



DOUBLE-UMBRELLA ENTOMOLOGICAL TRAP: UMA ARMADILHA DE INTERCEPTAÇÃO DE VOO DE BAIXO CUSTO E EFICIENTE PARA INSETOS

Juliane Coimbra Bczuska¹, João Manuel Fogaça² & André de Camargo Guaraldo^{1}*

¹ Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Laboratório de Ecologia Comportamental e Ornitologia, Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, s/n, Jardim das Américas, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil.

² Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Entomologia, Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, s/n, Jardim das Américas, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil.

E-mails: julibzuska@gmail.com; fogacabio@gmail.com; guaraldoac@gmail.com (*autor correspondente)

Resumo: Este estudo apresenta um novo modelo de armadilha de interceptação de voo alternativa à Malaise suspensa e armadilhas do tipo janela. A *Double-Umbrella Entomological Trap* demanda em média 4 h para confecção e menos de 15 min para ser instalada em campo por uma pessoa. Ela possui custo unitário inferior a R\$ 25,00 e é totalmente feita com material de fácil aquisição. Em 12 meses de testes da armadilha (N = 14) em duas áreas de Floresta Atlântica, a nova armadilha coletou 13 ordens de artrópodes numa taxa de ca. 0,15 artrópodes/h. As ordens localmente mais abundantes também foram as mais amostradas: Diptera, Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. O tempo e custo de confecção da *Double-Umbrella Entomological Trap* são extremamente baixos e sua eficiência em amostrar múltiplas taxa demonstra que esta nova armadilha possui potencial, por exemplo, em pesquisas de acesso à diversidade entomológica e em amostragens de artrópodes em estudos ecológicos.

Palavras-chave: armadilha entomológica; armadilhas do tipo janela; insetos voadores; *Malaise*.

DOUBLE-UMBRELLA ENTOMOLOGICAL TRAP: A HOMEMADE, LOW-COST, AND EFFECTIVE FLIGHT INTERCEPTION TRAP FOR INSECTS. This study presents a new flight interception trap as an alternative to suspended Malaise and window-traps. The Double-Umbrella Entomological Trap takes an average of 4 h for manufacturing and less than 15 min to be deployed in the field by a single person. It costs less than R\$ 25.00 each and is fully made of easily obtainable material. We carried out 12 months of field tests of the trap (N = 14) in two Atlantic Forest areas. The new trap collected 13 arthropods orders at a rate of ca. 0.15 arthropods/h. Most locally abundant orders were also the most collected ones: Diptera, Coleoptera, Hemiptera and Hymenoptera. The extreme low manufacturing time and costs of the Double-Umbrella Entomological Trap and its efficiency in sampling multiple taxa supports its usefulness in studies such as those related to the assessment of entomological diversity and to arthropod sampling in ecological studies.

Keywords: entomological trap; flying insects; Malaise trap; window trap.

Coletar, conhecer e descrever os organismos são etapas fundamentais para a preservação da biodiversidade, especialmente considerando o impacto geológico do ser humano sobre as taxas de extinções de espécies no Antropoceno (Losey & Vaughan 2006, Zalasiewicz *et al.* 2008, Toukhsati 2018). Incluídos nos grupos de organismos sob ameaça (Arribas *et al.* 2017), os insetos são um dos mais diversos, apresentando grande importância ecológica e econômica (Losey & Vaughan 2006, Prather & Laws 2018). Apesar disso, aparentemente o ritmo das pesquisas é insuficiente para permitir o conhecimento pleno de alguns grupos antes que alguns taxa ainda desconhecidos sejam extintos (e.g., Santos *et al.* 2017), de modo que todo esforço adicional é importante para permitir avanços no conhecimento deste grupo especioso e importante.

Nos inventários entomológicos, as coletas envolvem técnicas de capturas ativas, passivas, ou ambas, características que acarretam variações na especificidade de captura, abundância de indivíduos e qualidade dos espécimes coletados (Teixeira 2012). A busca ativa, na qual os pesquisadores utilizam aparatos como aspiradores, pinças, guarda-chuva e redes entomológicas, permite a exploração de habitats específicos e direcionamento dos esforços de coleta para determinados grupos (Grootaert *et al.* 2010). No entanto, este método implica em dificuldades à manutenção de estudos de longa duração e é comumente utilizado em estudos de inventários de grupos como Lepidoptera, Odonata, Diptera, Hymenoptera e Homoptera (Almeida *et al.* 2003). Já os métodos de captura passiva envolvem armadilhas de captura e asseguram a amostragem de grande número de indivíduos e espécies durante longos períodos sem interrupções, pois as armadilhas podem permanecer ativas constantemente (Almeida *et al.* 2003, Teixeira 2012).

Dentre as diversas técnicas de captura passiva, uma das mais utilizadas é a armadilha de interceptação de voo denominada *Malaise* (Brown 2005, van Achterberg *et al.* 2010). Esta armadilha foi desenvolvida pelo himenopterólogo René Malaise em 1937 e baseia-se no fototropismo positivo dos insetos, que são interceptados em voo através de uma barreira de tecido e então atraídos pela luz solar no topo da armadilha onde são capturados em frascos com solução preservante (Malaise 1937, Campos *et al.* 2000). A *Malaise* é amplamente utilizada em pesquisas por possibilitar a captura

constante com baixa exigência de esforço físico em relação a outros métodos de coleta. Além do mais, é eficiente na captura de amostras com grande diversidade e abundância de artrópodes, sendo indicada principalmente para estudos envolvendo insetos voadores diurnos como, por exemplo, os grupos megadiversos Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera (Campos *et al.* 2000, Campbell & Hanula 2007, Kristensen *et al.* 2007, van Achterberg *et al.* 2010, Camargo *et al.* 2015), embora outros taxa também possam ser amostrados em menor frequência (van Achterberg *et al.* 2010).

Desde a invenção desta armadilha, vários pesquisadores propuseram aperfeiçoamentos da técnica de captura (Gressitt & Gressitt 1962, Marston 1965, Steyskal 1981). Houve extrapolações para captura em copas de árvores, confecções de armadilhas utilizando garrafas plásticas e junção de técnicas como pantrap e utilização de atrativos (Basset 1988, Steyn *et al.* 1997, Campbell & Hanula 2007). Um aprimoramento específico originou a armadilha suspensa, que consiste no mesmo princípio da *Malaise* tradicional com mecanismo para ser içada em diferentes alturas (Rafael 2002). No Brasil, o custo unitário de armadilhas tipo *Malaise*, excluindo os custos de envio e importação, varia de R\$ 500,00 a R\$ 800,00 (BioQuip Products 2017). Frente aos recorrentes cenários de escassez de recursos financeiros para o desenvolvimento de pesquisas no país, minimizar custos é uma estratégia essencial para assegurar a continuidade de estudos. Visando contribuir com as pesquisas entomológicas, o acesso à diversidade entomológica e seu uso em estudos ecológicos, descrevemos neste estudo a confecção e demonstramos a eficiência de uma armadilha de interceptação de voo alternativa à *Malaise* suspensa, com baixo custo e boa eficiência de captura.

Para confeccionar as armadilhas utilizamos os princípios básicos de funcionamento das armadilhas *Malaise* aliado ao uso de materiais de baixo custo. Desta forma, as armadilhas permitem a captura tanto de artrópodes que, ao encontrarem um obstáculo possuem tendência de subir, quanto aqueles que fecham as asas e caem (Rafael 2002). Para cada armadilha confeccionada foram necessários dois guarda-chuvas pretos de cabo reto, linha de nylon (0,5-0,7 mm e 5,0 mm de diâmetro), garrafas PET (1 unidade de 0,5 ou

1,0 L e 3 unidades de 2,0 L para cada armadilha), arame galvanizado 2 mm, elástico têxtil, sacolas plásticas transparentes, corda de nylon 0,5 mm para suspender a armadilha, fita adesiva resistente de cor escura (por exemplo, fita isolante), cola à base de cianoacrilato, cola acética de silicone, tecido de nylon encerado branco e tule. Além disso, a confecção das armadilhas demandou o uso de estilete, tesoura, alicate, serra de alumínio e uma retífica manual ou furadeira.

O primeiro passo para confeccionar a armadilha (Figuras 1a e 2a) foi utilizar um estilete para cortar uma abertura no cume dos dois guarda-chuvas (Figuras 1b-d e 2b-c). A abertura deve ter um diâmetro de cerca de 15 cm, pouco menor do que o diâmetro das garrafas PET a serem utilizadas como frascos coletores (Figuras 1c e 1f). Em seguida, assegurou-se a manutenção da estrutura dos guarda-chuvas revestindo com fita isolante a armação exposta pela remoção do tecido (Figura 1d). Dois arcos de fio de nylon foram utilizados para suspender e ancorar a armadilha no local do estudo. Para tanto, pequenos orifícios foram feitos diametralmente opostos na porção mediana do raio dos guarda-chuvas (Figura 1a, 1f, e 2a).

Ambos os frascos coletores, superior e inferior, foram feitos com as garrafas PET. Para fazer o coletor inferior da armadilha (peça A; Figuras 1f e 2c), foram utilizadas as bases de duas garrafas PET, uma com volume de 2 L, cortada com 20 cm de altura, e uma de 1,0 L, cortada com 15 cm de altura. Para assegurar que os insetos coletados no frasco coletor não sejam levados pela água de chuva, furos (3-5 mm de diâmetro) de drenagem foram feitos com uma broca no fundo da garrafa maior e outros a 1 cm da borda da garrafa menor. Para fixar o frasco coletor ao guarda-chuvas, dois furos diametralmente opostos foram feitos a 1 cm da borda da garrafa maior. Para o encaixe da peça A ao guarda-chuva, foi cortada uma faixa com 2-4 cm da porção restante da garrafa de 2,0 L, desprezando-se o gargalo da garrafa (peça B; Figura 2c). A 1 cm da borda de maior diâmetro, foram feitos três furos (3-4 mm de diâmetro) em distâncias simétricas entre si. Um pedaço (3-4 cm) de arame galvanizado foi introduzido em cada um destes furos para fixar a peça B na estrutura de metal do guarda-chuva, alinhado com a abertura feita no tecido. No lado oposto da peça B, dois furos diametralmente opostos foram feitos para posterior fixação da peça A



Figura 1. Fotos da *Double-Umbrella Entomological Trap*. a) Armadilha instalada em campo; b) Foto da peça C da armadilha; c) Porção superior da armadilha, peças C e D, cobertas com saco plástico transparente; d) Detalhe da tira de nylon encerado para vedação da estrutura das garrafas coletoras; e) Junção de ambos os guarda-chuvas pelos cabos, com arame e fita isolante para proteção; f) Porção inferior da armadilha, peças A e B; g) Abertura do cume do guarda-chuva e manutenção da estrutura com fita isolante.

Figure 1. Images of the *Double-Umbrella Entomological Trap*. a) Trap installed in the field; b) Image of part C; c) Upper section of the trap, parts C and D, covered with transparent plastic bag; d) Detail of the waxed nylon strip sealing the structure of the collection bottles; e) Attachment of both umbrellas by their handle with wire and electric tape; f) Lower section of trap, parts A and B; g) Opening at the umbrella ridge and structure preservation with electric tape.

utilizando outro pedaço de arame galvanizado (20-25 cm).

Para o frasco coletor superior, foram utilizadas duas garrafas PET 2,0 L e uma garrafa PET de 0,5 L. Em uma das garrafas de 2,0 L, foi eliminada uma faixa de cerca de 5 cm da base (peça C; Figuras 1b e 2b). Na porção restante da garrafa, foram feitos

três furos equidistantes a 1 cm da borda para posterior fixação na estrutura do guarda-chuva com arame (semelhante ao realizado acima para a peça B). Na porção mediana desta garrafa, foi feita uma abertura circular de diâmetro equivalente ao da garrafa de 0,5 L. Apenas uma faixa de 10 cm da porção mediana da garrafa de 0,5 L foi utilizada. Então, 1-2 cm de uma das extremidades desta garrafa foi introduzida na abertura feita na lateral da garrafa de 2,0 L, sendo fixada externamente com a cola acética de silicone. Na outra garrafa de 2,0 L (peça D; Figuras 1c e 2b), também foi feita uma abertura com diâmetro exato para introduzir a outra extremidade da garrafa de 0,5 L. Uma vez encaixadas as peças C e D, ambas foram cobertas com saco plástico transparente (5 L) e sua fixação assegurada com o elástico têxtil (Figura 1c).

Para concluir a estrutura da armadilha, os cabos

de ambos os guarda-chuvas foram prendidos um ao outro, em posições opostas, com arame galvanizado (50-70 cm) posteriormente recoberto com fita isolante para proteção (Figura 1e). Dependendo do modelo e tamanho dos guarda-chuvas utilizados, a distância entre os domos pode variar. No nosso caso, a distância entre a extremidade dos domos dos dois guarda-chuvas foi de 1 m. Para confeccionar a barreira de voo, foram utilizados dois pedaços de tule preto ou escuro. Os pedaços tinham largura semelhante ao diâmetro dos guarda-chuvas (1 m, no nosso caso) e altura entre 10 e 15 cm maior do que a distância entre as bases dos domos dos dois guarda-chuvas (1,15 m no nosso caso). Todas as bordas do tule foram costuradas com fio de nylon para assegurar estrutura e a durabilidade do tecido. Em seguida, os dois pedaços de tule foram sobrepostos e, uma vez identificado o centro da sua

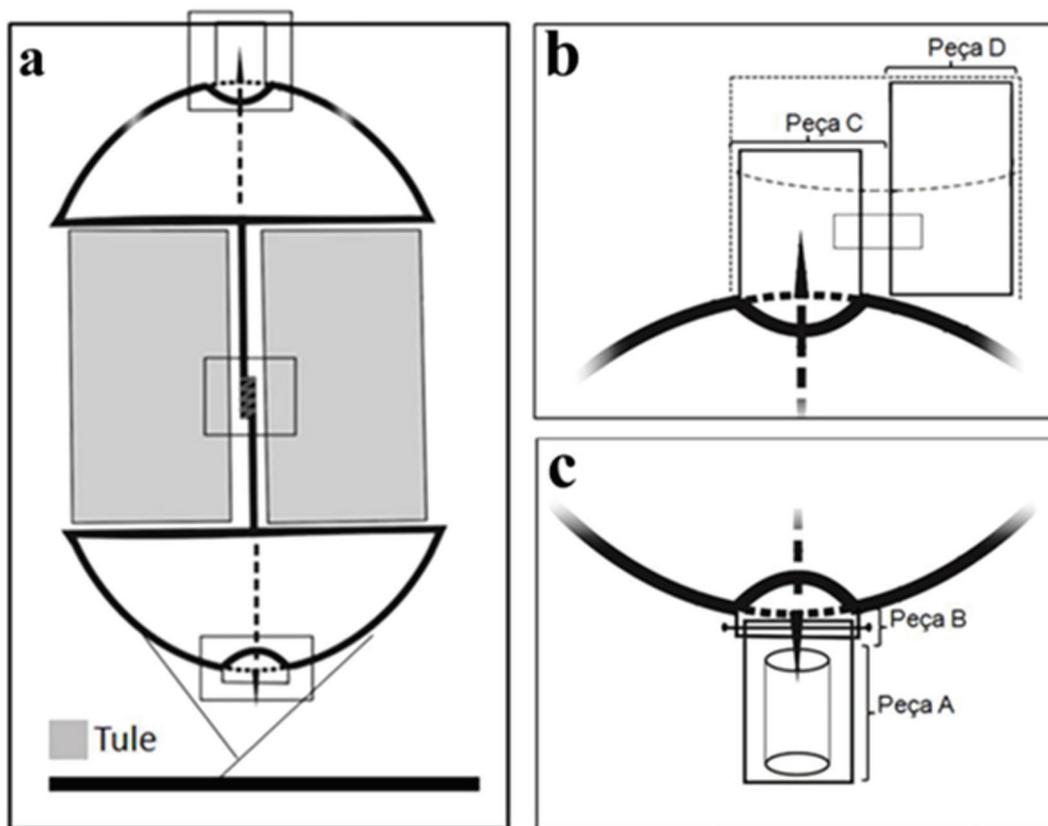


Figura 2. Esquema geral para a confecção da *Double-Umbrella Entomological Trap* de interceptação de voo de artrópodes. A) Visão total da armadilha; B) Detalhes da porção superior da armadilha de interceptação de voo (peça C: estrutura fixa à armadilha, peça D: frasco coletor removível); C) Detalhes da porção inferior da armadilha de interceptação de voo (peça A: frasco coletor removível; peça B: estrutura para fixação da parte A ao corpo da armadilha).

Figure 2. The general design for the making of the *Double-Umbrella Entomological Trap*. a) Full view; b) Details of the trap upper section (part C: Structure fixed to the trap, part D: removable collection bottle); c) Details of lower section (part A: removable collection bottle, part B: structure for attaching part A to the trap body).

largura, foram costurados um ao outro nessa região com fio de nylon de modo que formem um “X”. Cada extremidade do tecido foi então amarrada a uma extremidade de cada guarda-chuva. Duas tiras de cerca de 20 x 80 cm de nylon encerado branco foram usadas para garantir a vedação da estrutura e direcionamento dos insetos às garrafas coletoras de cada guarda-chuva (Figuras 1b e 1f). Para tanto, uma de suas laterais foi colada com cola à base de cianoacrilato ao redor da abertura do guarda-chuva (face externa) e a outra sobre a peça B. O mesmo procedimento foi realizado para a peça C, na parte superior da armadilha.

Em campo, foram usados 150-200 mL de solução preservante (etanol 70-80%, com ou sem adição de propilenoglicol, glicerina, ou solução de água com detergente e cloreto de sódio) nas garrafas coletoras inferiores (peça A) e superiores (peça D). A armadilha então foi içada usando a corda de nylon de 5 mm (Figura 1a). Para evitar ações indesejadas do vento, um pedaço de corda foi usado para ancorar a armadilha ao solo (Figuras 1a e 2a).

A eficácia de captura de artrópodes e a durabilidade das armadilhas foram avaliadas em duas áreas de Mata Atlântica. Oito armadilhas foram instaladas e monitoradas mensalmente de outubro/2015 a setembro/2016 na primeira área de estudo, uma área de Floresta Ombrófila Mista localizada na vertente Mananciais da Serra do Parque Estadual Pico Marumbi (PEPM; 25°29'S, 48°58'W; ~1000 m acima do nível do mar), no município de Piraquara, estado do Paraná, Brasil (mais detalhes em Reginato & Goldenberg 2007). Outras seis armadilhas foram instaladas na Reserva Natural Guaricica (RNG; 25°36'S, 54°25'W ~50-200 m acima do nível do mar), no município de Antonina, estado do Paraná, Brasil, uma área litorânea de Floresta Ombrófila Densa (Roderjan *et al.* 2002) e amostradas bimestralmente entre dezembro/2015 e setembro/2016.

As armadilhas confeccionadas foram instaladas a 3 m de altura no sub-bosque das áreas de estudo, com distâncias entre si variando entre 250 m e 500 m, todas permanecendo ativas 24 h/dia ao longo de todo o período de estudo. Para quantificar a abundância de artrópodes amostrados no sub-bosque, o material coletado foi armazenado em frascos com álcool 70% no Laboratório de Ecologia Comportamental e Ornitologia da

Universidade Federal do Paraná. Ao término das amostragens, os espécimes de artrópodes passíveis de identificação (i.e., sem danos ou com danos que não comprometiam sua identificação), foram identificados utilizando a chave taxonômica para insetos do Brasil (Rafael 2012). Em seguida, todas as amostras foram secas em estufa a 60°C por 24 h e, posteriormente, pesadas em balança analítica de precisão (0,1 mg). A biomassa seca (g) total de artrópodes amostrados em cada área e mês de amostragem foi então obtida ponderando-se pelo total de dias entre cada coleta das amostras. Uma Análise de Variância (ANOVA), validada pela observação gráfica dos resíduos (Zar 2010), foi calculada em ambiente R (R Core Team 2018) para avaliar simultaneamente as eventuais influências das áreas de estudo e estações do ano sobre a biomassa seca total de artrópodes coletados (N = 17). Por fim, foi avaliada a taxa de eficiência de captura da armadilha baseado no número de artrópodes amostrados por hora. A frequência de cada ordem de Arthropoda coletados foi calculada conforme a porcentagem de ocorrência das ordens em função do total de indivíduos amostrados por estação do ano.

As armadilhas mostraram-se relativamente eficientes na captura da entomofauna, frente ao seu custo unitário inferior a R\$ 25,00, permitindo a obtenção de $0,638 \pm 0,51$ g/mês (média \pm DP) de artrópodes, com taxa de captura de 0,161 e 0,116 artrópodes/h de coleta no PEPM e na RNG, respectivamente. Para fins comparativos, armadilhas *Malaise* comerciais com área usual de ~3,5 m² apresentaram taxas de captura de 1,54 insetos/h (Silva *et al.* 2014). Em outro caso, uma armadilha *Malaise* tipo *Santee* com área de interceptação de voo de 3,24 m², modelo comercial com forma mais semelhante à nossa armadilha, apresentou eficiência de captura de 2,17 insetos/hora (Campbell & Hanula 2007).

A taxa de captura no modelo de armadilha que desenvolvemos mostrou-se mais eficiente no frasco coletor superior do que no inferior (média de espécimes \pm DP superior: $39,4 \pm 50,6$; inferior: $3,3 \pm 3,1$; $t = 2,73$; $gl = 31$; $p = 0,01$). Sugerimos que durante a confecção das armadilhas seja utilizado um guarda-chuva claro na porção superior, ou mesmo, que sejam feitas aberturas nas quais sejam colados retângulos de tecido claro no domo do guarda-chuva superior para aumentar a atração

dos insetos devido ao fototropismo positivo. Pode-se ainda utilizar tecidos de outras cores para atrair grupos específicos, como o azul para insetos polinizadores (Campbell & Hanula 2007). Períodos de amostragens mensais ou bimestrais demonstraram-se eficazes para coletas envolvendo o frasco superior da armadilha, entretanto, intervalos de checagem mensais comprometeram a funcionalidade de captura da parte inferior da armadilha, cujo intervalo de monitoramento deve ser reduzido como uma função inversa da precipitação no local do estudo. Isto ocorre porque grandes intervalos entre os monitoramentos provocam acúmulo de folhas, ocasionando obstrução da abertura do frasco coletor inferior e, conseqüentemente, interferindo na padronização das amostragens. Algumas formas adicionais de solucionar estas adversidades são utilizar soluções preservantes à base de géis hidrofóbicos como glicerina e propilenoglicol, além da instalação de um cone de tela de PVC com malha de 3 cm à estrutura coletora do guarda-chuva inferior. Desse modo, as folhas que ali caírem serão direcionadas para as extremidades do domo do guarda-chuva, evitando a obstrução da abertura que leva ao frasco coletor inferior (Figura 3).

Em relação às amostras, as armadilhas coletaram 2.860 indivíduos de 13 ordens de Arthropoda (Tabela 1). Um Modelo Linear Generalizado (GLM)

com distribuição de erro binomial negativa e análise a posteriori de Tukey evidenciou diferenças no número de indivíduos de cada ordem capturados ($F = 60,8$; $p < 0,001$; Figura 4), sendo a ordem Diptera a mais amostrada nas armadilhas, seguida por Hemiptera, Hymenoptera e Coleoptera (Figura 4).

Estes resultados se assemelham ao encontrado por outros autores que avaliaram a eficiência de captura de armadilhas tipo *Malaise*, ou que compararam métodos de captura com diferentes armadilhas (Tabela 1). Dentre estes estudos, aqueles realizados com armadilhas *Malaise* obtiveram resultados semelhantes aos nossos, com mais capturas para as ordens Diptera, Hymenoptera (Brown 2005; Matthews & Matthews 2017), Lepidoptera (Gressitt & Gressitt 1962), Coleoptera e Nematocera (Diptera; Basset 1988). Em nosso estudo, a biomassa seca total amostrada pelas armadilhas não variou entre as estações ($F_3, 12 = 3,3$; $p = 0,06$) ou entre as áreas ($F_1, 12 = 0,47$; $p = 0,51$; Figura 5).

A confecção de cada armadilha demandou uma média de 4 h, variando em função da habilidade manual e familiaridade do construtor com as técnicas. Cada armadilha pode ser produzida com aproximadamente R\$ 25,00, sendo os guarda-chuvas os responsáveis pelo maior custo envolvido (~80% do total). Durante o período de avaliação de 12 meses, nenhuma armadilha apresentou

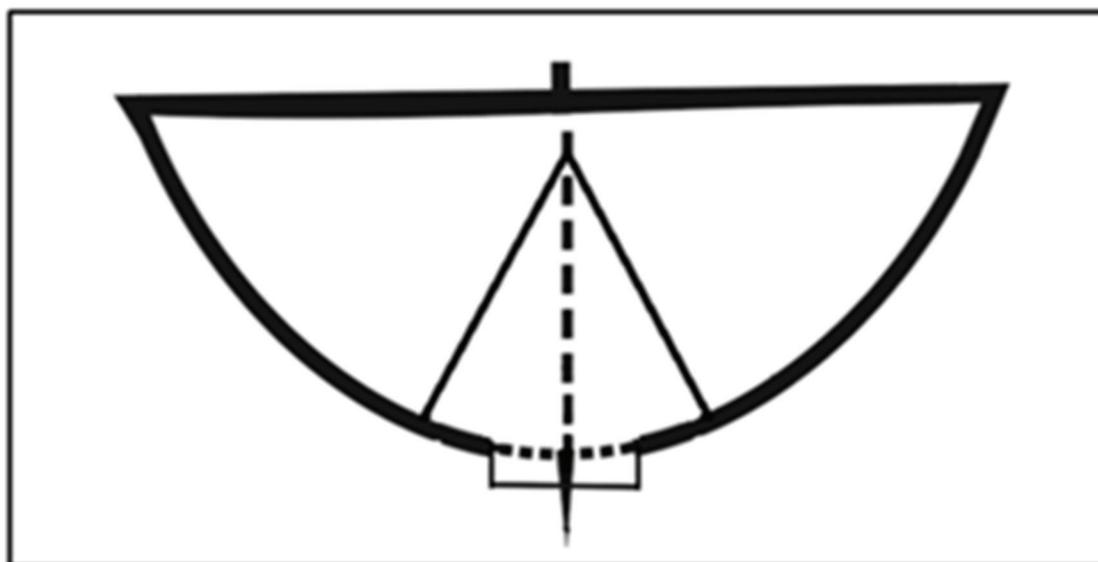


Figura 3. Esquema de acoplamento de tela de PVC na porção de coleta inferior para evitar o acúmulo de folhas na estrutura coletora inferior da armadilha de interceptação de voo de artrópodes.

Figure 3. Design for the PVC screen attachment to the lower collection portion for avoiding leave clogging of the lower collecting structure of flight interception trap.

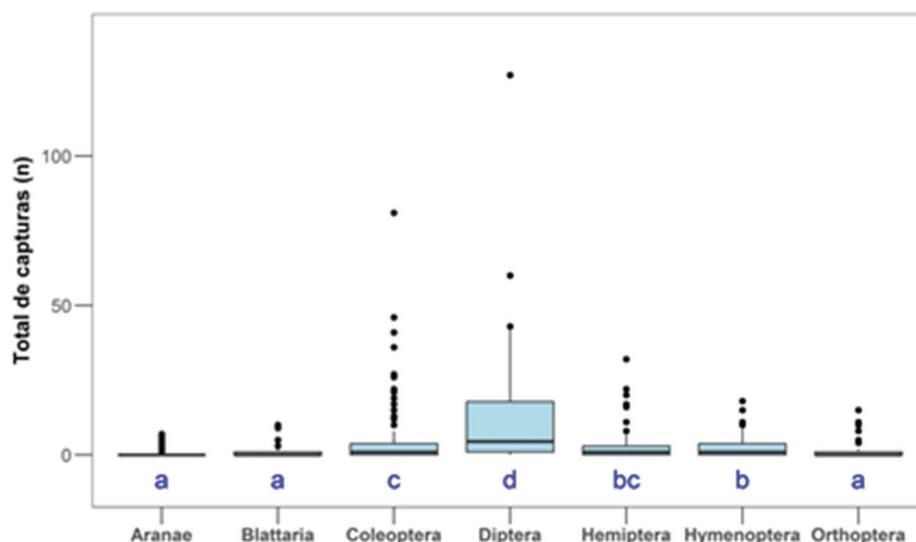


Figura 4. Boxplot da frequência de capturas dos principais taxa de insetos utilizando a *Double-Umbrella Entomological Trap* na Reserva Natural Guaricica e no Parque Estadual Pico Marumbi (PR). A frequência de captura de cada taxa foi comparada por um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição de erro binomial negativa e teste a posteriori de Tukey ($\alpha=0,05$). Letras iguais identificam os taxa com frequências de captura semelhantes.

Figure 4. Boxplot of main insect taxa capture frequency using the *Double-Umbrella Entomological Trap* in the Guaricica Natural Reserve and in the Pico Marumbi state Park (PR). The capture frequency for each taxa was compared by a Generalized Linear Model (GLM) with negative binominal error distribution and Tukey a posteriori test ($\alpha=0.05$). Equal letters identify taxa with similar capture frequencies.

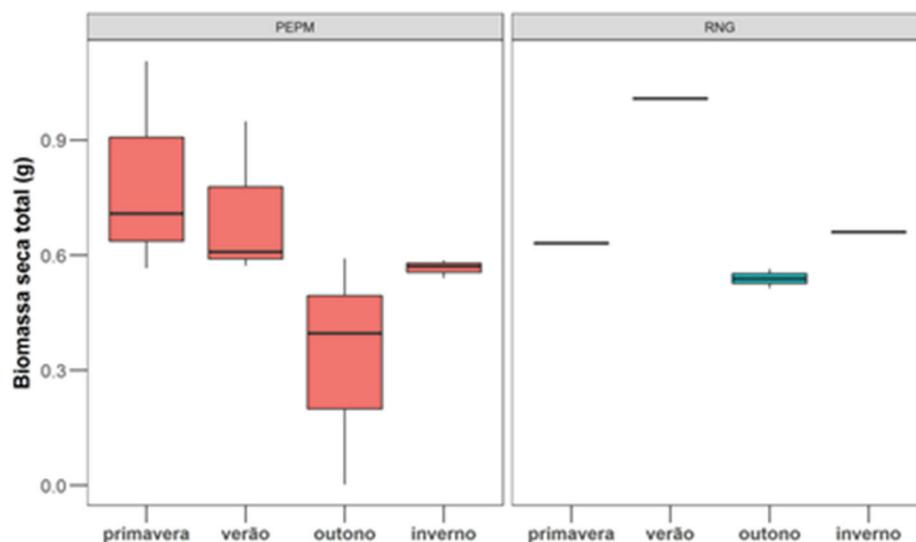


Figura 5. Boxplot da biomassa seca total (g) de artrópodes capturados em cada estação do ano em duas áreas de estudo usando a *Double-Umbrella Entomological Trap*. Não houve diferença significativa entre as estações em cada área de estudo (Tukey HSD; $\alpha = 0,05$). PEPM: Parque Estadual Pico Marumbi (Piraquara, PR), coletas mensais entre outubro/2015 e setembro/2016; RNG: Reserva Natural Guaricica (Antonina, PR), coletas bimestrais entre dezembro/2015 e setembro/2016.

Figure 5. Boxplot of arthropods total dry biomass (g) caught in each season of the year in two study areas using the *Double-Umbrella Entomological Trap*. There was no significant difference between stations in each study area (Tukey HSD; $\alpha = 0.05$). PEPM: Pico Marumbi State Park (Piraquara, PR), monthly collections between October/2015 and September/2016; RNG: Guaricica Natural Reserve (Antonina, PR), bimonthly collections between December/2015 and September/2016.

Tabela 1. Número médio \pm DP de indivíduos de cada táxon capturados na nova armadilha *Double-Umbrella Entomological Trap* considerando o total amostrado nas duas áreas de estudo (Parque Estadual Pico Marumbi, município de Piraquara, e Reserva Natural Guaricica, município de Antonina, Paraná, Brasil), entre dezembro/2015 e setembro/2016. As colunas A-G indicam a captura (+) ou não (-) de cada uma das ordens em outros estudos (ver referências) utilizando armadilhas de interceptação de voo. N = 2.860 indivíduos capturados.

Table 1. Mean \pm SD number of individual of each taxon captured in the new *Double-Umbrella Entomological Trap* considering the entire sample size in both study sites (Parque Estadual Pico Marumbi, municipality of Piraquara, e Reserva Natural Guaricica, municipality of Antonina, state of Paraná, Brazil) from December/2015 to September/2016. Columns A-G indicate capture (+) or not (-) of each order in previous studies (see References) using flight interception traps. N = 2,860 captured individuals.

Táxon	Inverno	Outono	Primavera	Verão	N	A	B	C	D	E	F	G
Araneae	0,57 \pm 0,80	0,44 \pm 1,42	0,43 \pm 1,63	0,33 \pm 0,94	56	-	+	-	-	-	-	-
Blattaria	0,80 \pm 1,85	0,50 \pm 0,76	0,97 \pm 0,87	0,87 \pm 1,86	97	-	+	-	-	-	-	+
Coleoptera	0,73 \pm 0,96	1,00 \pm 1,55	9,60 \pm 16,2	7,77 \pm 11,01	579	+	+	+	+	+	+	+
Collembola	0	0	0	0,04 \pm 0,2	1	+	-	-	+	-	-	-
Diptera	6,57 \pm 9,07	4,5 \pm 7,7	19,87 \pm 13,42	13,5 \pm 24,11	1360	+	+	+	+	+	+	+
Hemiptera	1,23 \pm 1,98	3,00 \pm 5,96	3,50 \pm 4,01	2,87 \pm 4,66	336	+	-	-	-	-	+	+
Homoptera	0	0	0	0	0	-	+	+	+	-	-	-
Hymenoptera	1,37 \pm 1,97	2,53 \pm 3,96	3,53 \pm 3,98	2,33 \pm 2,89	308	+	+	+	+	+	+	+
Lepidoptera	0,08 \pm 0,28	0	0	0,04 \pm 0,2	3	+	+	+	+	+	+	+
Neuroptera	0	0	0	0,04 \pm 0,2	1	+	-	-	-	-	+	-
Orthoptera	1,27 \pm 3,23	0,36 \pm 0,82	1,27 \pm 2,34	0,27 \pm 0,51	97	+	-	+	-	-	-	+
Psocoptera	0,08 \pm 0,28	0	0,17 \pm 0,37	0	6	+	+	+	-	-	+	-
Thysanoptera	0	0	0,04 \pm 0,20	0,04 \pm 0,2	2	+	-	+	-	-	-	-
Trichoptera	0,07 \pm 0,25	0,19 \pm 0,52	0,10 \pm 0,30	0,07 \pm 0,36	14	+	-	-	-	-	+	-

A: Matthews & Matthews (2017); **B:** Basset (1988); **C:** Campos *et al.* (2000); **D:** Brown (2005); **E:** Campbell & Hanula (2007); **F:** van Achterberg *et al.* (2010); **G:** Lamarre *et al.* (2012).

problema estrutural. As áreas em que as armadilhas foram testadas possuem oscilações climáticas que compreendem desde dias muito quentes a períodos intensos de chuva e frio, e as armadilhas demonstraram resistência a estas intempéries. O transporte em campo e a montagem foram práticos e efetivos, demandando ~15 min para montagem por um único pesquisador, como em outros modelos (Faulds & Crabtree 1995).

Os testes em campo demonstram que a *Double-Umbrella Entomological Trap* foi eficiente na captura de grupos de artrópodes com maior abundância de ocorrência. Ademais, o baixo custo de produção dessa armadilha viabiliza seu uso em um número maior de projetos que possuam restrições orçamentárias do que as armadilhas comerciais. Considerando os resultados obtidos com os testes em campo, recomendamos o uso desta armadilha em pesquisas de levantamento da entomofauna realizadas durante os períodos de pico de abundância de artrópodes, em avaliações

da disponibilidade de artrópodes como recurso alimentar na cadeia trófica local e em pesquisas direcionadas a determinados grupos focais localmente mais abundantes, como é o caso de Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Coleoptera na Mata Atlântica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos gestores das áreas de estudo por permitirem a realização do trabalho. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a legislação (SISBio: 48524-3 e IAP: 25.15). JCB e ACG receberam apoio financeiro da CAPES (respectivamente, processos 1503290 e 1459754). JMF recebeu bolsa de doutorado do CNPq (processo 140250/2015-8).

REFERÊNCIAS

- Almeida, L. M. de, Ribeiro-Costa, C. S., & Marinoni, L. 2003. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. Ribeirão Preto: Holos Editora: p. 78.
- Arribas, P., Abellán, P., Velasco, J., Millán, A., & Sánchez-Fernández, D. 2017. Conservation of insects in the face of global climate change. In: S. N. Johnson, & T. H. Jones (Eds.), *Global climate change and terrestrial invertebrates*. pp. 349–367. DOI: 10.1002/9781119070894.ch17
- Basset, Y. 1988. A composite interception trap for sampling arthropods in tree canopies. *Austral Entomology*, 27(3), 213–219. DOI: 10.1111/j.1440-6055.1988.tb01527.x
- BioQuip Products 2017. Malaise Trap. Retrieved on May 31, 2017, from <https://www.bioquip.com/search/default.asp>.
- Brown, B. V. 2005. Malaise trap catches and the crisis in Neotropical dipterology. *American Entomologist*, 51(3), 180–183. DOI: 10.1093/ae/51.3.180
- Camargo, A. J. A., de Oliveira, C. M., Frizzas, M., Sonoda, K. & Corrêa, D. 2015. Coleções entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomias para as principais ordens. Brasília: Embrapa Cerrados-Livro científico: p. 117.
- Campbell, J. W., & Hanula, J. L. 2007. Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11(4), 399–408.
- Campos, W. G., Pereira, D., & Schoereder, J. H. 2000. Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(3), 381–389. DOI: 10.1590/S0301-80592000000300001
- Faulds, W., & Crabtree, R. 1995. A system for using a Malaise trap in the forest canopy. *New Zealand Entomologist*, 18(1), 97–99. DOI: 10.1080/00779962.1995.9722012
- Gressitt, J. L., & Gressitt, M. K. 1962. An improved Malaise trap. *Pacific Insects*, 4(1), 87–90.
- Grootaert, P., Pollet, M., Dekoninck, W., & van Achterberg, C. 2010. Sampling insects: general techniques, strategies and remarks. In: J. Eymann (Ed.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring*. pp. 377–399. Belgium: Belgian National Focal Point to the Global Taxonomy Initiative.
- Kristensen, N. P., Scoble, M. J., & Karsholt, O. L. E. 2007. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. *Zootaxa*, 1668(1), 699–747. DOI: 10.11646/zootaxa.1668.1.30
- Lamarre, G. P., Molto, Q., Fine, P. V., & Baraloto, C. 2012. A comparison of two common flight interception traps to survey tropical arthropods. *ZooKeys*, 216, 43. DOI: 10.3897/zookeys.216.3332
- Losey, J. E., & Vaughan, M. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience*, 56(4), 311–323. DOI:0.1641/0006-3568(2006)56[311:TEVOES]2.0.CO;2
- Malaise, R. 1937. A new insect-trap. *Entomologisk Tidskrift*, 58, 148–160.
- Marston, N. 1965. Recent modifications in the design of Malaise insect traps with a summary of the insects represented in collections. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 38(2), 154–162.
- Matthews, R. W., & Matthews, J. R. 2017. The Malaise trap: its utility and potential for sampling insect populations. *The Great Lakes Entomologist*, 4(4), 4.
- Prather, C. M., & Laws, A. N. 2018. Insects as a piece of the puzzle to mitigate global problems: an opportunity for ecologists. *Basic and Applied Ecology*, 26, 71–81. DOI: 10.1016/j.baae.2017.09.009
- R Core Team 2018. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rafael, J. A. 2002. A amostragem: Protocolo e técnicas de captura de Díptera. In: C. Costa, S. A. Vanin, J. M. Lobo, & A. Melic (Eds.), *Protocolos de muestreo del proyecto PRIBES: red Iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática 2*. pp. 301–304. Zaragoza: Monografías Tercer Milenio.
- Rafael, J. 2012. Chave para as ordens - Adultos. In: J. Rafael, G. Melo, C. Carvalho, S. Casari, & R. Constantino (Eds.), *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. pp. 192–196. Ribeirão Preto: Holos.

- Reginato, M., & Goldenberg, R. 2007. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as Florestas Ombrófilas Mista e Densa Montana, Piraquara, Paraná, Brasil. *Hoehnea*, 34(3), 349–364.
- Roderjan, C. V., Galvão, F., Kuniyoshi, Y. S., & Hatschbach, G. G. 2002. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência & Ambiente*, 24(1), 75–92.
- Santos, D., Sampronha, S. & Santos, C. M. D. 2017. Advances on Dipterology in the 21st century and extinction rates. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 57(33), 433–444. DOI: 10.11606/0031-1049.2017.57.33
- Silva, F. N. P., da Costa Junior, D. P., & Nunes, J. F. 2014. Comparação entre três métodos de coleta de insetos no Cerrado da Trilha do Sol em Capitólio, MG. *Caderno de Estudos Tecnológicos*, 2(1), 17–22.
- Steyn, W. P., Brink, T., & DeBeer, M. S. 1997. Evaluation of different food attractants for baiting the Natal fruit fly (*Ceratitis capitata*) (Karsch) (Diptera: Tephritidae). *Inligtingsbulletin Iinstitut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse*, 295, 12–16.
- Steyskal, G. C. 1981. A bibliography of the Malaise trap. *Proceedings Entomological Society of Washington*, 83, 225–229.
- Teixeira, F. M. 2012. Técnicas de captura de Hymenoptera (Insecta). *Vértices*, 14, 169–198.
- Toukhsati, S. R. 2018. Animal Extinctions. In: C. G. Scanes, & S. R. Toukhsati (Eds.), *Animals and human society*. pp. 499–518. London: Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-805247-1.00031-9
- van Achterberg, C., Grootaert, P., & Shaw, M. R. 2010. Flight interception traps for arthropods. In: J. Eymann (Eds.), *Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring*. pp. 423–462. Belgium: Belgian National Focal Point to the Global Taxonomy Initiative.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Smith, A., Barry, T. L., Coe, A. L., Bown, P. R., Brenchley, P., Cantrill, D., Gale, A., Gibbard, P., Gregory, F. J., Hounslow, M. W., Kerr, A. C., Pearson, P., Knox, R., Powell, J., Waters, C., Marshall, J., Oates, M., Rawson, P., & Stone, P. 2008. Are we now living in the Anthropocene. *GSA Today*, 18(2), 4. DOI: 10.1130/GSAT01802A.1
- Zar, J. H. 2010. *Biostatistical analysis*. London, England: Prentice-Hall International: p. 944.

Submetido em: 10 de Março de 2018

Aceito em: 26 de Julho de 2018

Publicado online: 27 de Setembro de 2018

Editor Associado: Gudryan J. Barônio