

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS *CAMPUS* SOROCABA

JULIA MARIA PAIS MACIEL

ESTUDO SOBRE PREFERÊNCIA DE CORES PARA FORRAGEAMENTO
DE BORBOLETAS EM CATIVEIRO NO BORBOLETÁRIO MUNICIPAL DE
OSASCO/SP, BRASIL

SOROCABA – SP

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS *CAMPUS* SOROCABA

JULIA MARIA PAIS MACIEL

ESTUDO SOBRE PREFERÊNCIA DE CORES PARA FORRAGEAMENTO
DE BORBOLETAS EM CATIVEIRO NO BORBOLETÁRIO MUNICIPAL DE
OSASCO/SP, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Humanas e Biológicas da Universidade
Federal de São Carlos, campus Sorocaba,
para a obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Virginia Urso-
Guimarães.

Co-Orientadora: Msc Paulina Aparecida
Arce

SOROCABA – SP

2020

Folha de aprovação

Julia Maria Pais Maciel

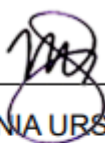
“ESTUDO SOBRE PREFERÊNCIA DE CORES PARA FORRAGEAMENTO
DE BORBOLETAS EM CATIVEIRO NO BORBOLETÁRIO MUNICIPAL DE
OSASCO/SP, BRASIL”

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Sorocaba, 16 de DEZEMBRO de 2020.

Orientadora _____



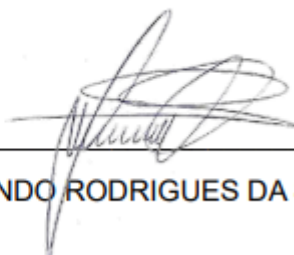
Prof. Dra. MARIA VIRGINIA URSO-GUIMARÃES



Membro 1 _____

Prof. Dr. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN

Membro 2 _____



Prof. Dr. FERNANDO RODRIGUES DA SILVA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu pai, que sempre esteve ao meu lado até quando eu idealizasse os sonhos mais impossíveis, me apoiando e ajudando na realização de todos eles. Agradeço imensamente o pai presente que ele é e todo o esforço que ele sempre fez para me ver feliz.

A todas as amigadas que eu conquistei ao longo desses anos, tornaram mais branda a dor da saudade de casa, compartilhando momentos de tristeza e felicidade. Dentre essas, eu não poderia deixar de citar quatro amigadas extremamente importantes: Gabriela, Isadora, Cintia e Letícia. Essas que estiveram ao meu lado em todos os momentos que enfrentei. Sem vocês, nada teria sido tão engrandecedor e gratificante.

Não poderia deixar de citar meus anos de membro e Diretora de Eventos dentro da Atlética da Biologia. Foram anos de trabalho estressante, mas também de muito divertimento. Disso, me rendeu duas grandes amigadas imprescindíveis: Jair e Erickson. Muito obrigada pelo companheirismo.

E a ela, que sei que está mais que feliz com o encerramento deste ciclo onde é que você estiver, minha Eterna Neném, olhando por nós e se divertindo às nossas custas. Nunca me esquecerei da figura materna que você se tornou, mesmo sendo mais nova que eu, cuidando sempre da nossa casinha e de mim e da Isadora. Você foi imensamente amada, Inayá e não poderia deixar de dedicar meus momentos felizes a você. A saudade é enorme.

Aos meus grandes amigos Matheus Zero2 que sempre esteve disposto a me ajudar em tudo e Naim, que foi um ótimo parceiro nesses anos de graduação.

Agradeço ao Borboletário de Osasco e a minha chefe, bióloga Paulina que me auxiliou no meu estágio e disponibilizou tempo e orientação para que esse trabalho fosse concluído.

Por fim, a todo o Corpo Acadêmico da Universidade que com cada ensinamento me fez crescer como pessoa e principalmente ansiar por ser um profissional competente, mas em especial, a minha orientadora Dra. Maria Virginia que, desde a nossa primeira aula, já me entusiasmou com sua dedicação a profissão.

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade.”

- Chico Mendes

RESUMO

Lepidópteros são animais carismáticos, coloridos e de fácil amostragem. Eles se dividem entre borboletas e mariposas. A alimentação é dividida entre os que se alimentam de néctar ou os que se alimentam de frutas. Algumas espécies são generalistas, podendo se alimentar de ambos. Os lepidópteros nectarívoros apresentam preferências no forrageamento de algumas flores por conta da sua cor e do seu cheiro. Foi observada a preferência alimentar de *Heliconius erato* (nymphalidae), *Phoebis neocypris* (Pieridae) e *Siproeta stelenes* (nymphalidae) no Borboletario Municipal de Osasco/SP, onde notou-se que, *H. erato* tem preferências por amarelo e laranja ao azul e verde e uma preferência olfativa no perfume floral de *Lantana Camara*. Já *P. neocypris*, teve seus pousos na cor vermelha notando similaridade com a natureza, já que ela se alimentam de flores com cores vibrantes e também de *L. câmara*, mas que espécies generalistas como a *S. stelenes* não há preferência por nenhuma cor, pois agem concomitantemente como uma espécie de hábitos nectarívora e frugívora. O cativeiro apresenta um efetivo enriquecimento ambiental, com espécies de flores que se encaixam na síndrome de psicofilia, além da *Lantana câmara*, a flor preferida das *Heliconius*.

Palavras-chave: Lepidópteros. Forrageamento. Enriquecimento Ambiental. Cor.

ABSTRACT

Lepidoptera are holometabolic, charismatic, colorful and easily sampled animals. They are divided between butterflies and moths. The feeding type are divided between those who eat nectar or those who eat fruit. Some species are generalists and can feed on both. Nectarivorous lepidopterans show preference in the foraging of some flowers due to their color and smell. The feeding preference of *Heliconius erato* (nymphalidae), *Phoebis neocypris* (Pieridae) and *Siproeta stelenes* (nymphalidae) was observed at the Borboletário Municipal de Osasco/ SP, where it was noted that, both for *H. erato* has preferences for yellow and Orange over blue and green and na olfactory preference in the floral scent of *Lantana Camara*. Already *P. neocypris* had their landings in red color noting similarity with nature, since they feed on flowers with vibrant colors and also *Lantana câmara*, but that generalista species like *S. stelenes* have no preference for any color, because they act concomitantly as a kind of nectarivorous and frugivorous habits. The captivity presents an effective environmental enrichment, with species of flowers that fit the psychophilia syndrome, in addition to *Lantana Câmara*, *Heliconius'* favorite flower.

Keywords: Lepidoptera. Foraging. Environmental Enrichment. Color.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
1.1	ORDEM LEPIDÓPTERA – BORBOLETAS E MARIPOSAS.....	9
1.2	A IMPORTANCIA DA CONSERVAÇÃO EX SITU	12
1.3	PAPEL DA COR NA ALIMENTAÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	17
3.	MATERIAS E MÉTODOS	17
3.1	ÁREA DE ESTUDO	17
3.2	ESPÉCIES DE BORBOLETAS UTILIZADAS	20
3.3	AMOSTRAGEM	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	RESULTADOS.....	23
4.2	DISCUSSÃO	26
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
6.	REFERÊNCIAS.....	29
7.	APENDICES A.....	39
8.	APENDICES B.....	40

1. INTRODUÇÃO

1.1 ORDEM LEPIDÓPTERA – BORBOLETAS E MARIPOSAS

Os insetos somam mais de um milhão de espécies conhecidas, estando presentes em habitats terrestres e de água doce. Uma parcela significativa dos insetos têm grande valor para a sociedade em função de prestarem serviços ecológicos relacionados à polinização, decomposição, controle de microrganismos e pragas, além da produção de remédios, cera, mel e outros produtos alimentares (ALMEIDA & FREITAS, 2012).

Entre os insetos mais conhecidos e carismáticos, encontram-se as borboletas e mariposas pertencentes à Ordem Lepidoptera (*lepidos* = escamas, *pteron* = asas), da classe Hexapoda. Os lepidópteros são animais holometábolos, que possuem ciclo de vida composto por quatro fases do desenvolvimento: ovo, larva (lagarta), pupa (crisálida) e indivíduo adulto (DUARTE, 2012). O ciclo de vida desses animais tem início com a oviposição do ovo pela fêmea, geralmente sobre plantas (principalmente folhas e flores) ou no solo, muito possivelmente próximo à planta a qual a larva se alimenta, denominada hospedeira (HEPPNER, 2008). Quando os ovos eclodem, emergem as larvas, popularmente conhecidas como lagartas, que podem ser solitárias ou gregárias (HEPPNER, 2008). Durante essa fase, elas se alimentam de folhas, raízes, sementes ou flores, podendo ser mais generalistas (consumindo vários tipos de vegetais) ou especialistas (restrita a um tipo de planta). Nesta fase as larvas alimentam-se por quase todo o tempo para armazenarem energia para a fase adulta, onde a alimentação muda (MILLER&HAMMOND, 2003). A fase seguinte é a de pupa, a fase mais delicada desse ciclo de vida por não se alimentarem e ficarem praticamente sem movimentos, impossibilitando a fuga ou a defesa em caso de ataque (ALMEIDA&FREITAS, 2012). As lagartas podem ou não deixar a planta hospedeira para empupar. As pupas de borboleta possuem uma estrutura de fixação com ganchos ao final do abdômen, chamada cremaster, ao qual se fixa ao local escolhido, empupadas penduradas pela extremidade caudal ou de forma semi ereta (ORLANDIN et al.,2016).

No geral, as borboletas são insetos diurnos, muitas vezes com cores vivas, fáceis de reconhecer, e as mariposas, na maioria das vezes, são pouco coloridas e possuem hábito noturno (BROWN, 1979).

Os lepidópteros são representados no mundo por aproximadamente 160 mil espécies (KAWAHARA et al., 2019), sendo dessas, na região Neotropical, conhecidas entre 7.100 e 7.900 espécies de borboletas (SOARES et al., 2012). No Brasil, há aproximadamente 4.531 espécies de borboletas conhecidas (ORLANDIN et al, 2020), dessas, pelo menos 63 estão ameaçadas de extinção (MACHADO et al., 2005; ICMBIO, 2018). É um grupo que possui sua sistemática relativamente bem conhecida comparado a outros grupos de insetos tropicais, além de possuírem relativa facilidade em amostrar, avaliar e identificar em campo (BROWN, 1991).

As mariposas distribuem-se em cerca de 121 famílias, no entanto, poucas são conhecidas pelo público em geral, diferentemente das borboletas, que são mais conhecidas e estudadas, e distribuem-se em apenas seis famílias: Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae e Hesperidae (ORLANDIN et al, 2020).

Os lepidópteros possuem organização corpórea semelhante a outros insetos, com corpo constituído de cabeça, tórax e abdômen e protegido por um exoesqueleto de alfa-quitina, com articulação de membros e entre os segmentos e tagmas, além de por áreas membranosas que permitem seu movimento (SMART, 1975).

A cabeça possui um par de olhos compostos, um par de antenas e o aparelho bucal em forma de tubo que realiza a função de sucção de líquidos, denominado espirotromba (ORLANDIN et al., 2020). O tórax é constituído por três segmentos, cada um com seu par de pernas e dois pares de asas inseridas nos segmentos meso e metatórax (BILOTTA, 1994). O abdômen é a porção posterior do corpo e abriga a maior parte do aparelho digestório e os órgãos ligados à cópula e reprodução (ALMEIDA&FREITAS, 2012).

Quanto ao hábito, as borboletas e mariposas se dividem em dois grupos principais: 1) as que se alimentam de néctar, denominadas nectarívoras, que compõem as famílias Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Hesperidae e algumas subfamílias pertencentes à Nymphalidae e 2) as que se alimentam de material em decomposição, como frutas fermentadas, fezes e carcaças de animais. Esse segundo grupo é denominada frugívoras, sendo a maioria dos representantes da família

Nymphalidae, pertence às subfamílias Satyrinae, Morphinae, Charaxinae, Biblidinae, Brassolinae e a tribo Coeini de Nymphalinae (BROWN 1992; FREITAS et al., 2003). Algumas espécies são mais generalistas ainda podendo se alimentar, concomitantemente de néctar, frutas fermentadas e material em decomposição (SILVA et al., 2013).

Os lepidópteros nectarívoros ajudam na polinização de algumas plantas (BROWN & FREITAS, 1999). As plantas podem ser polinizadas por agentes bióticos (zoofilia) ou abióticos (vento ou água) (MAUES, 2014). A morfologia e a biologia das flores estão diretamente relacionadas aos seus mecanismos de polinização e o conjunto de atributos florais comuns a determinado grupo de polinizadores é denominado síndrome floral ou síndrome de polinização (VIEIRA & FONSECA, 2014). É comum o reconhecimento de certos atributos florais associados à atração de determinados polinizadores, e no caso de plantas polinizadas por borboletas, cuja síndrome é chamada de psicofilia, as flores apresentam as seguintes características: são actinomorfas (flor que apresenta simetria radial), possuem corola longo-tubulosa e na posição ereta; cores vivas, incluindo vermelha; odor suave e o recurso oferecido ao polinizador é o néctar (VIEIRA & FONSECA, 2014).

As famílias de borboletas mais importantes para polinização de plantas são as das famílias Lycaenidae, Hesperidae, Nymphalidae, Pieridae e Papilionidae. A família Lycaenidae possui a segunda maior riqueza de espécies depois de Nymphalidae (DUARTE, 2012) com aproximadamente 6.500 espécies descritas no mundo (POGUE, 2009). Têm distribuição mundial, porém é mais diversificada na região Neotropical, região biogeográfica que se estende do centro do México até o extremo sul da América do Sul, possuindo 40% do total das espécies descritas (HEPPNER, 2008). No entanto, há estimativas de que existem centenas de espécies ainda por ser identificadas (POGUE, 2009). As Hesperidae somam cerca de 3.100 espécies distribuídas em todo o mundo, exceto nos pólos e na Nova Zelândia. Estão bem representadas na região Neotropical, com aproximadamente 2.300 espécies. Já no Brasil, são estimadas em torno de 1.160 espécies (HEPPNER, 2008; MIELKE et al., 2012). As borboletas da família Nymphalidae tem uma distribuição ampla, somando 7.200 espécies no mundo, com 788 espécies conhecidas no Brasil e mais de 2000 espécies estimadas para a região Neotropical (BROWN & FREITAS, 1999). Muitos adultos alimentam-se de néctar ou de frutas fermentadas, excrementos, exsudatos

(secreções) de plantas e animais em decomposição (UEHARA-PRADO et al, 2004). As borboletas da família Pieridae possui em torno de 1.200 espécies, tendo em torno de 65 espécies para o Brasil (DUARTE, 2012). As borboletas da família Papilionidae possuem aproximadamente 589 espécies no mundo e 551 espécies na Região Neotropical. São diurnas e voam de forma lenta e plana, com um característico prolongamento nas asas posteriores (DUARTE, 2012) e os adultos alimentam-se de néctar.

Na natureza, como observado por Lemes et al (2008), as Pieridae, como *Phoebis* e as Nymphalidae, como *Heliconius erato* estão no grupo de borboletas visitantes florais comuns em regiões tropicais (DE VRIES, 1987; CORREA et al., 2001; FONSECA et al., 2006; KUNTE, 2008), sendo, muitas vezes, polinizadoras (BARBOSA et al., 2006). Espécies do gênero *Phoebis* possuem voo rápido, além de uma probóscide alongada, permitindo que elas explorem uma maior diversidade de flores, portanto, encontram uma maior gama de néctar (CORBET, 2000). *Heliconius erato* já foi observada visitando as seguintes plantas: *Lantana camara* L. (Verbenaceae), *Eupatorium laevigatum* Lam. (Asteraceae), *Russelia equisetiformis* Schl. et Cham. (Scrophulariaceae) e *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.)Vahl (Verbenaceae) (LEMES et al., 2008). Grande parte dessas espécies vegetais são nativas e com flores que se encaixam na síndrome de psicofilia. Em viveiros, já foram observados indivíduos de *S. stelenes* visitando a planta *Pentas lanceolata* (Rubiaceae) (Fig. 3e) que possui flores vermelhas, rosas ou brancas, além de *Ruellia brevifolia* (Acanthaceae), *Euphorbia pulcherrim* (Acanthaceae) e *Patchystachys lutea nees* (Euphorbiaceae), por possuir cor amarelo forte e bastante néctar (OSASCO, 2017). Neste estudo serão testadas as preferências no forrageamento de borboletas das famílias Nymphalidae, Pieridae e Papilionidae.

1.2 A IMPORTANCIA DA CONSERVAÇÃO EX SITU

A conservação dos habitats é de extrema importância já que, atualmente ocorre uma intensa perda de biodiversidade decorrente da degradação de ambientes naturais por ação antrópica (ORSINI & BONDAN, 2006; LIRA et al, 2012).

Na última edição do “Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção” (ICMBIO, 2018), 63 espécies de lepidópteros constam como ameaçados, sendo 25 na categoria Criticamente em Perigo (CR), 26 na categoria Em Perigo (EM) e 12 na Vulnerável (VU). Diversos fatores colaboram para que uma espécie esteja em risco de extinção, mas no cerne do problema, encontram-se as atividades antrópicas derivadas pelo crescimento populacional e conseqüentemente, econômico, mesmo que cada espécie apresente fatores intrínsecos, como, por exemplo, capacidade de dispersão e taxa reprodutiva. (ICMBIO, 2018). Ainda de acordo com a lista vermelha (2018), dos 1.173 táxons ameaçados de extinção, 1.013 (86%) são continentais, sendo que 662 ocorrem em ambientes terrestres e 351 em água doce. Dentre as espécies continentais, os fatores para a perda dos habitats estão as conseqüências de atividades agropecuárias, a pressão e a expansão urbana, construção de empreendimentos para geração de energia, incluindo barragens e parques eólicos (Fig. 1). A poluição também está relacionada, sendo ela, industrial, urbana ou agrícola, causada pelo uso de agrotóxicos (esta última atingindo principalmente os invertebrados, incluindo borboletas e mariposas (ICMBIO, 2018).

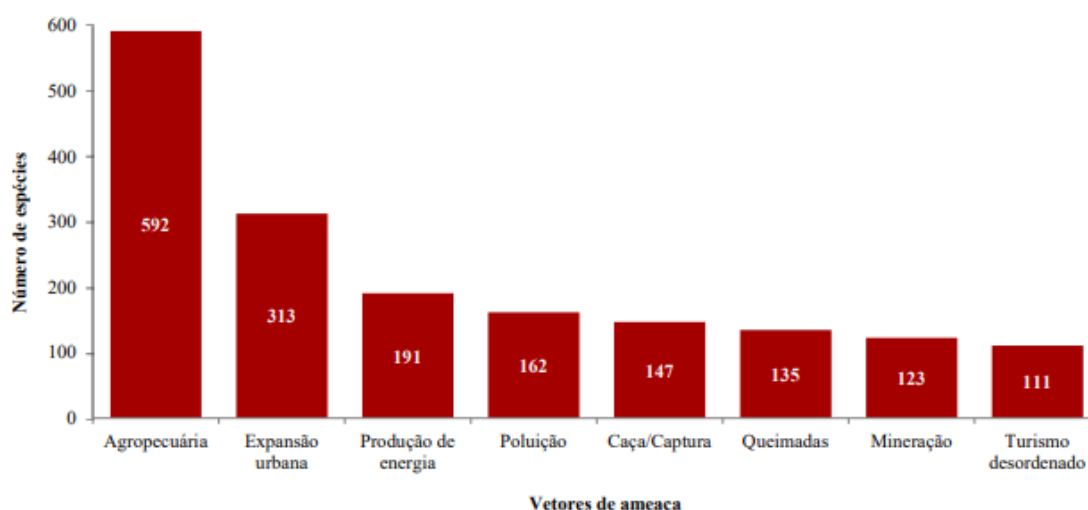


Figura 1: Gráfico de vetores de ameaça das espécies continentais Fonte: (ICMBIO 2018).

Apesar de ameaçadas, as espécies de borboletas com alta mobilidade, longo período de voo e baixa especificidade de planta hospedeira apresentam riscos de extinção menores que borboletas de outros hábitos (KOTIAHO et al., 2005; EKROOS et al., 2010).

O aumento de áreas desmatadas para plantio de pastagens para pecuária extensiva de baixa produtividade e para grandes extensões de monocultura de soja e algodão e o aumento das áreas destinadas a construções imobiliárias vem ocasionando modificações nos biomas. Isso resulta em fragmentação do habitats, resultando em um mosaico de pequenos fragmentos, os únicos refúgios de vida silvestre (ICMBIO, 2018). No entanto, até mesmo os fragmentos remanescentes sofrem com a exploração dos recursos, com poluição, fogo, caça, entre outros (ALMEIDA & FREITAS, 2012).

Essa é a situação que diversos dos nossos biomas se encontram, ameaçando um número cada vez maior das espécies de seres vivos em todos os ambientes brasileiros. A situação de fogo fora de controle no Pantanal e Floresta Amazônica na estação seca de 2020 tem colocado em risco muitas espécies simbólicas de nossos biomas como as araras azuis (SILVEIRA, 2020).

Uma teoria bem aceita é a que altas concentrações de nitrogênio na dieta favorece os insetos herbívoros, incluindo os lepidópteros (WHITE, 1993; CHEN et al, 2008). O metabolismo fica mais eficiente apesar de menor ingestão de alimentos (MOREHOUSE & RUTOWSKI, 2010), altera morfologia, o que proporciona maior aptidão e aumento da fecundidade (AWMACK & LEATHER, 2002). No entanto, Kurze et al (2018) testou que altas concentrações de fertilizantes normalmente usados na agricultura, conseqüentemente, altas taxas de nitrogênio, possibilita a diminuição da sobrevivência de larvas e mariposas. Isso significa que as quantidades atuais de fertilizantes na agricultura estão excedendo a tolerância fisiologia de insetos, como os lepidópteros (KURZE et al., 2018).

Um agravante na atual situação é a falta de informações sobre a maioria das espécies de borboletas e mariposas, o que pode significar que outras espécies também possam estar ameaçadas ou até mesmo já extintas (ALMEIDA & FREITAS, 2012), portanto, se faz urgente a necessidade de medidas de conservação efetivas e de manejo para a preservação das espécies.

Notando a situação de perda de habitats e conseqüentemente dos animais, se faz necessária a presença de mecanismos que visem a preservação animal e vegetal (RUIZ-MIRANDA et al, 2003). Há duas formas principais de conservação: *in situ* e *ex situ*. Para a primeira, são estratégias de conservação dos habitats naturais e

manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais (BRASIL, 2012). Já para a conservação *ex situ*, refere-se a uma estratégia de preservação e recuperação de uma porção representativa de espécies vegetais e animais em cativeiros (BRASIL, 2012) e que são ameaçados *in situ* (MMA, 2019). Os zoológicos, hortos florestais, aquários, viveiros e outras áreas de conservação *ex situ* tem importância no estudo de espécies nativas e exóticas, além de serem áreas verdes importantes para os ambientes urbanos e preservarem muitos animais e plantas da fauna e flora dos diversos ecossistemas da Terra (GOMES&FAJARDO, 2019)

Compreendida a necessidade da conservação das espécies, é importante que haja preocupação com a qualidade de vida dos indivíduos (ORSINI&BONDAN, 2006).

O bem-estar é um atributo que relaciona a qualidade de vida ao indivíduo, sendo que estes podem ter dificuldade nas interações por falta ou excesso de estímulos (PIZZUTTO, 2003). De tal forma, o ambiente não pode ser restritivo, com baixa variedade de substratos, poucos alimentos e interferências externas como temperatura e umidade diferentes do que são encontrados nos habitats naturais (MADER, 1996; AZEVEDO,2018).

1.3 PAPEL DA COR NA ALIMENTAÇÃO

Os insetos visitantes de flores dependem de uma combinação de comportamentos inatos e aprendidos para localizá-las (BALAMURALI et al., 2019).

A discriminação de cores é um importante padrão de sobrevivência de organismos, uma vez que, borboletas e abelhas que se alimentam de néctar, necessitam, em grande parte, do estímulo visual para que reconheça uma fonte de alimento (SWIHART, 1972). Estudos comportamentais de borboletas mostraram, não só a importância das cores em selecionar qualquer espectro visível (demonstrado em *Heliconius charithonia* L.) na alimentação como também no cortejo devido à coloração chamativa das asas (SWIHART,1972). Em razão de mudanças adaptativas do sistema nervoso, confere a elas a presença de uma retina com três receptores,

denominada visão tricromática, dando suporte a existência de fotorreceptores verde, azul e vermelho (SWIHART, 1967).

Pouco se conhece a respeito dos mecanismos envolvidos na procura de alimentos, mas foi observado que as espécies *Aglais urticae* (ANDERSSON, 2003) (Nymphalidae) e *Pieris brassicae* (SCHERER & KOLB, 1987) (Pieridae) mostram preferência em cores, independente do brilho das mesmas. *P.brassicae* apresentou respostas em diferentes espectros de luz: alimentação em 420-500 nm (violeta) e 590-610 nm (laranja-vermelho) e oviposição por 520-580 nm (verde) ou 590 nm (amarelo) (SCHERER & KOLB, 1987). Outros estudos comprovaram a capacidade de aprendizado ao associar cores a uma fonte alimentar e treinaram *Papilio xuthus* L. para se alimentar de uma solução de sacarose colocada em um disco de uma determinada cor. Os resultados demonstraram que os discos vermelho e amarelo foram significativamente mais visitados do que os discos verdes e azuis, no entanto, essa preferência se deu após treinamento (HORI et al., 2006).

A importância de pistas visuais e olfativas varia, muito provavelmente, entre as espécies, sendo, além da cor, o cheiro um importante fator (SOURAKOV et al., 2012). A maioria dos animais visitantes de flores preferem uma cor e um aroma específico e os usa para a seleção de flor, servindo de hierarquia de preferência quando um sinal é combinado a outro. Um trabalho com adultos de *Vanessa indica* em laboratório mostrou preferência em modelos de flores de papel na cor amarelo e azul, no entanto, quando combinadas pistas de cor com pistas de cheiro em bioensaios, onde foram oferecidas a modelos de flores roxas (uma cor relativamente pouco atraente), os modelos com composto ativo de cheiro foram mais atraentes do que os controles inodoros, demonstrando que, para essa espécie, os resultados dependem principalmente da cor e, secundariamente do cheiro durante a visita às flores (OMURA & HONDA, 2004).

Poucos trabalhos foram feitos com borboletas neotropicais em cativeiro para compreender seu forrageamento, portanto este estudo tem como objetivo usar o parâmetro cor para preencher uma lacuna.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é testar se há preferência de cores no forrageamento de borboletas em cativeiro no viveiro do Borboletário Municipal de Osasco para uma compreensão da qualidade das condições atuais de sua oferta alimentar.

3. MATERIAS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no Borboletário Municipal de Osasco (Fig. 3), que fica situado no Parque Ecológico Ana Luiza Moura Freitas (Fig. 2), no município de Osasco, região metropolitana de São Paulo. O parque tem 10 mil m² de área e o borboletário, que foi inaugurado em 2009, possui 134 m² e foi enriquecido com as seguintes espécies de plantas dentro do viveiro, conforme o Manual de Plantas do Borboletário de Osasco (OSASCO, 2017): *Ruellia brevifolia*, *Brunfelsia uniflora*, *Patchystachys lutea nees*, *Lantana camara*, *Citrus aurantifolia*, *Euphorbia putcherrima*, *Buddeja madagascariensis Lam*, *Jasminum polyanthum*, *Brassica oleracea L.* (couve), *Brassica juncea* (mostarda), *Hydrangea macrophylla*, *Zinnia elegans*, *Lavandula dentata*, *Morus nigra L.* (amora), *Passiflora spp*, *Dalechampia spp*, *Ipomoera purpurea (L.) Roth*, *Convallaria majalis L.*, *Streptosolen jamesonii*, *Sphagneticola trilobata*, *Impatiens parviflora*, *Pentas lanceolata*.

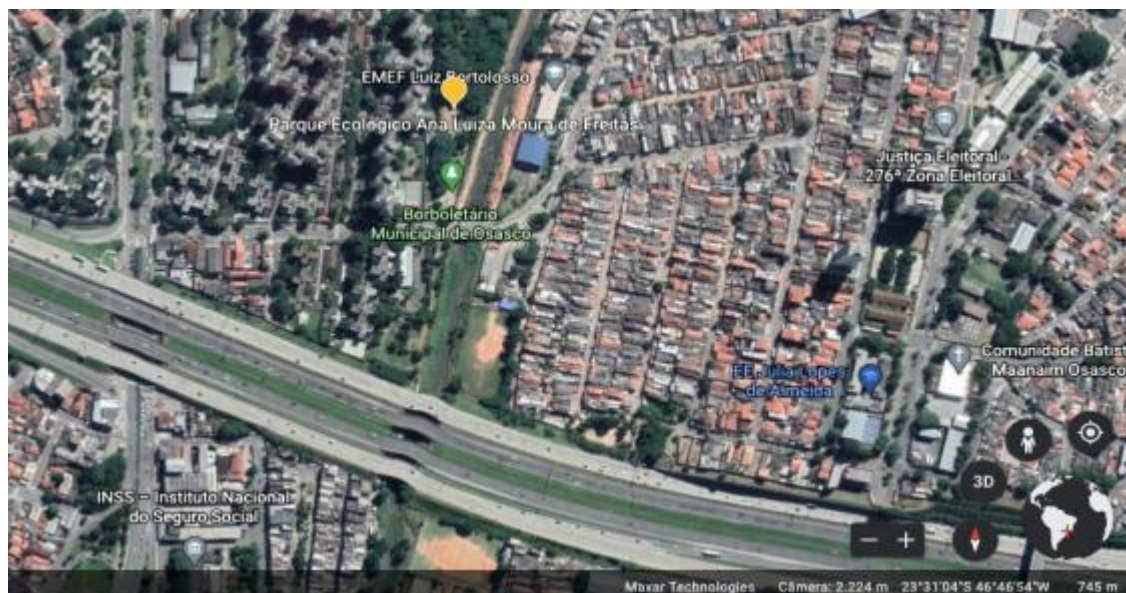


Figura 2: Vista de cima do bairro Jd. Piratininga evidenciado em amarelo o Parque Ecológico Ana Luiza Moura Freitas. Fonte: Google Earth, 2020.



Figura 2: Acesso e entrada do Borboletário Municipal de Osasco Fonte: Do autor, 2020.

Na tabela abaixo (tabela 1), está relacionado cada espécie de flor plantada no viveiro do borboletário com suas principais características relacionadas a polinização.

Tabela 1: Lista de espécies de flores presentes no Borboletário Municipal de Osasco e suas respectivas características relacionadas a polinização.

Espécie	Cores	Características	Síndrome de polinização
<i>Buddleja madagascariensis</i> Lam (STOCK&WILD, 2002)	Amarela	Flores com corola tubular	Melitófilia, falenofilia psicofilia
<i>Patchystachys lutea nees</i> (AGOSTINE&SAZIMA, 2003)	Amarela	Inflorescência, zigomorfa	Melitófilia, ornitofilia, psicofilia, quiropterofilia
<i>Sphagneticola trilobata</i> (DOS SANTOS <i>et al</i> , 2009)	Amarela	Inflorescência, Zigomorfa, tubular	Melitofilia
<i>Streptosolen jamesonii</i> (REDE DE CATÁLOGOS POLÍNICOS ONLINE, 2016)	Amarela, laranja	Infundibuliforme	Ornitofilia, psicofilia, melitofila
<i>Lantana câmara</i> (CEZAR <i>et al</i> , 2016)	Amarela, vermelha, laranja	As flores são tubulares de coloração variável	Psicofília
<i>Zinnia elegans</i> (RIAZ <i>et al</i> , 2008)	Amarela, vermelha, rosa, branca, roxo, laranja,	Flores pequenas são reunidas em capítulos solitários, grandes, que podem ser simples, semi-dobrados ou dobrados	Psicofilia, melitofilia, falenofilia
<i>Citrus aurantifolia</i> (RIBEIRO <i>et al</i> , 2017)	Branca	Flores em pequenas inflorescências com numerosos estames poliadelfos	Melitofilia
<i>Jasminum polyanthum</i> (CHRISTENSEN <i>et al</i> , 1997)	Branca, vermelha	Flores tubulares, com pétalas patentes	Psicofilia, falenofilia
<i>Brunfelsia uniflora</i> (ALBUQUERQUE <i>et al</i> , 2006)	Lilás	Flores rotadas, zigomorfa	Psicofilia, ornitofilia e quiropterofilia, melitofilia
<i>Passiflora spp</i> (DOS SANTOS <i>et al</i> , 2009)	Lilás, rosa, branco	Arbusto, flor única	Melitofilia
<i>Pentas lanceolata</i> (OSASCO, 2017)	Rosa, vermelha	As flores são Inflorescências	Psicofilia, ornitofilia
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth (KIILL <i>et al</i> , 2017)	Roxa, rosa	Infundibuliformes, com mesopétala magenta, que funcionam como guia de pétalas	Melitofilia
<i>Euphorbia pulcherrima</i> (BENTZ, 1995)	Vermelha, rosa, branca	Conjunto floral de Inflorescências chamadas brácteas	Ornitofilia, psicofilia, melitofilia
<i>Ruellia brevifolia</i> (SIGRIST&SAZIMA, 2001)	Vermelha	As flores são zigomorfas e tubulosas	melitofila, psicofilia, ornitofilia e quiropterofilia

3.2 ESPÉCIES DE BORBOLETAS UTILIZADAS

Em geral, as espécies de borboleta disponíveis no viveiro são *Caligo* spp., *Danaus plexippus*, *Dryas julia*, *Heliconius erato*, *Methona themisto*, *Morpho helenor*, *Siproeta stelenes* da família Nymphalidae, *Ascia monuste* e *Phoebis neocypris* da família Pieridae e *Heraclides anchisiades*, *H. thoas brasiliensis* da família Papilionidae. O Borboletário Municipal de Osasco faz o manejo de todos os estágios de vida desse inseto. Os ovos eclodem dentro do viveiro, onde alimentam as lagartas e aguardam o período de pupa. Após a eclosão da pupa e a secagem das asas, os indivíduos adultos são quantificados e anotado quantos indivíduos participaram da soltura, no entanto, por causa da pandemia houve a necessidade de se manter fechado por mais de quatro meses, o que resultou em perdas de indivíduos e/ou espécies. Em função dessa condição específica, as espécies de borboleta usadas no experimento foram as das espécies *Heliconius erato* (Nymphalidae) (LINNAEUS, 1758) (Fig. 4a), *Heraclides anchisiades* (Papilionidae) (ESPER, 1788) (Fig. 4b), *Methona themisto* (Nymphalidae) (HUBNER, 1818) (Fig. 4c), *Phoebis neocypris* (Pieridae) (HUBNER, 1823) (Fig. 4d), *Siproeta stelenes* (Nymphalidae) (LINNAEUS, 1758) (Fig. 4e).

3.3. AMOSTRAGEM

O experimento foi desenvolvido entre os meses de agosto a novembro de 2020 no Borboletário Municipal de Osasco com as espécies de borboletas disponíveis no viveiro do Borboletário Municipal de Osasco nos meses de experimento: *Heliconius erato*, *Heraclides anchisiades*, *Methona themisto*, *Phoebis neocypris* e *Siproeta stelenes*.

A *H. erato* possui distribuição geográfica amplamente difundida na América Central e América do Sul (BROWN, 1979). *H. anchisiades* é encontrada desde o sul do Texas ao sul da Argentina. A *M. themisto* pode ser encontrada nas cidades do sul e sudeste do Brasil (RUSZCZYK&NASCIMENTO, 1999). Já a *P. neocypris*, é uma

espécie nativa do México, América Central e América do Sul. Por fim, *S. stelenes* é encontrada em toda América do Sul, sendo encontrada também da Flórida a cuba e ao sul do Brasil (HOLANDA, 1916).

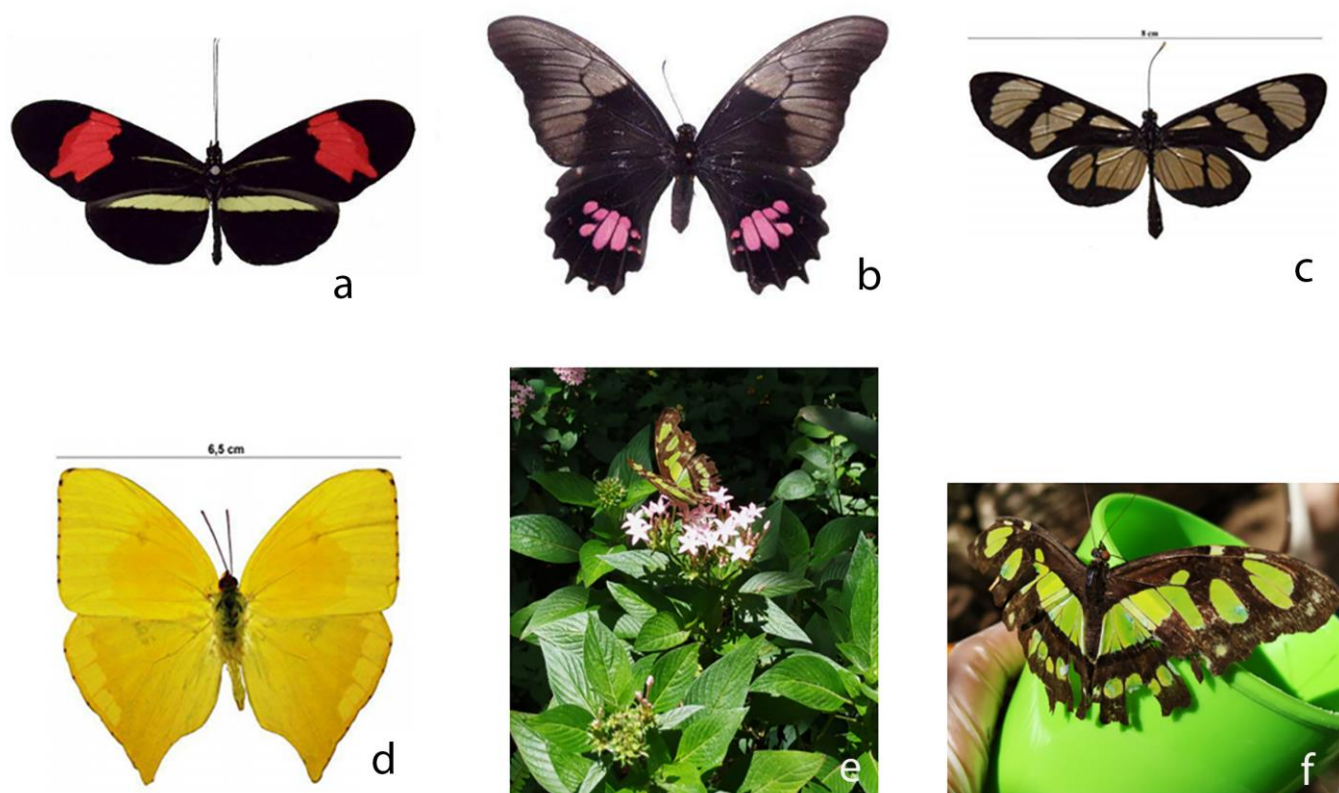


Figura 4: Borboletas usadas no experimento. a. *Heliconius erato* (Nymphalidae), b. *Heraclides anchisiades* (Papilionidae), c. Adulto de *Methona themisto* (Nymphalidae), d. *Phoebis neocypris* (Pieridae), e. *Borboleta Siproeta stelenes* (Nymphalidae) alimentando-se de *Pentas lanceolata* (Rubiaceae) de cor rosada dentro do viveiro, f. *Siproeta stelenes* (Nymphalidae). Autoria das fotos: a, b, c, d - ORLANDIN *et al.* (2015); e, f - Julia Maciel (2020).

Uma solução de néctar com concentração de 50% foi distribuída em apenas uma estação com quatro placas de Petri estéreis descartáveis de tamanho 90x15 e expostas para as borboletas de todo o recinto do borboletário (Fig. 5). Em cada placa, foram feitos furos para que fosse possível a entrada da espirotromba e a captura do néctar. Ainda na tampa, foram cobertas com papel cartão de acordo com a cor indicada. As placas foram dispostas 10 cm acima do piso, além de, colocados de forma que cada um recebesse, aproximadamente, a mesma quantidade de luz solar. A solução de néctar foi reaplicada a cada novo dia de coleta de dados, além de higienizar as placas. As aterrissagens das borboletas (contato físico com a placa, seja

por aterrissagem direta ou por aterrissar próximo do local e, em seguida, rastejar sobre ela) foram registradas. Com um termo-higrometro, foram observados fatores externos, como temperatura e umidade, para se estabelecer um padrão próximo de amostragem (23C – 35C e 50%-97% de umidade). A cada semana, as estações foram mudadas para que os indivíduos não decorassem um lugar específico.

As cores vermelho e amarelo foram escolhidas para os ensaios porque são muito comuns nas flores. A cor vermelho tem um comprimento de onda de 650nm e reflexividade de 49%. A cor amarela tem comprimento de onda de 570 nm, refletividade de 35%. A cor azul tem comprimento de onda de 490 nm. Por fim, a cor preta tem 7% de refletividade, servindo como placa controle (SOURAKOV et al., 2012).

Para amostragem do forrageamento das borboletas foram observados os indivíduos de duas a três vezes por semana, na parte da manhã, das 10h às 13h, pois esse é o horário de maior atividade das borboletas por procura de recursos (CEZAR&VIEIRA, 2013).



Figura 5: Placas coloridas do experimento distribuídas no interior do borboletário. Fonte: Do autor, 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS

Foram analisados dados coletados em trinta e um dias, totalizando aproximadamente cento e doze horas de observação. A quantidade de borboletas por espécie utilizada no período de amostragem está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Quantidade de espécies de borboletas adultas disponíveis no viveiro do Borboletário Municipal de Osasco nos meses de desenvolvimento do experimento.

Espécie	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Total
<i>Siproeta stelenes</i>	6	20	26	19	71
<i>Phoebis neocypris</i>	3	2	0	0	5
<i>Heliconius erato</i>	2	1	0	1	4
<i>Methona themisto</i>	0	0	3	5	8
<i>Hericlades anchisiades</i>	0	6	0	0	6
Total	11	29	29	25	94

Fonte: Do autor, 2020

A quantidade de pousos de cada espécie de borboleta nas placas de Petri com néctar de cada cor está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade de pousos totais realizado por cada espécie de borboletas observado durante desenvolvimento do experimento no viveiro do Borboletário Municipal de Osasco.

Espécie	Vermelho	Amarelo	Azul	Preto
<i>Heliconius erato</i>	5	0	0	0
<i>Hericlades anchisiades</i>	0	0	0	0
<i>Methona themisto</i>	0	0	0	0
<i>Phoebis neocypris</i>	25	0	0	0
<i>Siproeta stelenes</i>	49	38	9	5
Total	79	38	9	5

Fonte: Do autor, 2020

Durante os meses de observação, 80 indivíduos de borboletas foram amostradas, dentre eles, 75 indivíduos (93,7%) são da família Nymphalidae e 5 (6,2%) são da família Pieridae. Dentre os 75 indivíduos, 71 deles (94,6%) são da espécie *Siproeta stelenes* (Fig. 6) e 5 são *Heliconius erato* (5,3%). Apenas *Heliconius erato*, *Phoebis neocypris* e *Siproeta Stelenes* fizeram pousos, portanto, serão analisados essas espécies.

Um total de 131 pousos foi observado nas placas do ensaio. Por causa do valor baixo de amostragem das borboletas *Heliconius erato* e *Phoebis neocypris* (Fig. 7), não houve valor de confiabilidade nos testes estatísticos para essas duas espécies. Ambas serão analisadas qualitativamente.

A borboleta *Siproeta stelenes* fez 101 pousos nas placas do experimento (Graus de liberdade: 60. $F > F_{\text{crítico}}$) (Apêndice A e B)

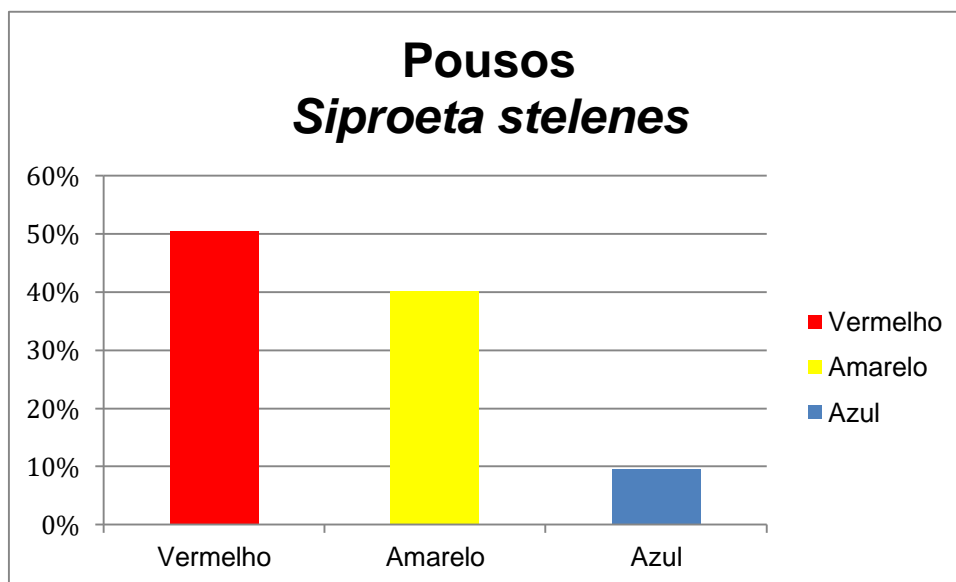


Gráfico 1: Total em porcentagem de pousos da borboleta *Siproeta stelenes* (Nymphalidae). Vermelho: 51%, amarelo: 40%, azul: 9% a partir de análise estatística ANOVA, Teste F, realizado em Real Statistics. Fonte: Do autor, 2020.

Dado que o Teste F mostrou que há, embora pequena, uma diferença significativa entre as cores, foi realizado o Teste de Tukey (Apêndice 2) para verificar se entre as cores, analisando uma a uma, existia uma diferença entre elas, em paralelo. O resultado é mostrado a seguir:

Tabela 4: Valores do resultado do Teste de Tukey.

Comparativo Cores			
	média 1	média 2	módulo
vermelho - amarelo	2,28571429	1,809524	0,476190476
vermelho - azul	2,28571429	0,428571	1,857142857
amarelo - azul	1,80952381	0,428571	1,380952381

Este teste é baseado na diferença entre o módulo das médias das amostras e valor de $dms=6,40$ (Apendices 2). O teste pretende responder duas hipóteses: H_0 : existe diferença entre as cores, ou H_1 : não existe diferença entre as cores, ou seja, não existe preferência em alguma cor. Se o valor de dms for maior que o módulo das médias, rejeita H_0 e aceita H_1 . O resultado tem a hipótese 1 aceita: que não existe diferença entre as cores, quando analisado uma contra a outra. Resultado obtido através de Real Statistics.



Figura 6: Borboleta *Siproeta stelenes* (Nymphalidae) pousando na placa vermelha durante o experimento. Fonte: Do autor, 2020.



Figura 7: Borboleta *Phoebis neocypris* (Pieridae) pousando na placa vermelha no experimento. Fonte: Do autor.

4.2 DISCUSSÃO

Apesar da baixa amostragem de borboletas *Heliconius erato* em cativeiro e por consequência, não podendo dar uma resposta confiável sobre preferências, analisado outros estudos, borboletas do gênero *Heliconius* (*charitonius* e *erato*) preferem amarelo e laranja ao azul e verde (SWIHART&SWIHART, 1970; SWIHART, 1972), apesar de, diversas espécies de borboletas poderem ter suas preferências de cores alteradas em associação com recompensa alimentar (GOULSON & CORY, 1993; WEISS, 1995). Um estudo de Anderson & Dobson (2003) mostra a preferência olfativa de *H. melpomene* por perfume floral de *Lantana. camara* em relação ao *P. coronarius*, provando a capacidade desses insetos de discernir misturas de odores florais específicos, portanto, demonstrado que essas borboletas integram olfato e visão no forrageamento. *Heliconius erato* é considerada uma espécie oportunista em relação aos recursos florais utilizados (CORREA et al., 2001). No trabalho de Lemes et al (2009), em natureza foi possível observar que na grande maioria das vezes, elas se alimentam de *Lantana Camara* onde as flores se encaixam na síndrome de psicofilia

Já para *Phoebis neocypris*, também houve baixa amostragem mas todos os pousos, sem exceção, foram realizados em placas vermelhas (Fig.15). Borboletas do

gênero *Phoebis* foram vistas se alimentando na natureza de *R. equisetiformis*, conhecida como “lagrima-do-diabo) uma espécie que possui flores tubulares e vermelhas (LEMES, 2008), *Tacinga Palmadora*, um cactáceo de flores vermelhas, *Pavonia cancellata* e *Sida galheirensis*, de flores amarelas, além de *L. Camara* também (ALMEIDA, 2007). No borboletário também é observado esse comportamento alimentar (OSASCO, 2017).

Por fim, a espécie com mais indivíduos participantes e, conseqüentemente, com maior número de pousos foi a *Siproeta stelenes*. Essa espécie não apresentou uma preferência por uma cor específica, fazendo pousos em vermelho e amarelo em maior número, no entanto, nas placas azul também, apesar de em um número menor. Tal comportamento pode ser explicado pelo hábito generalista de borboletas desse gênero onde se alimentam concomitantemente de néctar e de frutas fermentadas (SILVA et al., 2013) e como mostrado no estudo com borboletas *Mycalesis mineus* (Nymphalidae) de Balamurali et al (2019), borboletas que se alimentam de frutas não tendem a ter uma preferência visual, necessitando de outros estímulos, principalmente o olfato. Outro estudo usando borboletas que se alimentam de frutas facultativamente (*Vanessa Atalanta* - Nymphalidae) mostrou que elas não são capazes de discriminar entre amarelo e vermelho (ZACCARDI, 2006).

Uma borboleta enxerga os arredores como um mosaico complexo por conta dos olhos compostos, no entanto, sua visão é inferior à do homem. Elas são capazes de detectar um número limitado de cores diferentes, diferenciando fontes de luz de comprimentos de onda diferentes, ilustrando essa situação como o caso de algumas Papilionidae visitarem regularmente flores vermelha (SMART, 1975). Diferentes espécies exibem diferentes comportamentos, portanto, conclusões generalizadas não devem ser tiradas de experimentos com uma ou duas espécies. Muitos estudos confirmam que sinais de cor são fundamentais no forrageamento, notando a relação entre a associação de cor à recompensa do néctar (WEISS, 1997; OMURA & HONDA, 2003; ANDERSON & DOBSON, 2003). O espectro visível para borboletas, que se estende do ultravioleta ao vermelho, é o mais amplo conhecido no reino animal (SILBERGLIED 1984). O comportamento de preferências na alimentação já foi estudado também em outros animais como, por exemplo, as abelhas, insetos da ordem Hymenoptera, onde conclui-se que elas podem aprender claramente a associar

a cor a uma recompensa alimentar, na ausência de pistas de odor, e, inversamente, pode responder a sinais de odor na ausência de sinais de cor. (VILLA & WEISS, 1990).

As plantas desenvolveram características para atrair polinizadores, as chamadas síndromes de polinização. Borboletas, assim como outros insetos polinizadores, podem ter sucesso ou não. Para as borboletas, o sucesso pode ser consequência do tamanho da espirotromba, o que facilita na alimentação de flores tubulares, onde o néctar fica mais profundo (CEZAR et al, 2016). Flores que são reunidas em inflorescência são bastante visitadas por insetos pois aumenta o campo visual dos visitantes, tornando as flores mais atrativas, possibilitando um maior número de visitas (NOBREGA & QUIRINO). Flores com cores vibrantes como vermelho e amarelo também são muito atrativas. Todas essas características são encontradas nas flores do viveiro, o que proporciona uma grande opção para alimentação tanto de espécies generalistas, quanto quando apresentam preferências, no caso da *Heliconius erato* para *Lantana Camara*. A presença da espécie *Ruellia brevifolia* é de extrema importância pois, além de ser atrativa para alimentação, a *Siproeta stelenes* realiza a postura de seus ovos nas brotações dessa planta (OSASCO, 2017)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Referente ao enriquecimento ambiental, apesar de pequeno, o Borboletário Municipal de Osasco conta com muitas espécies que se encaixam na síndrome de psicofilia e que observado ser as principais escolhas no forrageamento das borboletas do estudo, como a *Lantana Camara* para *Heliconius erato* e *Phoebis neocypris*. Além da disponibilidade das flores, a cada dois dias são colocadas frutas como banana, laranja, abacaxi no recinto para alimentar borboletas frutívoras ou as com hábito generalista como a do estudo, *Siproeta Stelenes*, sendo então, efetivo para o forrageamento dos animais presentes.

Por causa da baixa amostragem de borboletas adultas no viveiro por consequência da pandemia, pelo longo período em que ele teve que permanecer

fechado e por falta de investimentos na melhoria do viveiro, não foi possível chegar a um resultado contundente a respeito das preferências de todas as borboletas nectarívoras participantes do experimento que vivem no Borboletário Municipal de Osasco.

É de extrema importância criadouros como o Borboletário Municipal de Osasco por que são responsáveis pela conservação de espécies, além de pesquisas e educação ambiental, conscientizando, principalmente, os moradores próximos ao local (FIGUEIREDO, 2001; ORSINI & BONDAN, 2006). Portanto, se faz necessária uma melhoria de maneira geral no Parque Ecológico Ana Luiza Moura Freiras e, conseqüentemente do viveiro. Os parques municipais, tanto de São Paulo quanto de Osasco não recebem melhorias há tempos, fora que o grau de prioridade para a questão ambiental é baixa para a gestão atual (PREFEITURA DE OSASCO, 2018). As grades de proteção estão danificadas e/ou abertas em algumas áreas o que resulta em fugas ou entrada de animais como sapos e pequenos reptéis que predam esses insetos.

6. REFERÊNCIAS

AGOSTINI, K., SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, 2003.

ALBUQUERQUE, Lidiamar B.; VELÁZQUEZ, Alejandro; VASCONCELLOS-NETO, João. Composição florística de Solanaceae e suas síndromes de polinização e dispersão de sementes em florestas mesófilas neotropicais. **Interciencia**, v. 31, n. 11, p. 807-816, 2006.

ALMEIDA, A.C. & FREITAS, A.V.L. Lepidóptera: borboletas e mariposas do **Brasil**. São Paulo: Grupo Direcional, 208 pp. 2012

ALMEIDA, Carlos Eduardo B. Nobre de. **Comunidade de Papilionoidea - Hesperioidea (Lepidoptera) e plantas do Parque Nacional do Catimbau, PE: Composição, Sazonalidade e Diversidade**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia, Centro de Ciências Biológicas. Departamento de Zoologia,

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/739/1/arquivo1777_1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2020

ANDERSSON, S. Respostas de forrageamento nas borboletas *Inachis io*, *Aglais urticae* (Nymphalidae) e *Gonepteryx rhamni* (Pieridae) a cheiros florais. **Chemoecology**, v. 13, n. 1, pág. 1-11, 2003.

ANDERSSON, S.; DOBSON, H. Respostas comportamentais de forrageamento pela borboleta *Heliconius melpomene* ao perfume floral de *Lantana camara*.: **Journal Of Chemical Ecology**, v. 29, p.2303-2318, 2003.

ANGIOLUCCI, T.F. O uso de ferramentas ambientais para melhoria de vida no ambiente urbano. Estudo de caso: borboletário do município de Osasco. [Dissertação]. Osasco, São Paulo. Centro Universitário Unifieo; 2010.

AZEVEDO, C. S. "Enriquecimento ambiental em zoológicos: em busca do bem-estar animal." **Revista Brasileira de Zoociências** v.19, n. 2 2018.

AWMACK, C., S.; LEATHER, S. R. Host Plant Quality and Fecundity in Herbivorous Insects. **Annual Review Of Entomology**, Wisconsin, vol. 47, 2002 Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ento.47.091201.145300>. Acesso em: 11 nov. 2020.

BALAMURALI, G. S.; EDISON, A.; SOMANATHAN, H.; KODANDARAMAIAH, U. Spontaneous colour preferences and colour learning in the fruit-feeding butterfly, *Mycalesis mineus*. **Behavioral Ecology And Sociobiology** 73, 39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2648-1>

BARBOSA, I. F.; LAROCA, S.; ALMEIDA, M. C.; NASCIMENTO, E. A. Floral biology of *Stachytarpheta maximiliani* Scham. (Verbenaceae) and its floral visitors. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50 (4), p. 498-504, 2006

BENTZ, Jo-Ann et al. Efeito do fertilizante nitrogênio na seleção, aceitação e adequação de *Euphorbia pulcherrima* (Euphorbiaceae) como planta hospedeira de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Entomologia Ambiental**, v. 24, n. 1, pág. 40-45, 1995.

BILOTTA, I., G. Morfologia comparada do tórax das espécies sulbrasileiras de Morphinae (Lepidoptera, Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 11, n. 4, p. 691-713, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbzool/v11n4/v11n4a14>. Acesso em 30 nov. 2020.

BOGGS, C.L. **Ecology of nectar and pollen feeding in Lepidoptera**. In: Slansky, F. Jr., Rodriguez, J.G. (Eds.), *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates*. John Wiley & Sons, New York, p. 369–391, 1987

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Conservação in situ, ex situ e on farm*. 2012. Disponível em: < <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=3028>>. Acesso em: 2 dez. 2020

BROWN Jr., K. S. **Ecologia geográfica e evolução nas florestas neotropicais**. 1979. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979

BROWN JR, KEITH S. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. **The conservation of insects and their habitats**, v. 349, p. 404, 1991.

BROWN JR., K. S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In: Morellato, I. P. C. (org.). **História natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil**. Editora Unicamp, Campinas. Pp. 142-186. 1992

BROWN JR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates and conservation. **Journal of Insect Conservation**, v. 6, n. 4, p. 195-206, 1999.

CÉZAR, Kelve Franklimara et al. **Interação entre borboletas (Insecta: Lepidoptera: Hesperioidea e Papillonoidea) e flores na polinização de lantana camara linnaeus (verbenaceae) no período maior e menor precipitação em um fragmento Florestal Amazônico**. 2016. Disponível em: https://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/3201/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o_completa_KELVE.V..pdf. Acesso em 30 nov. 2020

CEZAR, K. F. S.; VIEIRA, R. S. **BORBOLETAS NECTARÍVORAS (PAPILIONOIDEA) DO BOSQUE DA CIÊNCIA DO INPA**. II Congresso de Iniciação Científica Pibic/cnpq - Paic/fapeam, Manaus, 2013. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3270/1/pibic_inpa.pdf. Acesso em: jun. 2020

CHEN, Y.; RUBERSON, J. R.; OLSON, D. M. Nitrogen fertilization rate affects feeding, larval performance, and oviposition preference of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, on cotton. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, n. 3. p.126, 2008.

CORBET, S. A. Butterfly nectaring flowers: butterfly morphology and flower form. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 96, p. 289-298, 2000.
DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00708.x>

CORREA, C. A.; IRGANG, B. E.; MOREIRA, G. R. P. Estrutura floral das angiospermas usadas por *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, n. 90, p. 71-84, 2001.

COSTA, Grasiely de Oliveira. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL - EXPERIÊNCIAS DOS ZOOLOGICOS BRASILEIROS**. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, [S.l.], v. 13, set. 2012. ISSN 1517-1256. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/2724/1557>. Acesso em: maio 2020.

CHRISTENSEN, L., *et al.* Volatiles emitted from flowers by gammaradiated and not radiated *Jasminum polyanthum* Franch in situ. *J Agr Food Chem* v. 45, p. 2199-2203. 1997.

DE VRIES, P. J. The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, Princeton, p. 327, 1987

DOS SANTOS, Máira Fróes de Oliveira; QUEIROZ, Erivaldo Pereira; PIGOZZO, Camila Magalhães. **Síndromes de polinização em fragmento urbano de Mata Atlântica do 19 Batalhão de Caçadores, Cabula, Salvador, Bahia**. 2009. Disponível EM: <http://web.unijorge.edu.br/sites/candomba/pdf/artigos/2009/a13.pdf>. Acesso em 30. Nov. 2020

DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M.M. Lepidoptera. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B.; Casari, A.S.; Constantino, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos. p. 625-82, 2012

EKROOS, J; HELIÖLÄ, J; KUUSSAARI, M. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. 2. ed. Inglaterra: **Jornal Of Applied Ecology**, v. 47, 2010. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2664.2009.01767.x>. Acesso em: 11 nov. 2020.

FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN JR., K. S. **Insetos como indicadores ambientais**. In: **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba, Editora UFPR, p.125-152. 2003

FIGUEIREDO, I. C. S. **Histórico dos Zoológicos no Mundo**. In: WEMMER, C.; TEARE, J. A.; PIOKETT, C. Manual do Biólogo de Zoológico Para Países em Desenvolvimento. São Carlos: Sociedade de Zoológicos do Brasil – SZB, vii-x, 2001

FONSECA, N. G.; KUMAGAI, A. F.; MIELKE, O. H. H. Lepidópteros visitantes florais de *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl (Verbenaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, n. 50(3), p. 399-405, 2006.

GOMES, O. S.; FAJARDO, C. G. **COBERTURA VEGETAL URBANA: PERSPECTIVAS PARA A CONSERVAÇÃO EX SITU**. 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/ebooks/conimas/2019/ebook1/PROPOSTA_EV133_MD1_ID744_29102019191944.pdf>. Acesso em 2. Dez.2020

GOULSON, D. & CORY, J. S. Flower constancy and learning in foraging preferences of the green-veined white butterfly *Pieris napi*. **Ecological Entomology**, n.18, p. 315–320, 1993.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os insetos: Um resumo de entomologia**. Roca. São Paulo. 3ª ed, 2012.

HEPPNER, J. B. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. **Tropical Lepidoptera**, v. 2, n. 1, p. 1-85, 1991.

HEPPNER, J. B. Butterflies and moths (Lepidoptera). **Encyclopedia of entomology**. Amsterdam: Springer, p. 626-672, 2008.

HORI, Sayaka *et al.* Associative visual learning, color discrimination, and chromatic adaptation in the harnessed honeybee *Apis mellifera* L. **Journal Of Comparative Physiology A**, v.192, p. 691–700, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00359-005-0091-4>. Acesso em: 11 nov. 2020

ICMBIO. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 2018

KAWAHARA, Akito Y. et al. A filogenômica revela o tempo evolutivo e o padrão de borboletas e mariposas. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 116, n. 45, pág. 22657-22663, 2019.

KIILL L. H., *et al.* Ecologia da polinização de *Ipomoea longistaminea* O? Donell (Convolvulaceae) na região semiárida da Bahia. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2017.

KINOSHITA, M.; SHIMADA, N.; ARIKAWA, K. COLOUR VISION OF THE FORAGING SWALLOWTAIL BUTTERFLY PAPILIO XUTHUS. **The Journal Of Experimental Biology**, Japão, v. 202, p. 95–102, 1999. Disponível em: <https://jeb.biologists.org/content/jexbio/202/2/95.full.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2020.

KOTIAHO, J. S.; KAITALA, V.; KOMONEN, A.; PÄIVINEN, J. Predicting the risk of extinction from shared ecological characteristics, **Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America**, Stanford, n. 6, p. 1963-1967, 2005. DOI. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406718102>. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/116/45/22657/tab-article-info>. Acesso em: 11 nov. 2020

KUNTE, K. Competition and species diversity: removal of dominant species increases diversity in Costa Rican butterfly communities. *Oikos*, 117(1): p. 69-76, 2008

KURZE, S., HEINKEN, T., FARTMANN, T, Nitrogen enrichment of host plants has mostly beneficial effects on the lifehistory traits of nettle-feeding butterflies. **Oecologia** n. 85, p.157-164, 2018

LEMES, R., RITTER, C., D., MORAIS, A., B., B. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Biotemas**, Santa Maria, p. 92-98, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2008v21n4p91/18809>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LIRA, P.K., TAMBOSI, L.R., EWERS, R.M., METZGER, J,P. **Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes**. *Forest Ecology and Management*, 278: 80-89, 2012

MACHADO, A. B. M.; Martins, C. S. & Drummond, G. M. **Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 2005.

MAUÉS, M. M.; COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 441-448, jul. 2002.

MILLER, J.; HAMMOND, P. C. Lepidoptera of the pacific northwest: caterpillars and adults. *FHTET*, p. 324, 2003.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidadegenetica/agrobiodiversidade/conserva%C3%A7%C3%A3o-in-situ,-ex-situ-e-on-farm>. Acesso em 21 junho 2019

MOREHOUSE, N. I.; RUTOWSKI, R. L. Respostas de desenvolvimento à composição variável da dieta em uma borboleta: o papel do nitrogênio, carboidratos e genótipo. 4. ed. Arizona: **Synthesising Ecology**, p. 645, 2010.

NOBREGA, Sanna Rocha; QUIRINO, Zelma Glebya Maciel. Sistemas de Polinização em um remanescente de Mata Atlântica Paraibana. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e444997611-e444997611, 2020.

ÔMURA, H; HONDA, K. Priority of color over scent during flower visitation by adult *Vanessa indica* butterflies. **Oecologia**, n.142, p. 588 - 596, 2004.

ORLANDIN, E. *et al.* **Borboletas Do Meio-oeste De Santa Catarina: História Natural E Guia De Identificação**. Clube de Autores (managed), 2020.

ORLANDIN, E. *et al.* **Borboletas e Mariposas de Santa Catarina: uma introdução**. Campos Novos: Mario Arthur Favretto. 2016.

ORSINI, H.; BONDAN, E. F. Fisiopatologia do estresse em animais selvagens em cativeiro e suas implicações no comportamento e bem-estar animal—revisão da literatura. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 25, n. 1, p.7-13, 2006.

OSASCO. Secretaria do Meio Ambiente. **PLANTAS DO BORBOLETÁRIO DE OSASCO**, p 1-17, 2017

PIZZUTTO, C.S. The importance of animal well-being for reproduction in captive. ARBS. 2003

POGUE, M., G. Biodiversity of Lepidoptera. In: Foottit, R.G.; Adler, P.H. (Ed.). *Insect Biodiversity: Science and Society*. Blackwell Publishing. p. 325-56. 2009

PREFEITURA DE OSASCO. **PREFEITURA DA CIDADE DE OSASCO: DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO 2018-2021**. Osasco: Anexo II, 2018. 283 p. Disponível em: <http://www.seplag.osasco.sp.gov.br/Content/uploads/publicacao/ppa/Diagnostico%20Estrategico%20da%20cidade%20de%20Osasco.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

Rede de catálogos polínicos online, 2016. Disponível em:
<http://chaves.rcpol.org.br/>. Acesso em: 30/10/2020

RIAZ, Atif et al. Efeitos de diferentes meios de cultivo no crescimento e floração de *Zinnia elegans* cv. Ponto azul. **Pak. J. Bot** , v. 40, n. 4, p. 1579-1585, 2008.

RIBEIRO, GENEROSA SOUSA; ALVES, ELOI; CARVALHO, CARLOS ALFREDO LOPES DE. BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Citrus sinensis* VARIEDADE 'PERA RIO'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, 2017.

RUIZ-MIRANDA, *et al.* Etologia e conservação. In: Del-Claro K, Prezoto F. **As distintas faces do comportamento animal**. Jundiaí: SBET – Sociedade Brasileira de Etologia & Livraria Conceito; 2003. p. 199-210.

RUSZCZYK, A; NASCIMENTO, E. S. Biologia dos adultos de *Methona themisto* (Huebner, 1818)(Lepidoptera, Nymphalidae, Ithomiinae) em pracas publicas de Uberlandia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 577-583, 1999.

SCHERER, C., KOLB, G. Behavioral experiments on the visual processing of color stimuli in *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera). **J. Comp. Physiol. A**, n.160, p. 645–656, 1987.

SIGRIST, MARIA R.; SAZIMA, MARLIES. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurrea (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 1, p. 35-42, 2002

SILBERGLIED, R. E. **Visual communication and sexual selection among butterflies**. In: **The Biology of Butterflies**. Symposium of the Royal Entomological Society of London, n. 11. Ed. by R. I. VaneWright & P. R. Ackery. P. 207–223, 1984.

SILVA, A. R. M. *et al.* **Longevidade de adultos de oito espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) criadas em cativeiro**. 11. ed. Instituto de Ciências Biológicas - Ufmg: Lundiana, p 65-67, 2013. Disponível em:
<https://www2.icb.ufmg.br/lundiana/full/vol11122013/Artigo%2008.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SILVEIRA, E. **O drama das araras-azuis e outros animais sob risco de extinção e acudados pelo fogo no Pantanal**. 2020. Disponível em
<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50311305>

SMART, P. **The International Butterfly**. London-NY, p. 275. 1975.

SOARES, G. R.; OLIVEIRA, A. A. P.; SILVA, A. R. M. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de um parque urbano em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotrop.*, Campinas, v. 12, n. 4, p. 209- 217, 2012

SOURAKOV, A., DUEHL, A., SOURAKOV, A., Foraging Behavior of the Blue Morpho and Other Tropical Butterflies: The Chemical and Electrophysiological Basis of Olfactory Preferences and the Role of Color: **Psyche: A Journal Of Entomology**, p.10, 2012. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/psyche/2012/378050/>. Acesso em: maio 2020.

STOCK, Daniel H ., WILD, Clyde H. Propagação natural de buddleia laranja (*Buddleja madagascariensis* Lamarck) no leste da Austrália. **Newslett. PI. Proteger. Soc. W Australia** , v. 2002, p. 120-123, 2002.

SWIHART C. A., SWIHART S. L. Colour selection and learned feeding preferences in the butterfly, *Heliconius ckaritonius* Linn. **Anim. Bekav**, v.18, p. 60-64, 1967.

SWIHART S. L. Colour vision and the physiology of the superposition eye of a butterfly (Hesperiidae). **J. Insect Physiol**, v. 15, p. 1347-1365, 1969.

SWIHART, S. L. THE NEURAL BASIS OF COLOUR VISION IN THE BUTTERFLY, *PAPILIO TROILUS*. **Journal Of Insect Physiology**, Nova York, n. 16, 1970.

SWIHART, S. L. THE NEURAL BASIS OF COLOUR VISION IN THE BUTTERFLY, *HELICONIUS ERATO*. **Journal Of Insect Physiology**, Florida, n.18, p.19, 1972. .

UEHARA-PRADO, M.; V.L., F.A.; FRANCINI, R.B.; BROWN Jr., K.S. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). **Biota Neotropica**, São Paulo, n. 4, p. 1-9, 2004.

VIEIRA M.F., FONSECA R.S. Biologia reprodutiva em angiospermas: síndromes florais, polinizações e sistemas reprodutivos sexuados. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/273886717_Biologia_reprodutiva_em_angiospermas_sindromes_florais_polinizacao_e_sistemas_reprodutivos_sexuados. Acesso em: 2 nov. 2020

VILLA, J.D.; WEISS, M.R. Observations on the use of visual and olfactory cues by *Trigona* spp foragers. **Apidologie**. University Of California, Department Of Integrative Biology, Berkeley, p. 541-545, 1990. Disponível em: https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1990/06/Apidologie_0044-8435_1990_21_6_ART0007.pdf. Acesso em: 20 nov. 2020.

WEISS, M. R. Innate colour preferences and flexible colour learning in the pipevine swallowtail. Center For Insect Science, University Of Arizona: **Anim. Behav**, Arizona, v.53, p. 1043–1052, 1997. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.539.9596&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

WHITE, T.C.R. **The Inadequate Environment**: nitrogen and the abundance of animals. Berlin: Springer-Verlag, p. 356, 1993.

ZACCARDI, Guillermo et al. Color discrimination in the red range with only one long-wavelength sensitive opsin. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, n. 10, p. 1944-1955, 2006

7. APÊNDICES A: Sumário teste ANOVA fator único realizado em Real statistics e resultados mostrando o grau de liberdade (60) e valor de F maior que F crítico, mostrando que há diferença significativa entre as cores testadas. Fonte: elaboração própria

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Vermelho	21	48	2,285714	5,214286
Amarelo	21	38	1,809524	4,261905
Azul	21	9	0,428571	1,157143

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	39,07937	2	19,53968	5,512763	0,00634	3,150411
Within Groups	212,6667	60	3,544444			
Total	251,746	62				

8. APÊNDICES B: Sumario do Teste de Tukey realizado em Real statistics a partir do resultado do ANOVA, Teste de F.

QMR	3,5444444444
n de tratamentos	3
graus de liberdade	60
n de repetições	1
q	3,4
dms	6,401076298