



PROTOCOLO PARA AMOSTRAGEM DE ABELHAS-DAS-ORQUÍDEAS (APIDAE: EUGLOSSINI) EM PARCELAS RAPELD: USO DE ARMADILHAS AROMÁTICAS

PROTOCOL FOR SAMPLING ORCHID BEES (APIDAE: EUGLOSSINI) IN RAPELD PLOTS: USE OF SCENT TRAPS

Juliana Hipólito¹, Cristiane Krug², Thiago Mahlmann³, José Corrêa Neto²
& André Tavares⁴

Resumo:

Abelhas das orquídeas (Apidae: Euglossini) desempenham um papel ecológico crucial como polinizadoras de inúmeras plantas neotropicais devido às suas diversas necessidades de recursos. Os machos exibem um comportamento único de coletar compostos aromáticos de várias fontes, como flores de orquídeas e outras plantas, para usar em exibições de acasalamento. Esse traço biológico distintivo tem se mostrado extremamente útil para estudos sobre a estrutura da comunidade, já que os machos podem ser facilmente atraídos usando iscas de fragrâncias artificiais colocadas em seus habitats naturais. Este trabalho propõe a adoção de um protocolo de coleta mínima para abelhas Euglossini em parcelas RAPELD, particularmente para estudos sobre ecologia de comunidade e população. A abordagem proposta fornece uma base para futuros estudos investigando a influência de fatores ambientais, como variáveis edáficas e composição de plantas, sobre a diversidade e distribuição das abelhas Euglossini. Além disso, ao otimizar o esforço de amostragem, esse protocolo contribui para a sustentabilidade das práticas de monitoramento, minimizando o impacto sobre as populações locais e maximizando a eficiência dos recursos humanos e financeiros disponíveis. A longo prazo, espera-se que a adoção deste protocolo inspire iniciativas semelhantes em outras regiões, expandindo a rede de dados sobre polinizadores e promovendo uma visão integrada da biodiversidade. Estudos futuros poderiam explorar, por exemplo, os efeitos das interações planta-polinizador ao longo de gradientes climáticos e a relação entre mudanças no uso da terra e a funcionalidade ecológica das abelhas Euglossini.

Palavras-chave: Amostragem padronizada, Conservação, Monitoramento de abelhas.

¹Instituto Nacional da Mata Atlântica - INMA, Av. José Ruschi, 4 - Centro, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil. E-mail: juhipolito@gmail.com

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Brasil.

³ Instituto Nacional da Mata Atlântica – INMA, Brasil.



Abstract:

Orchid bees (Apidae: Euglossini) play a crucial ecological role as pollinators of numerous neotropical plants due to their diverse resource needs. The males exhibit a unique behavior of collecting aromatic compounds from various sources, such as orchid flowers and other plants, to use in mating displays. This distinctive biological trait has proven extremely useful for studies on community structure, as males can be easily attracted using artificial fragrance baits placed in their natural habitats. This work proposes the adoption of a minimal collection protocol for Euglossini bees in RAPELD plots within the Research Program, particularly for studies on community and population ecology. The proposed approach provides a foundation for future studies investigating the influence of environmental factors, such as edaphic variables and plant composition, on the diversity and distribution of Euglossini bees. Additionally, by optimizing sampling effort, this protocol contributes to the sustainability of monitoring practices, minimizing impact on local populations and maximizing the efficiency of available human and financial resources. In the long term, the adoption of this protocol is expected to inspire similar initiatives in other regions, expanding the data network on pollinators and promoting an integrated view of biodiversity. Further studies could explore, for example, the effects of plant-pollinator interactions across climatic gradients and the relationship between land-use changes and the ecological functionality of Euglossini bees.

Keywords: Standardized sampling, conservation, bee monitoring

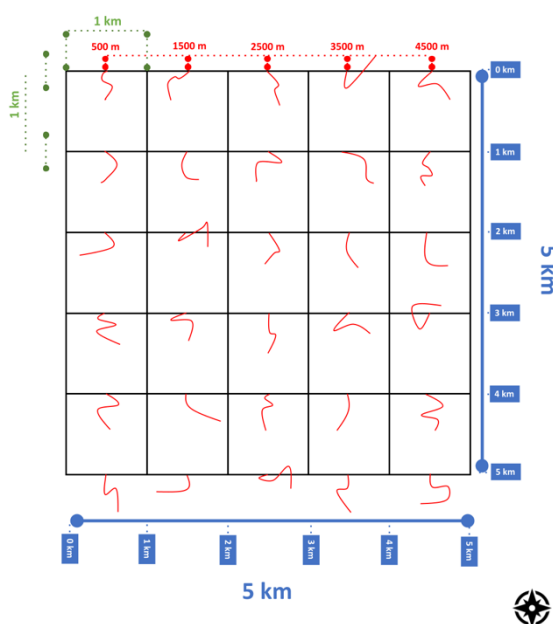
⁴ INCT Centro de Estudos Integrados da Biodiversidade Amazônica, Manaus – AM.



O que é o RAPELD?

O RAPELD é um sistema padronizado de infraestrutura de campo voltado ao monitoramento integrado da biodiversidade e de processos ecossistêmicos. Ele combina padronização e flexibilidade, permitindo sua aplicação em diferentes ecossistemas. Seu objetivo é atender à demanda por **levantamentos rápidos de biodiversidade (RAP)** e por uma metodologia padrão para **pesquisas ecológicas de longa duração (PELD)**. A infraestrutura consiste em grades (*grids*) ou módulos de pesquisa com trilhas principais de 5 km e parcelas uniformemente distribuídas de 250 metros, instaladas a cada 1 km. Em áreas com cursos d'água, incluem-se parcelas ripárias (250 metros) e aquáticas (50 metros), complementando a amostragem em ambientes específicos. Essa disposição maximiza a representatividade de diferentes grupos taxonômicos e variações ambientais, sendo facilmente replicável em outras localidades, o que permite comparações em diversas escalas espaciais e temporais. Além disso, favorece a integração de dados ecológicos e informações sobre uso sustentável de recursos, sendo amplamente aplicado no Brasil para subsidiar políticas de manejo ambiental.

Grid de amostragem com as trilhas principais de 5 km e parcelas dispostas a cada 1 km



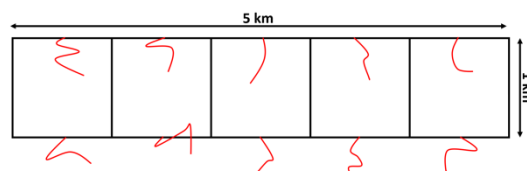
As **parcelas uniformemente distribuídas** são transectos de 250 metros de comprimento posicionados ao longo de curvas de nível, com larguras ajustadas conforme o grupo taxonômico ou variável estudada. Essa disposição minimiza os efeitos da topografia sobre as condições ambientais dentro das parcelas, garantindo que as variações sejam registradas entre parcelas, e não dentro delas, já que cada parcela é a unidade amostral central na maioria dos estudos. Piquetes são instalados a cada 10 metros e conectados por uma linha central marcada com barbante plástico ou fitilho, facilitando a aplicação dos protocolos metodológicos. À esquerda da linha central, localiza-se a **zona sensível**, uma faixa de 1,5 metros dedicada a estudos de

regeneração florestal, onde o trânsito de pesquisadores é restrito para evitar pisoteio. À direita, há um **corredor de deslocamento** de 1 metro de largura que permite a movimentação dos pesquisadores.

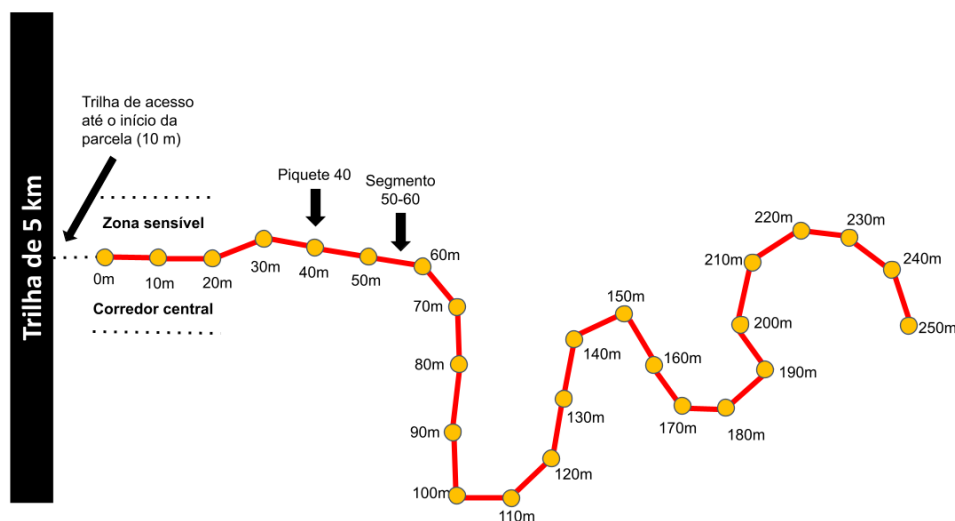


As **parcelas ripárias** estão localizadas às margens de pequenos cursos d'água, também com 250 metros de comprimento. Cada parcela é demarcada ao longo da margem direita do curso d'água, seguindo em direção à nascente (montante), com piquetes a cada 10 metros. Elas sempre começam onde a trilha principal da grade ou módulo cruza o curso d'água

Módulo de amostragem com as trilhas principais de 5 km e parcelas dispostas a cada 1 km



As **parcelas aquáticas fixas** são posicionadas nos canais dos riachos, geralmente a 10 metros da trilha principal. Cada parcela mede 50 metros de comprimento, com piquetes nos pontos 0, 16, 32 e 50 metros, instalados próximos às margens para representar adequadamente o ambiente aquático.





1 INTRODUÇÃO

As abelhas-das-orquídeas (Apidae: Euglossini) são componentes cruciais das florestas neotropicais, desempenhando papéis fundamentais na polinização de uma grande diversidade de plantas, especialmente orquídeas, mas também polinizam espécies importante para a sociobiodiversidade, como a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) (Cavalcante et al., 2012). Uma característica marcante desse grupo é a capacidade de voar grandes distâncias em florestas contínuas (Janzen, 1971; Wikelski et al., 2010), permitindo conectividade ecológica entre áreas isoladas. Os machos coletam substâncias aromáticas, que armazenam em estruturas modificadas na tíbia posterior (Dodson et al., 1969; Roubik & Hanson, 2004), comportamento que facilita sua captura por armadilhas aromáticas. Atualmente, são descritas cerca de 250 espécies nesse grupo (Nemésio & Rasmussen, 2011; Oliveira & Nogueira, 2023), distribuídas em cinco gêneros monofiléticos (*Aglae*, *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema*, *Exaerete*), com a maior parte da diversidade concentrada em florestas tropicais (Roubik & Hanson, 2004; Moure et al., 2007; Nemésio, 2009; Ramírez et al., 2010; Michener, 1990; Cameron, 2004).

A riqueza de espécies de Euglossini é estimada em até 25% da diversidade de abelhas em determinados ambientes (Roubik & Hanson, 2004). O grupo apresenta uma distribuição exclusivamente neotropical (Dressler, 1982), abrangendo desde o sul dos Estados Unidos e México até o norte da Argentina (Bürquez, 1997). Na região Neotropical, a maior diversidade e abundância de espécies de Euglossini são observadas em florestas úmidas preservadas (Moure, 1967; Dressler, 1982), predominando em áreas de baixas altitudes e latitudes (Roubik & Hanson, 2004).

A distribuição e composição das comunidades de Euglossini são influenciadas por fatores bióticos e abióticos, como a composição de espécies vegetais, disponibilidade de recursos florais, topografia e variáveis edáficas, incluindo o teor de fósforo no solo (Quesada et al., 2010; Ceulemans et al., 2017; Hipólito et al., 2023). Por isso, essas abelhas têm se destacado como bioindicadoras eficazes de qualidade ambiental devido à sensibilidade a mudanças no habitat e à dependência de recursos específicos, como flores produtoras de óleos e fragrâncias e locais apropriados para nidificação (Allen et al., 2019). Comunidades de Euglossini são altamente impactadas por fragmentação florestal e degradação ambiental (Brosi, 2009; Aguiar & Gaglianone, 2012; Brown et al., 2024), refletindo de forma precisa a integridade ecológica de mosaicos de habitats (Pokorny et



al., 2015). Sua mobilidade elevada, aliada a essas características, torna-as excelentes para monitoramento ambiental em diferentes escalas espaciais (Corrêa-Neto et al., 2023).

Machos de *Euglossini* coletam compostos aromáticos de flores e outras fontes para formar “perfumes” específicos, utilizados em exibições de cortejo (Weber et al., 2016; Pokorny et al., 2017). Essa peculiaridade facilita a atração dos machos com iscas de fragrâncias artificiais, uma prática iniciada há mais de 50 anos (Dodson et al., 1969). Desde então, o uso de armadilhas aromáticas tornou-se essencial para inventários de *Euglossini*, principalmente no Brasil, onde têm sido amplamente utilizadas nas últimas décadas (Roubik & Hanson, 2004). Ao longo dos anos, essa metodologia apresentou relativa variação dependendo da abordagem do estudo, sendo na forma como a armadilha é constituída, ou no tipo de composto aromático que é utilizado. Isso permitiu um avanço nos estudos com *Euglossini*, principalmente por ser um método passivo de amostragem, no qual permite uma maior padronização do esforço amostral, evitando viés relacionado à experiência do coletor. Essas características, junto ao baixo custo e facilidade de amostragem, são cruciais para que essa metodologia seja tão difundida e utilizada em estudos ecológicos de todos os tipos. Sendo assim, a coleta de abelhas *Euglossini* com armadilhas aromáticas não apenas ajuda a compreender a estrutura das comunidades, mas também é uma ferramenta valiosa para avaliar a qualidade ambiental e prever a confiabilidade dos serviços de polinização fornecidos por essas abelhas.

A rápida e crescente perda de habitat nas últimas décadas, principalmente em florestas tropicais, traz a urgência em monitorar a biodiversidade, principalmente espécies-chaves para os ecossistemas, como no caso de polinizadores. Nesse contexto, métodos que busquem a padronização metodológica, bem como a espacialização da amostragem são fundamentais para entender e refletir a severidade com a qual as mudanças antrópicas afetam a biodiversidade. Para isso, o sistema RAPELD, com seu desenho padronizado e abrangente, é uma ferramenta valiosa para estudar a distribuição e abundância das abelhas *Euglossini*. Este sistema permite coletar dados em gradientes ambientais, possibilitando análises que conectam informações sobre esses polinizadores com outras dimensões da biodiversidade e do ambiente, contribuindo para o manejo sustentável de paisagens tropicais (Hipólito et al., 2023; Magnusson et al., 2005).

A combinação de armadilhas aromáticas com o sistema RAPELD oferece uma oportunidade única para integrar dados sobre polinizadores em programas de



monitoramento ecológico mais amplos. Essa abordagem permite explorar como fatores ambientais influenciam a distribuição e a dinâmica das comunidades de Euglossini ao longo do tempo, fornecendo dados cruciais para subsidiar políticas de conservação, especialmente em regiões de alta biodiversidade submetidas a crescentes pressões antrópicas. Porém, para que seja exitosa a integração de base de dados proveniente do sistema RAPELD, é preciso que exista uma padronização dos métodos de amostragem para permitir que os dados sejam consistentes e comparáveis entre diferentes módulos, regiões ou biomas (Magnusson et al., 2005; Jetz et al., 2019). Esse tipo de abordagem é fundamental para o monitoramento ambiental em escala mais ampla, pois permite entender padrões ecológicos, biogeográficos e evolutivos, resultando em respostas mais robustas sobre impactos ambientais e seus efeitos sobre a biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos associados (Magnusson et al., 2005; Pezzini et al., 2012).

Com base nesse contexto e demandas, propomos um protocolo padronizado mínimo para a coleta de abelhas Euglossini utilizando o sistema RAPELD. Nosso objetivo é otimizar o esforço amostral, gerar dados robustos e integrar informações sobre polinizadores em análises ecológicas amplas, contribuindo para a conservação e o manejo sustentável da biodiversidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material para as atividades de campo

Material para confecção, instalação e coleta de abelhas Euglossini utilizando armadilhas aromáticas

Nesse tópico estão dispostos os materiais necessários para que seja realizado o protocolo mínimo de amostragem de abelhas Euglossini, tendo como base a suficiência amostral para uma parcela RAPELD. Esses materiais contemplam todas as fases de coleta, iniciando no pré-campo até a formulação de um banco de dados padronizado. A lista de materiais, bem como sua finalidade e execução, e o passo a passo da montagem das armadilhas, estão elencados na Tabela 1 e Figura 1, respectivamente. Não serão apresentados os valores quantitativos do material, uma vez que eles podem variar entre os diferentes tipos de estudo e objetivos a serem alcançados. Porém, serão descritos os itens que devem estar dentro das amostragens para que a metodologia seja replicável entre as parcelas de amostragem do sistema RAPELD.



Tabela 1 - Lista de materiais necessários e sugeridos para coleta, triagem e identificação de abelhas Euglossini.

Item	Função	Observação
Garrafas PET de 2 litros*	Capturar e aprisionar as abelhas	As garrafas precisam estar limpas, elas podem ser reutilizadas, desde que devidamente higienizadas com água e detergente neutro. Sempre utilizar a mesma essência aromática nas armadilhas. *Podem ser utilizadas garrafas de 600ml para os funis de entrada.
Tesoura, estilete, régua, caneta marcador permanente, tubo de metal 1 polegada com cabo de madeira	Confeccionar armadilhas de garrafa PET	Cortar garrafas para fazer a parte de funil e para fazer os furos que encaixam os funis (conforme Figura 1)
Compostos aromáticos	Composto químico mimético a compostos naturais que tem como objetivo atrair machos de abelhas Euglossini.	São propostos os compostos CINEOL, EUGENOL, SALICILATO DE METILA e VANILINA. Esses compostos devem ser previamente preparados e etiquetados e armazenados. É fundamental o cálculo da quantidade necessária para a execução do campo com quantias sobressalentes. Todos os compostos devem ser de laboratório certificado, sendo compostos puros. Maiores detalhes de cada composto são descritos no tópico de preparo pré-campo. O manuseio dos compostos deve ser feito com cuidado, pois alguns deles podem causar irritação em locais sensíveis do corpo, como olhos e mucosas. Para higienização dos compostos à base de óleo (Eugenol, Eucaliptol e Salicilato de Metila) é recomendado o uso de sabão ou detergente líquido
Papel vegetal	Etiquetas para identificação das amostras	É necessário que o papel vegetal seja de maior gramatura e para que quando imerso em álcool não sejam perdidas informações
Frascos de polietileno com tampa larga	Recipientes de transporte para os espécimes coletados	Armazenar individualmente, ainda no campo, as abelhas coletadas de cada armadilha
Acetato de etila	Matar as abelhas	Em caso de algumas abelhas estarem vivas no momento da coleta, colocar algumas gotas de acetato de etila em papel filtro nos frascos de transporte



Hastes flexíveis de algodão (para bebês)	Absorver e liberar os compostos aromáticos	As hastes flexíveis de algodão para bebês têm maior quantidade de algodão nas extremidades e viabilizam a utilização das essências
Barbante ou arame	Fixar as hastes de algodão com a essência aromática dentro da armadilha	Recomenda-se barbante, pelo preço e facilidade, mas podem ser utilizados outros produtos como arame galvanizado maleável
Cola branca ou adesivo plástico para PVC	Colar areia nos funis de entrada da armadilha	O adesivo plástico é mais resistente a intempéries e tende a ter maior durabilidade do que a cola branca
Pincel	Aplicar a cola nos funis	
Areia	Facilitar a entrada das abelhas na armadilha, pois as embalagens PET são lisas.	Utilizar areia seca e repor a mesma sempre que necessário.
Caixa de isopor	Transporte e conservação das amostras	A caixa de isopor deve ter dimensões compactas para facilitar o transporte e suficiente para acomodar os recipientes com as amostras
Lápis ou caneta nanquim	Confecção das etiquetas de identificação das amostras	É essencial que o lápis ou a caneta nanquim utilizadas sejam de boa qualidade
Alfinetes entomológicos	Sua principal função é fixar as abelhas em placas ou caixas de armazenamento de forma que possam ser manipuladas, observadas e armazenadas adequadamente	É essencial a aquisição de alfinetes entomológicos de qualidade (nunca pretos). Além disso, é importante dimensionar o alfinete (tamanho varia entre 1 e 7) de acordo com o tamanho do espécime para evitar danos aos mesmos. Para os Euglossini, alfinetes de tamanho 2, 3 e 5 normalmente são os mais demandados
Caixas entomológicas	São projetadas especificamente para o armazenamento, transporte e exibição de insetos coletados e montados	As caixas entomológicas servem como um meio eficiente e seguro para preservar as abelhas coletadas em campo
Placas de espuma ou isopor	Utilizadas para serem coladas aos fundos das caixas entomológicas para servirem de substrato para as abelhas fixadas nos alfinetes	Recomenda-se a placa de polietileno expandido reticulado com densidade variando entre 50 e 60 Kg/m ³ e 6 milímetros de espessura
Estereomicroscópio	Útil para observar características morfológicas detalhadas, como cerdas, antenas, padrões de asas,	É ideal para analisar morfologia externa de insetos, como asas, antenas ou padrão de cerdas, mas não é adequado para observar células ou detalhes internos



	mandíbulas e outros aspectos importantes para identificação taxonômica das abelhas	ultrafinos, que requerem maior ampliação e preparação de lâminas
Naftalina	Utilizada para repelir e proteger as abelhas alfinetadas contra pragas, como ácaros e besouros que se alimentam de insetos preservados	Uma observação importante sobre o uso de naftalina em coleções entomológicas é que, apesar de sua eficácia no controle de pragas, seus vapores são tóxicos para humanos e podem representar riscos à saúde, tornando essencial seu uso em ambientes bem ventilados e com precauções adequadas, ou a substituição por métodos mais seguros

2.2 Métodos

2.2.1 Procedimentos pré-campo e confecção de armadilhas

As armadilhas aromáticas devem ser preparadas previamente devido à sua quantidade e ao processo de confecção manual. O primeiro passo é calcular a quantidade necessária de garrafas PET para o estudo. Cada armadilha demanda quatro garrafas PET: uma para a estrutura coletora (garrafas de 2L) e três para os funis de entrada (garrafas de 600 ml ou 2L, já que há pouca variação nestas quanto ao diâmetro para o funil) (Figura 1). Cada um dos três funis é feito da parte superior de garrafas PET, que são inseridos de forma equidistante na porção mediana de uma garrafa PET (cerca de 15-20 cm a partir da tampa) (Figura 1). Para facilitar a entrada das abelhas, recomenda-se lixar a parte interna dos funis (com lixa de madeira) ou aplicar cola com areia. Os furos para a fixação dos funis são melhor preparados com tubo de metal de 1 polegada aquecido (com um cabo de madeira para evitar queimaduras), desta forma não é necessário utilizar nenhum tipo de cola, pois a fixação dos funis ocorre perfeitamente com esse tamanho de abertura (Figura 1). Para finalizar a montagem das garrafas, amarra-se uma haste flexível de algodão com um barbante de cerca de 12-15 cm, que é colado na outra extremidade à tampa da armadilha, fazendo com que o chumaço de algodão que receberá as essências fique na altura aproximada das bocas dos funis. É importante que o chumaço de algodão esteja posicionado no centro da garrafa PET, para que possa igualmente exalar a pluma de odor por todas as entradas da armadilha.



As hastes flexíveis de algodão utilizadas nas armadilhas irão receber os compostos aromáticos previamente preparados, marcar de forma clara com cores ou numeração as armadilhas e os compostos que serão utilizados, para que permita a reutilização da armadilha sempre com o mesmo composto. Quando necessário, as hastes flexíveis podem ser substituídas sem grande esforço. Esses compostos devem ser adquiridos em concentração P.A. (pureza analítica) e armazenados de forma adequada. As especificações para cada composto são descritas a seguir:

- **Cineol (Eucaliptol):** É um composto oleoso e deve ser adquirido na concentração de 99% P.A. Recomenda-se armazená-lo em frascos de vidro âmbar para evitar a degradação pelo contato com a luz.
- **Eugenol:** Também um composto oleoso, deve ser adquirido em concentração mínima de 98% P.A. e seguir o mesmo protocolo de armazenamento do cineol.
- **Salicilato de metila:** Outro composto oleoso que deve ser adquirido em concentração de 99% P.A. e armazenado em frascos bem vedados para evitar perdas voláteis.
- **Vanilina:** Fornecida líquida ou em pó, deve ser diluída em álcool 90% na proporção de 5 g de vanilina para 100 mL de álcool. A solução deve ser preparada com pelo menos 24 horas de antecedência para garantir sua homogeneização antes do uso.

Todos os compostos devem ser transferidos para frascos âmbar conta-gotas (com batoque gotejador de preferência) de 20 ml, devidamente identificados, facilitando o manuseio em campo e evitando confusões durante a aplicação. Essa quantidade de produto é suficiente para cada evento de coleta, sugerimos reabastecer os recipientes a cada expedição.

Quantidade de líquido: Cada haste flexível de algodão deve receber de 3 a 5 gotas do composto aromático para garantir a dispersão eficaz do aroma. Durante a expedição de campo, é importante preparar frascos adicionais para reposição dos compostos, considerando o número total de armadilhas utilizadas.



Figura 1- A: materiais utilizados na confecção das armadilhas; B: armadilha pronta; C: marcar o local dos furos na garrafa PET; D: fazer os furos; E: cortar as garrafas PET para funis de entrada; F: passar cola e areia nos funis de entrada; G: amarrar barbante com haste de algodão e colar na tampa da garrafa principal (Dica: utilize a cola para fixar o barbante na parte interna da tampa da garrafa); H: colocar os funis na garrafa PET. Fotos: Cristiane Krug.



2.2.2 Instalação das armadilhas de garrafa PET com iscas aromáticas

A instalação das armadilhas deve seguir um protocolo padronizado, garantindo a qualidade dos dados e a reprodutibilidade do método. Este protocolo mínimo é proposto para estudos de inventário e monitoramento de populações e comunidades de abelhas Euglossini. A unidade amostral é a parcela de amostragem, permitindo integrar os dados com outros grupos taxonômicos ou variáveis do sistema RAPELD, que também utiliza parcelas como unidade amostral.

2.2.3 Configuração das Armadilhas

Em cada parcela, devem ser instaladas 20 armadilhas aromáticas, dispostas ao longo de um transecto de 200 metros (50 metros a menos que a totalidade do transecto da parcela RAPELD). As armadilhas devem ser organizadas em conjuntos de quatro, espaçadas a cada 50 metros, e cada armadilha deve conter um único composto aromático, alternado entre:

- **Cineol (Eucaliptol)**
- **Eugenol**
- **Salicilato de Metila**
- **Vanilina**

Cada conjunto tem a seguinte disposição:

Transecto de 200 metros:

0 metros: Início do transecto

50 metros: Primeiro conjunto de 4 armadilhas (uma com cineol, uma com eugenol, uma com salicilato de metila e uma com vanilina e espaçadas com cerca de um metro cada armadilha)

100 metros: Segundo conjunto de 4 armadilhas (igual anterior)

150 metros: Terceiro conjunto de 4 armadilhas (igual anterior)

200 metros: Quarto conjunto de 4 armadilhas (igual anterior)

As armadilhas devem ser fixadas em arbustos resistentes na vegetação do transecto, caso não seja possível, utilizar suportes, como hastes de bambu, madeira ou metal. As armadilhas dentro de um conjunto podem ser espaçadas de maneira uniforme ou ajustadas conforme a topografia e a vegetação local permitem. A configuração pode



variar dependendo das condições locais, como a densidade da vegetação ou a topografia do terreno, mas recomendamos um metro de distância entre cada. Isso permite que os compostos aromáticos trabalhem de forma eficaz, atraindo abelhas sem que os aromas se misturem excessivamente. Se houver necessidade de ajustes, a distância pode ser adaptada conforme as condições do local.

2.2.4 Manutenção e Revisão das Armadilhas

Cada armadilha permanece no campo por três dias consecutivos por ao menos duas épocas do ano (ex. seca a chuvosa). Durante esse período, é necessário:

1. Revisar diariamente as armadilhas, recolhendo as abelhas capturadas. Não há um horário específico para a revisão destas, desde que cada revisão ocorra a cada 24 horas. Dessa forma, deve-se calcular em campo a melhor logística para otimizar o número de visitas nas parcelas ao longo do dia.
2. Transferir as abelhas capturadas com cuidado para frascos de polietileno, devidamente etiquetados, e armazená-las em caixas de isopor para transporte ao laboratório.
3. No laboratório, as abelhas devem ser congeladas e montadas para posterior identificação.

Em situações em que a revisão diária das armadilhas não for viável, pode-se adicionar 90 mL de álcool 70% no interior de cada armadilha, garantindo a preservação das abelhas capturadas por períodos mais longos. Essa abordagem deve ser usada como última alternativa e é avaliada com base nas condições específicas do local e no esforço logístico disponível.

2.2.5 Identificação e Rastreamento das Amostras

Cada armadilha deve ser identificada com etiquetas preenchidas previamente, contendo informações como:

- Localidade
- Parcela
- Data de instalação e retirada
- Composto utilizado



Esse procedimento assegura a rastreabilidade das amostras, especialmente em estudos de longo prazo ou em áreas com múltiplas parcelas de amostragem.

2.2.6 Recolhimento e identificação das abelhas coletadas nas armadilhas de atração

O processo de recolhimento das abelhas capturadas nas armadilhas de atração deve ser conduzido com extremo cuidado para preservar a integridade dos espécimes e a qualidade dos dados coletados. Cada armadilha deve ser cuidadosamente retirada do suporte, como hastes ou arbustos, evitando movimentos bruscos que possam danificar os espécimes capturados. O conteúdo das armadilhas, incluindo as abelhas, deve ser transferido diretamente para recipientes de polietileno previamente preparados, acompanhados de etiquetas de identificação que contenham informações detalhadas, como data e hora da coleta, localidade (parcela e módulo/grade), número da armadilha, tipo de composto aromático utilizado e número da revisão. Caso existam abelhas vivas, utilizar acetato de etila em papel filtro para sacrificar as abelhas. Após a transferência, as amostras devem ser acondicionadas em caixas isotérmicas com elementos refrigerantes para garantir a conservação durante o transporte até o laboratório. Quando o transporte imediato não for viável, as abelhas podem ser preservadas temporariamente em recipientes contendo álcool 70%.

No laboratório, inicia-se o processo de triagem, onde as abelhas são separadas de acordo com sua morfologia. Havendo a necessidade, deve-se remover, antes da montagem, resíduos ou contaminantes. Em seguida, os espécimes são montados em alfinetes entomológicos seguindo as técnicas já reportadas na literatura especializada (Silveira et al., 2002; Almeida et al., 2024). Os alfinetes devem ser posicionados cuidadosamente para evitar danos e garantir a preservação das características morfológicas essenciais. Após a montagem, as abelhas são acondicionadas em caixas entomológicas revestidas com espuma de polietileno, protegidas por tampas de vidro ou acrílico (Figura 2). Essas caixas devem ser mantidas em um ambiente seco e protegido contra pragas, utilizando-se, por exemplo, naftalina ou armadilhas específicas (Figura 2).



Figura 2 - A: Abelhas Euglossini na coleção entomológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), destaque para o espécime alfinetado e demais nas caixas entomológicas revestidas com espuma de polietileno; B: abelhas Euglossini nas caixas entomológicas revestidas com espuma de polietileno; C: abelha Euglossini alfinetada com etiquetas de identificação de procedência de material; D: caixas de madeira e tampas de vidro vedadas, para armazenamento das abelhas Euglossini, depositadas na coleção entomológica do INPA. Fotos: Thiago Mahlmann.

A identificação taxonômica dos espécimes é realizada com o auxílio de um estereomicroscópio, que permite observar detalhes morfológicos cruciais. Esse processo deve ser baseado em chaves de identificação atualizadas e literatura especializada, como as obras de Dressler (1982), Kimsey (1979, 1982), Oliveira (2006). Sempre que possível, os espécimes devem ser identificados em nível de espécie, mas quando isso não for viável, a classificação como morfoespécies pode ser adotada. Para garantir a precisão das identificações, recomenda-se o envio de amostras representativas a especialistas em taxonomia. Após a identificação, parte do material-testemunho deve ser depositada em coleções zoológicas credenciadas, localizadas em instituições de ensino ou pesquisa, assegurando sua disponibilidade para futuras consultas e validações.

Por fim, os dados obtidos, como a identificação taxonômica das abelhas, o número de indivíduos por espécie ou morfoespécie e informações detalhadas sobre os locais e condições de coleta, devem ser organizados em planilhas estruturadas. Esses dados são fundamentais para análises que buscam compreender padrões de biodiversidade, abundância e composição das comunidades de Euglossini nas áreas estudadas.



3 PERSPECTIVAS

O sistema RAPELD é amplamente utilizado em estudos de biodiversidade, e tem sido aplicado a uma variedade de grupos taxonômicos. Grupos como plantas, aves, e mamíferos têm uma quantidade significativa de trabalhos publicados utilizando esse método, devido à sua importância ecológica e facilidade de observação em campo (Magnusson et al., 2005; Pezzini et al., 2012). Comparativamente, os estudos focados exclusivamente em abelhas Euglossini são menos frequentes, embora o protocolo seja igualmente aplicável a esses polinizadores (Hipólito et al., 2023).

Apesar da menor quantidade de trabalhos especificamente sobre Euglossini no sistema RAPELD, o uso dessas abelhas como bioindicadores em programas de monitoramento ecológico apresenta um enorme potencial para expandir o conhecimento sobre as respostas de comunidades biológicas às mudanças ambientais. A integração desse grupo em sistemas padronizados, como o RAPELD, permite explorar gradientes ambientais amplos e obter dados consistentes e comparáveis, essenciais para a formulação de estratégias de conservação.

A abordagem proposta neste protocolo oferece uma base para estudos futuros que investiguem a influência de fatores ambientais, como variáveis edáficas e composição vegetal, sobre a diversidade e a distribuição de abelhas Euglossini. Além disso, ao otimizar o esforço de amostragem, este protocolo contribui para a sustentabilidade das práticas de monitoramento, minimizando o impacto sobre as populações locais e maximizando a eficiência dos recursos humanos e financeiros disponíveis.

No longo prazo, espera-se que a adoção desse protocolo inspire iniciativas similares em outras regiões, ampliando a rede de dados sobre polinizadores e promovendo uma visão integrada da biodiversidade. Estudos adicionais poderiam explorar, por exemplo, os efeitos de interações planta-polinizador em gradientes climáticos e a relação entre mudanças no uso do solo e a funcionalidade ecológica das abelhas Euglossini.

Por fim, a aplicação desses dados em políticas públicas pode fomentar o manejo sustentável de paisagens e a proteção de polinizadores, incluindo o desenvolvimento de estratégias específicas para mitigar os impactos da fragmentação e da degradação de habitats. Essa perspectiva reforça a relevância de conectar ciência, conservação e tomada de decisão em prol da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos associados.



4 AGRADECIMENTOS

Este artigo integra uma edição especial financiada pelos projetos PPBio Amazônia Ocidental (CNPq, processos nº 441260/2023-3 e 441228/2023-2), INCT-CENBAM (CNPq, processo nº 406474/2022-2) e CAPACREAM (CNPq, processo nº 444350/2024-1).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. M. L.; GAGLIANONE, M. C. Efeito da fragmentação florestal sobre a riqueza de espécies de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em um gradiente de paisagens na Mata Atlântica, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 56, p. 254-261, 2012.
- ALLEN, K.; DE OLIVEIRA, D.; KRAFT, N. J. B.; WEISER, M. D. Orchid bees as indicators of ecosystem quality in tropical landscapes. *Biotropica*, v. 51, p. 375-383, 2019.
- ALMEIDA, L. M.; MARINONI, L.; CLARKSON, B. Coleta, montagem, preservação e métodos para estudos. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. & CONSTANTINO, R. (Eds.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2. ed. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2024. p. 120-136.
- BROSI, B. J. The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Biological Conservation*, v. 142, p. 414-423, 2009.
- BROWN, J. C.; CORRÊA-NETO, J. J.; RIBEIRO, C. F.; OLIVEIRA, M. L. The impact of agricultural colonization and deforestation on orchid bees (Apidae: Euglossini) in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110560>.
- BÚRQUEZ, A. Distributional limits of euglossine and meliponine bees (Hymenoptera: Apidae) in northwestern Mexico. *Pan-Pacific Entomologist*, v. 73, n. 2, p. 137-140, 1997.
- CAMERON, S. A. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Entomology*, v. 49, p. 377-404, 2004.
- CAVALCANTE, M. C.; OLIVEIRA, F. F.; MAUÉS, M. M.; FREITAS, B. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in Central Amazon Rainforest. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2012/978019>.
- CEULEMANS, T.; HULSMANS, E.; BERWAERS, S.; VAN ACKER, K.; HONNAY, O. The role of above-ground competition and nitrogen vs. phosphorus enrichment in seedling survival of common European plant species of semi-natural grasslands. *PLOS ONE*, v. 12, n. 3, e0174380, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174380>.



- CORRÊA-NETO, J. J.; OLIVEIRA, M. L.; HIPÓLITO, J. Euglossini bee diversity is driven by forest cover in coastal Amazon. *Neotropical Entomology*, v. 53, p. 63-74, 2023.
- DODSON, C. H.; DRESSLER, R. L.; HILLS, H. G.; ADAMS, R. M.; WILLIAMS, N. H. Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science*, v. 164, p. 1243-1249, 1969.
- DRESSLER, R. L. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 13, p. 373-394, 1982.
- HIPÓLITO, J.; MAGNUSSON, W. E.; BACCARO, F. Optimizing survey effort for Euglossine bees in tropical forests. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 21, p. 253-262, 2023.
- JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, v. 171, p. 203-205, 1971.
- JETZ, W.; MCGEOGH, M. A.; GURALNICK, R.; et al. Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations. *Nature Ecology & Evolution*, v. 3, p. 539-551, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0826-1>.
- KIMSEY, L. S. Synonymy of the genus *Euplusia* Moure under *Eufriesea* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Euglossini). *Pan-Pacific Entomologist*, v. 55, n. 2, p. 126, 1979.
- KIMSEY, L. S. Systematics of bees of the genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). *University of California Publications in Entomology*, v. 95, p. 1-125, 1982.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, v. 5, p. 1-6, 2005.
- MICHENER, C. D. Classification of the Apidae (Hymenoptera). *University of Kansas Science Bulletin*, v. 54, p. 75-164, 1990.
- MOURE, J. S.; MELO, G. A. R.; FARIA, L. R. R. Tribe Euglossini. In: Moure, J. S.; Urban, D.; Melo, G. A. R. (Orgs.), *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, p. 214-255, 2007.
- NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. *Zootaxa*, v. 2041, p. 1-242, 2009.
- NEMÉSIO, A.; RASMUSSEN, C. Nomenclatural issues in the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) and an updated catalogue. *Zootaxa*, v. 3006, n. 1, p. 1-42, 2011.
- OLIVEIRA, M. L. New hypothesis of phylogenetic relationships for the genera of Euglossini, and for the species of *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Acta Amazonica*, v. 36, n. 2, p. 273-285, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200018>.
- OLIVEIRA, M. L.; NOGUEIRA, D. S. Apidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD, 2023. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/5076>. [Acesso em: 09.iv.2023].
- PEZZINI, F. F.; et al. The Brazilian Program for Biodiversity Research (PPBio) Information System. *Biodiversity and Ecology*, v. 4, p. 265-274, 2012.



- POKORNY, T.; LOOSE, D.; DYKER, G.; QUEZADA-EUAN, J. J. G.; ELTZ, T. Dispersal ability of male orchid bees and direct evidence for long-range flights. *Apidologie*, v. 46, p. 224-237, 2015.
- POKORNY, T.; VOGLER, I.; LOSCH, R.; SCHLÜTTING, P.; JUAREZ, P.; BISSANTZ, N.; RAMÍREZ, S. R.; ELTZ, T. Blown by the wind: the ecology of male courtship display behavior in orchid bees. *Ecology*, v. 98, p. 1140-1152, 2017.
- QUESADA, C. A.; et al. Variations in chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis. *Biogeosciences*, v. 7, p. 1515-1541, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/bg-7-1515-2010>.
- RAMÍREZ, S.; ROUBIK, D. W.; SKOV, C.; PIERCE, N. E. Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of euglossine orchid bee (Hymenoptera: Apidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 100, p. 552-572, 2010.
- ROUBIK, D. W.; HANSON, P. E. Orchid Bees of Tropical America: Biology and Field Guide. San José, Costa Rica: INBio, 2004.
- SILVEIRA, Fernando; MELO, Gabriel; ALMEIDA, Eduardo. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: Edição dos Autores, 2002. ISBN 85-903034-1-1.
- SILVEIRA, F. A.; NEMÉSIO, A. Três novas espécies de abelhas da Amazônia pertencentes ao gênero *Eulaema* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Acta Amazonica*, v. 36, n. 1, p. 121-138, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000100015>.
- WEBER, M. G.; MITKO, L.; ELTZ, T.; RAMÍREZ, S. R. Macroevolution of perfume signalling in orchid bees. *Ecology Letters*, v. 19, p. 1314-1323, 2016.
- WIKELSKI, M.; et al. Large-range movements of Neotropical orchid bees observed via radio telemetry. *PLoS ONE*, v. 5, e10738, 2010.



Submetido em: 30 de outubro de 2024

Aprovado em: 22 de maio de 2025

Publicado em: 15 de julho de 2025

AUTORIA

Autor 1:

Nome: Juliana Hipólito

Breve currículo: Doutora em Ecologia pela Universidade Federal da Bahia, Pesquisadora do Instituto Nacional da Mata Atlântica

Instituição: Instituto Nacional da Mata Atlântica – INMA

E-mail: juhipolito@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0721-3143>

País: Brasil

Autor 2:

Nome: Cristiane Krug

Breve currículo: Doutora em Entomologia pela Faculdade de Filosofia, ciências e Letras de Ribeirão Preto (USP/RP), Pesquisadora da EMBRAPA

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

E-mail: cristiane.krug@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6516-8048>

País: Brasil

Autor 3:

Nome: Thiago Mahlmann

Breve currículo: Doutor em Entomologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Curador da Coleção de Invertebrados do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão / Instituto Nacional da Mata Atlântica

Instituição: Instituto Nacional da Mata Atlântica – INMA

E-mail: thiago.mahlmann@inma.gov.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0381-6377>

País: Brasil

Autor 4:

Nome: José de J. Corrêa-Neto

Breve currículo: Doutor em Entomologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Pós-doutorando da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental)

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Amazônia Oriental)

E-mail: netoentomo@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1391-9975>

País: Brasil





Autor 5:

Nome: André Luiz Batista Tavares

Breve currículo: Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: INCT Centro de Estudos Integrados da Biodiversidade Amazônica, Manaus – AM.

E-mail: andtavares.bio@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7527-6744>

País: Brasil