mar_23
out_21		<i>27,71%</i>	<i>65,72%</i>	<i>38,26%</i>
mar_22	77,78%		<i>53,28%</i>	<i>66,67%</i>
out_22	94,74%	82,35%		<i>63,53%</i>
mar_23	73,68%	82,35%	77,78%	