

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BEATRIZ RODRIGUES DA SILVA

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO SOCIAL DA ABELHA JATAÍ, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) SOB EFEITO DE OCTOCRILENO

**CAMPO MOURÃO
2023**

BEATRIZ RODRIGUES DA SILVA

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO SOCIAL DA ABELHA JATAÍ, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) SOB EFEITO DE OCTOCRILENO

Analysis of the social behavior of the Jataí bee, *Tetragonisca Angustula* (Latreille, 1811) under the effect of Octocrylene

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Elizabete Satsuki Sekine.

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BEATRIZ RODRIGUES DA SILVA

ANÁLISE DE COMPORTAMENTO SOCIAL DA ABELHA JATAÍ, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) SOB EFEITO DE OCTOCRILENO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação/
Especialização apresentado como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 14 de Fevereiro de 2023

Paulo Agenor Alves Bueno
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Debora Cristina De Souza
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Elizabete Satsuki Sekine
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2023

AGRADECIMENTOS

Em uma jornada onde saímos do ninho e tentamos seguir a caminhada sozinhos atrás de um sonho, o caminho se torna incerto e escuro muitas vezes, mas durante a maratona de aprendizado, alguns anjos iluminam o caminho para que essa jornada não prossiga tão sozinha assim. Nos momentos em que eu disse a Deus que iria desistir, ele foi a luz que clareou todo o caminho, e mostrou que ainda existia forças para continuar, meus pais, Cicero e Marta, foram o meu pilar na terra, que nos dias mais difíceis, tiraram as pedras do caminho e mostram em qual direção seguir, meus irmãos, Elias e Ana Carolina, foram meus anjinhos, que quando o caminho era cansativo, estavam ali para me fazer descansar, minha cunhada, Naiara, que “doou” por incontáveis vezes seus ouvidos e seus ombros, para quando a vontade de voltar para trás gritava mais alto, os amigos Bianca, Rodrigo, Beatriz e João Guilherme que o caminho trouxe de presente e que foram a esperança quando tudo ficava difícil de continuar, estavam ali para ser apoio e carregar o peso do cansaço juntos, a família Nishida e Batista de Paula, minha segunda família, que me acolheram com tanto amor, foram os apoios enviados para não deixar que eu continuasse o caminho sem uma família por perto, e ao meu companheiro Frank, que Deus não deixou que eu traçasse o caminho sem conhecer o amor, envio o meu alicerce, quando a caminhada não fazia mais sentido, as luzes já não brilhavam, ele foi o meu guia e meu porto seguro, a minha orientadora Elizabete, que mostrou que a jornada é árdua, e muitas vezes não é como aquela estrada de conto de fadas que imaginávamos, aos professores e servidores, que fizeram o início, o meio e final do caminho se tornar possível. A todos que passaram pela caminhada e foram luz, serei eternamente grata.

RESUMO

Um dos principais componentes dos protetores solares, está inserido na categoria dos filtros UV químico e orgânico e por se tratar de um produto novo, desenvolvido na década de 1990, não possui muitos estudos sobre seus efeitos, portanto, é considerado um poluente emergente. Diante do problema, a suspeita sobre os efeitos causados em animais que consomem diariamente o octocrileno objetivou o presente trabalho. Para o teste de subletalidade foram capturados 120 indivíduos da *Tetragonisca angustula*, as abelhas foram expostas ao octocrileno em diferentes concentrações além do controle (água e açúcar), as abelhas que morreram durante o teste eram removidas e contabilizadas, o teste durou 48 horas. Nenhuma das concentrações de octocrileno foram suficientes para causar a morte de mais de 50% dos indivíduos (DL_{50}), portanto adotou-se a concentração mais alta para o próximo teste. Para o teste de comportamento social, foram utilizadas 108 abelhas dos mesmos ninhos utilizados no teste anterior, as abelhas tratadas foram submetidas à concentração subletal de 1000 ug/L de octocrileno e as abelhas controle submetidas a solução de água e açúcar, além das abelhas que foram privadas de alimentação. Foram reunidas em placas de Petri 3 abelhas (uma tratada e duas famintas), onde realizou-se três observações de 10 minutos cada e intervalo de uma hora entre elas. Os resultados obtidos demonstraram que houve maior número de antenações do que trofalaxis e uma maior interação entre abelhas tratadas com octocrileno do que abelhas tratadas com sacarose, também foi observado que abelhas tratadas interagiram mais entre si do que entre abelhas sem alimentação. Portanto, podemos concluir que o octocrileno a essa concentração e tempo de exposição não causou alterações nas interações sociais da *Tetragonisca angustula*.

Palavras-chave: poluentes emergentes; filtro solar; toxicidade, interação social.

ABSTRACT

One of the main components of sunscreens, it is included in the category of chemical and organic UV filters and because it is a new product, developed in the 1990s, there are not many studies on its effects, therefore, it is considered an emerging pollutant. Faced with the problem, the suspicion about the effects caused in animals that consume octocrylene daily was the objective of the present work. For the sublethality test, 120 individuals of *Tetragonisca angustula* were captured, the bees were exposed to octocrylene in different concentrations in addition to the control (water and sugar), the bees that died during the test were removed and counted, the test lasted 48 hours. None of the octocrylene concentrations were sufficient to cause the death of more than 50% (DL₅₀) of the individuals, so the highest concentration was adopted for the next test. For the social behavior test, 108 bees from the same nests used in the previous test were used. were deprived of food. Three bees (one treated and two starved) were gathered in Petri dishes, where three observations of 10 minutes each were carried out with an interval of one hour between them. The results showed that there was a greater number of antennations than trophalaxis and a greater interaction between bees treated with octocrylene than bees treated with sucrose. It was also observed that treated bees interacted more with each other than between bees without food. Therefore, we can conclude that octocrylene at this concentration and exposure time did not change the social interactions of *Tetragonisca angustula*.

Keywords: emerging pollutants; sunblock; toxicity, social interaction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	8
2.1	Objetivo Geral	8
2.2	Objetivos específicos	8
3	JUSTIFICATIVA	9
4	REVISÃO DE LITERATURA	10
4.1	Abelhas: importância ecológica	10
4.2	Poluentes emergentes	11
4.3	Da legislação ambiental vigente	12
4.4	Octocrileno: vilão ou herói?	12
5	MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1	Localização	15
5.2	Teste de subletalidade	16
5.3	Teste de Interações Sociais	18
5.4	Análise Estatísticas	21
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país no mundo que mais consome produtos de beleza (SEBRAE, 2021). Estamos em uma localização geográfica onde a maior parte do ano a temperatura é elevada, ou seja, a busca por protetores solar é praticamente inevitável. Em busca de comercializar produtos de qualidade e preços acessíveis, as indústrias químicas utilizam o que há de mais eficiente no mercado atual, e um dos principais componentes utilizado é o octocrileno.

Ao consumir o octocrileno em locais de lazer e até mesmo no dia-a-dia, injetamos nas estações de tratamento e no ambiente uma carga desconhecida do poluente. O caminho percorrido pelo poluente, desde as prateleiras até a contaminação do ambiente é simples e facilmente chega ao seu destino final, tendo como principal veículo de transporte dos poluentes emergentes (PE) o meio aquático, principalmente por despejos de efluentes “tratados” (ALDER et al., 2006; REEMTSMA et al., 2006; BESTER, 2007). Diante das dificuldades em remover o octocrileno do meio aquático, a mesma água que recebe a carga desconhecida do octocrileno (OC) é disponibilizada para consumo humano e na agricultura, chegando de forma indireta nos polinizadores.

A abelha *Tetragonisca angustula Latreille 1811*, pertencente a Tribo Meliponini tem destaque pela alta produção de mel e de fácil criação, no norte e nordeste as abelhas são fortemente exploradas na produção de mel, resinas e cerumes.

Diante do exposto podemos entender a importância de se conhecer mais profundamente o comportamento do octocrileno no meio ambiente e principalmente sobre seus efeitos a longo prazo. Portanto, o presente trabalho objetivou analisar as alterações nas interações sociais de *Tetragonisca angustula* sobre efeito do octocrileno.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Mensurar as alterações nas interações sociais de *Tetragonisca angustula* sobre efeito do Octocrileno.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as doses subletais do octocrileno nos indivíduos de *Tetragonisca angustula* por meio de teste de ingestão.
- Realizar teste toxicológico por ingestão com octocrileno em indivíduos de *T. angustula* para análise de comportamento.

3 JUSTIFICATIVA

O ramo de produtos farmacêuticos, higiene pessoal, dermocosméticos, agrotóxicos, produtos de limpeza e embalagens utilizam em sua fabricação o octocrileno, um poluente emergente introduzido nas indústrias na década de 1990. Ao utilizar indiretamente o octocrileno em praias, rios, piscinas e ao lavarmos roupas e objetos contaminados com o composto, injetamos nas estações de tratamento e no ambiente uma carga desconhecida do poluente. Por ser uma substância que ainda não possui métodos adequados de tratamento, não é passível de remoção nas estações de tratamento de água e esgoto, e conseqüentemente, sendo ingerida por seres vivos. Estudos realizados para avaliar a toxicidade e a letalidade do octocrileno em meio aquático demonstraram que o poluente pode causar problemas à saúde dos organismos e desencadear sérios problemas a longo prazo, devido à exposição direta ao OC desde o nascimento até o fim da vida. Entretanto estudos utilizando animais terrestres são mais escassos, portanto, não se conhece completamente os efeitos que o octocrileno pode ocasionar a quem está exposto a ele. Sabendo que todos os seres vivos possuem sua importância ecológica, utilizamos as abelhas para conhecer os resultados da exposição ao octocrileno.

Diante disso, o interesse em conhecer os efeitos que o octocrileno pode ou não causar principalmente nas abelhas e possíveis medidas mitigadoras a serem tomadas a partir dos resultados, já que os polinizadores são grandes responsáveis por fornecer alimento à população e grandes alvos de contaminação de forma indireta, a presente pesquisa foi desenvolvida.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Abelhas: importância ecológica

A ordem Hymenoptera é a terceira maior quanto ao número de espécies da classe Insecta, além de deter o posto de mais importante, devido a abrigar o maior número de polinizadores que utilizam o néctar e o pólen como sua principal fonte de alimentação (NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVA, 2006).

Em uma grande variedade de espécies e características particulares, estão as abelhas denominadas “sem ferrão”, entretanto, possuem um ferrão atrofiado, mas que não se difere das demais somente por essa mudança morfológica, também são capazes de construir seus ninhos em troncos de árvores, em buracos no solo e fendas de pedras, confeccionam favos sobrepostos horizontalmente e depositam pólen misturados ao mel, além de expulsarem o macho do ninho após a fecundação da rainha (FABICHAK, 1989).

Existem mais de 300 espécies de abelhas nativas sem ferrão, que estão amplamente distribuídas geograficamente por todo o país. A subfamília Meliponídea (Hymenoptera, Apidae) são abelhas chamadas de indígenas e estão subdivididas em duas tribos: Meliponini e Trigonini (KERR et al., 1996). Pertencente a tribo Trigonini, destaca-se a *Tetragonisca angustula Latreille 1811* (Jataí), que produz mel de excelente qualidade e de fácil criação (CARVALHO et al., 2005). No norte e nordeste, as abelhas Jataí são fortemente exploradas, a produção de mel, resinas e cerumes é altamente cultivada (MENEZES-P.; CAMARGO, 2000), entretanto, os autores destacam que a contribuição mais significativa, está na atuação das Jataí como agentes polinizadores, onde são essenciais em áreas de cultivo, em locais onde foram introduzidos ninhos de abelhas, pode ser visto um aumento na produtividade das plantas.

A polinização por abelhas sem ferrão tem destaque não só na agricultura, mas no meio socioeconômico. No Brasil a apicultura conta com mais de 300 mil apicultores e incontáveis unidades de processamento de mel, que emprega quase 500 mil pessoas (IBGE, 2009), além de possuir a maior diversidade de meliponíneos do mundo (VENTURIERI, 2008). A apicultura oferece a geração de novos postos de trabalhos e fluxo de renda, principalmente em agriculturas familiares (KEARNS;

INOUYE, 1997). As abelhas constituem o grupo mais importante economicamente na produção de commodities, visto que são responsáveis por 35% da produção de alimentos em todo o mundo. Sua contribuição se torna mais expressiva ainda por representar aproximadamente 73% da polinização cruzada de espécies cultivadas no planeta (ROSA et al., 2019).

Diante de tantas qualidades que os polinizadores nos beneficiam, a preocupação em relação ao declínio se torna eminente (ALLEN-WARDELL et al., 1998; KEVAN E PHILLIPS, 2001). Fatores como a fragmentação de habitats, o uso desenfreado de defensivos agrícolas e a introdução de espécies exóticas, que competem com abelhas nativas em busca de recursos florais contribuem para a redução da diversidade das abelhas (ALLEN-WARDELL et al., 1998; KEARNS; INOUYE; WASER, 1998; KEVAN & VIANA, 2003).

4.2 Poluentes emergentes

Os poluentes emergentes são compostos químicos presentes em produtos como medicamentos (antibióticos, anti-inflamatórios e analgésicos), produtos de higiene pessoal e dermocosméticos (protetor solar, repelentes de insetos e fragrâncias), agrotóxicos, além de estarem presentes em produtos de limpeza, embalagens e etc. Na maioria das vezes esses poluentes são degradados por processos biológicos, no entanto, mesmo que passem por estações de tratamentos continuam presentes no ambiente (USEPA, 2008).

Os resultados da ingestão de poluentes emergentes desde o nascimento até o fim da vida são imensuráveis, sabe-se que desencadeiam irregularidades no sistema endócrino, na fertilidade de animais e humanos, criam bactérias mais resistentes e até abortos espontâneos (ALVES et al., 2017; KRISTENSEN et al., 2016).

O contato de seres humanos e animais com poluentes emergentes deve-se ao crescimento das cidades e ao aumento na produção industrial. O principal veículo de transporte dos poluentes emergentes é aquático, principalmente por despejos de efluentes “tratados” (ALDER et al., 2006; REEMTSMA et al., 2006; BESTER, 2007).

Há um consenso na comunidade científica, onde destacam que a presença dessas substâncias no ambiente acarreta em grande possibilidade de efeitos

negativos em organismos e níveis tróficos (SANTOS et al.,2010). Estudos apontam que o contato com fármacos pode ser a causa de crescimento de cianobactérias e inibição do crescimento de plantas aquáticas (POMATI et al., 2004). Os autores ainda demonstraram que o contato com produtos farmacológicos pode causar anomalias no crescimento de mexilhões e conchas, como também Gagné et al., (2001), que demonstrou que em peixes do sexo masculino sofrem de feminização e de desenvolvimento de características secundárias. Ainda no meio aquático, um dos mais afetados por poluentes emergentes. Galus et al., (2013) aponta que tartarugas fêmeas sofrem alterações em seu sistema reprodutivo, na estrutura e na composição ovariana.

4.3 Da legislação ambiental vigente

No Brasil, as resoluções CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 430/2011, estabelecem normas, critérios e padrões de lançamento de efluentes nos corpos hídricos, com o objetivo de proteger o meio e responsabilizar o poluidor por crimes ambientais.

A portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 que dispõe da vigilância da qualidade e potabilidade da água que é disponibilizada para consumo humano. A elaboração dessa portaria surgiu a partir de conhecimentos técnicos-científicos e experiências internacionais, além de fundamentar-se nos princípios estabelecidos nos Guias de Qualidade da Água para Consumo Humano da Organização Mundial da Saúde (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011).

4.4 Octocrileno: vilão ou herói?

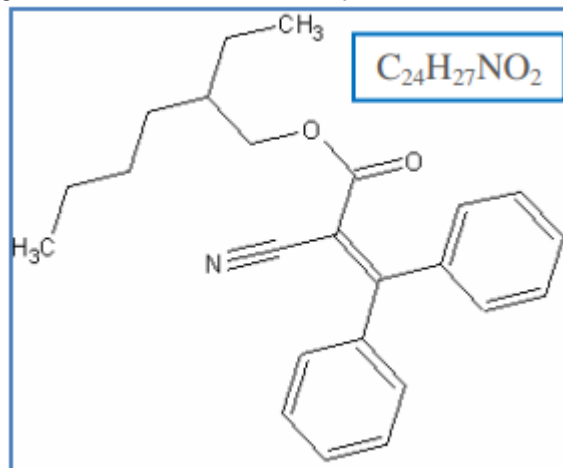
Os constantes alertas e a disseminação de informações dos potenciais perigos que a exposição solar pode desenvolver, conduziu ao aumento significativo do uso de protetores solares. Por outro lado, de forma exponencial, também cresceu o número de estudos científicos, que alertam para uma possível contaminação toxicológica em seres humanos e ao meio ambiente (CHRISTIAENS, 2007).

O filtro UV é o principal ingrediente presente na composição dos protetores solares, são eles que previnem o contato direto dos raios UV com a pele. Os riscos causados pela falta de proteção, vão de queimaduras de primeiro grau, envelhecimento prematuro da pele, cancro a câncer de pele.

No mercado existem dois tipos principais de filtros UV: filtros orgânicos e inorgânicos ou minerais. Os filtros orgânicos basicamente absorvem a luz UV e converte em uma quantidade mínima de calor. Já os filtros inorgânicos possuem a capacidade de absorção, reflexão e dispersão da luz UV, dependendo do tamanho que a partícula apresenta (POLONINI, et al., 2014). De modo geral, os filtros inorgânicos protegem tanto de raios UVB como UVA (SCALIA, MEZZENA, 2009).

O octocrileno está inserido na categoria dos filtros UV químico e orgânico, por se tratar de um produto relativamente recente, introduzido no final da década de 90, e por sua escassez de estudos científicos, é considerado como um poluente emergente. “O Octocrileno é um éster formado pela condensação do ácido defenil-cianoacrílico com 2- etilhexanol, pertencente à família dos cinamatos.” (BROOKE N, et al., 2008).

Figura 2 - Estrutura e fórmula química do Octocrileno.



Fonte: Brooke N, et al., (2008).

Tabela 1 – Propriedades e valores da fórmula do octodrileno.

PROPRIEDADES	VALOR
Peso Molecular	361,50 g/mol
Ponto de ebulição	218°C
Ponto de fusão	-10°C
Pressão de vapor	3,2x10 ⁻⁹ mmHg a 25°C
Solubilidade em água	0,0013 g/l a 20°C
Coefficiente de partição	6.88 (log K _{ow})
Densidade	1,051 g/cm ³
Aparência	Viscoso/amarelado
Número CAS	6197-30-4

Fonte: Adaptado a partir de Brooke N. et al.,(2008)

O octocrileno cobre uma grande parte dos comprimentos de onda UVB, e os pequenos comprimentos de onda UVA, mesmo assim não é considerado um filtro muito eficiente, portanto, é comum associá-lo a outros agentes UVB (SCALIA, MEZZENA, 2009). Esse composto é facilmente absorvido pela pele, assim, aumentando as chances de formação de radicais livres, e como consequência, a formação de substâncias prejudiciais se usado em grande quantidade (GAGO-FERRERO, et al., 2012).

Um estudo realizado com machos adultos de Peixe-zebra em janeiro de 2022, demonstrou os efeitos moleculares do octocrileno. Os resultados obtidos através de análises transcriptômica mostraram que o octocrileno poderá afetar genes ligados ao processo de desenvolvimento do animal e a processos metabólicos (BLUTHGEN. et al., 2014).

Krause. et al., (2012) reportou em seu estudo, que em 67% das amostras de leite coletadas e analisadas, havia a presença de octocrileno, porém no mesmo estudo não foi detectado nas amostras de urina e sangue.

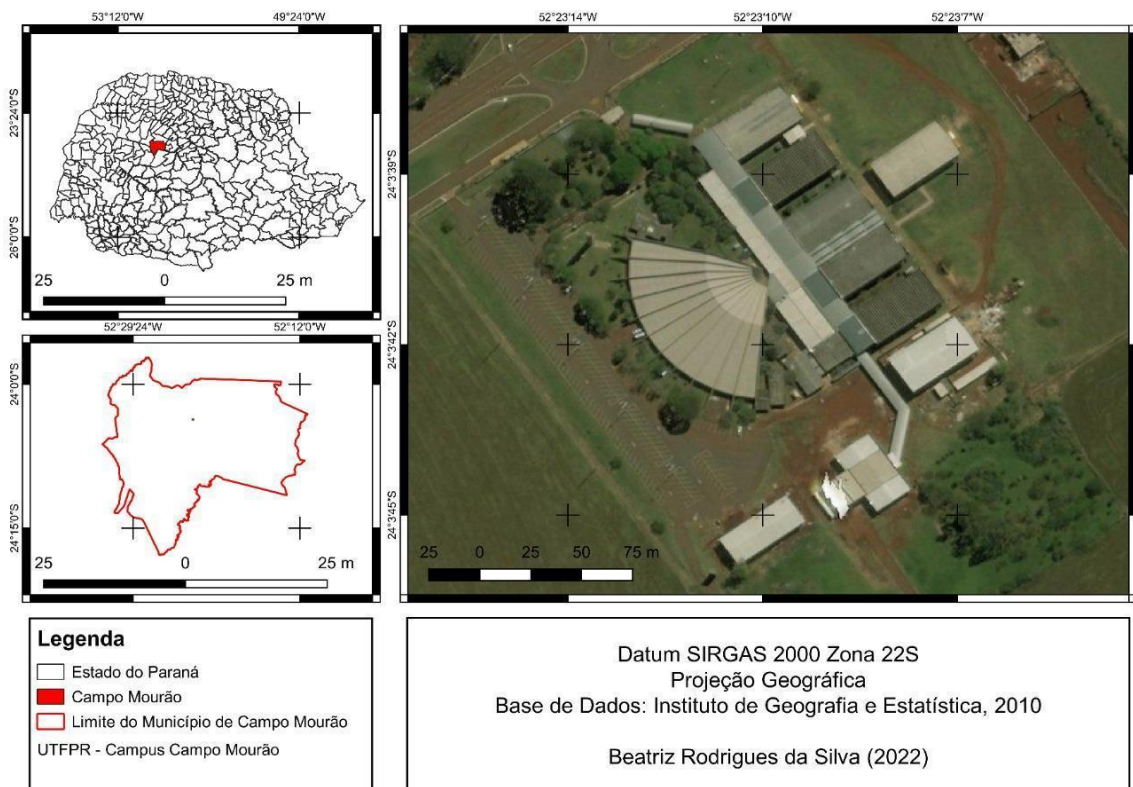
Tais estudos demonstram de forma geral que o octocrileno pode causar danos em seres humanos e ao meio ambiente, mesmo que sejam mínimos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização

O experimento foi desenvolvido no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão (Figura 3) e os bioensaios foram desenvolvidos no laboratório Ecologia do campus, a universidade possui um meliponário próprio (Figura 4), onde foi realizada todas as coletas das abelhas Jataí. As atividades práticas foram realizadas entre os meses de agosto e outubro de 2022.

Figura 3 – Localização do estudo, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 4 – Placa Meliponário (A), meliponário (B), caixas ninho (C e D) localizados no meliponário da UTFPR-CM.



Fonte: Autoria própria (2022).

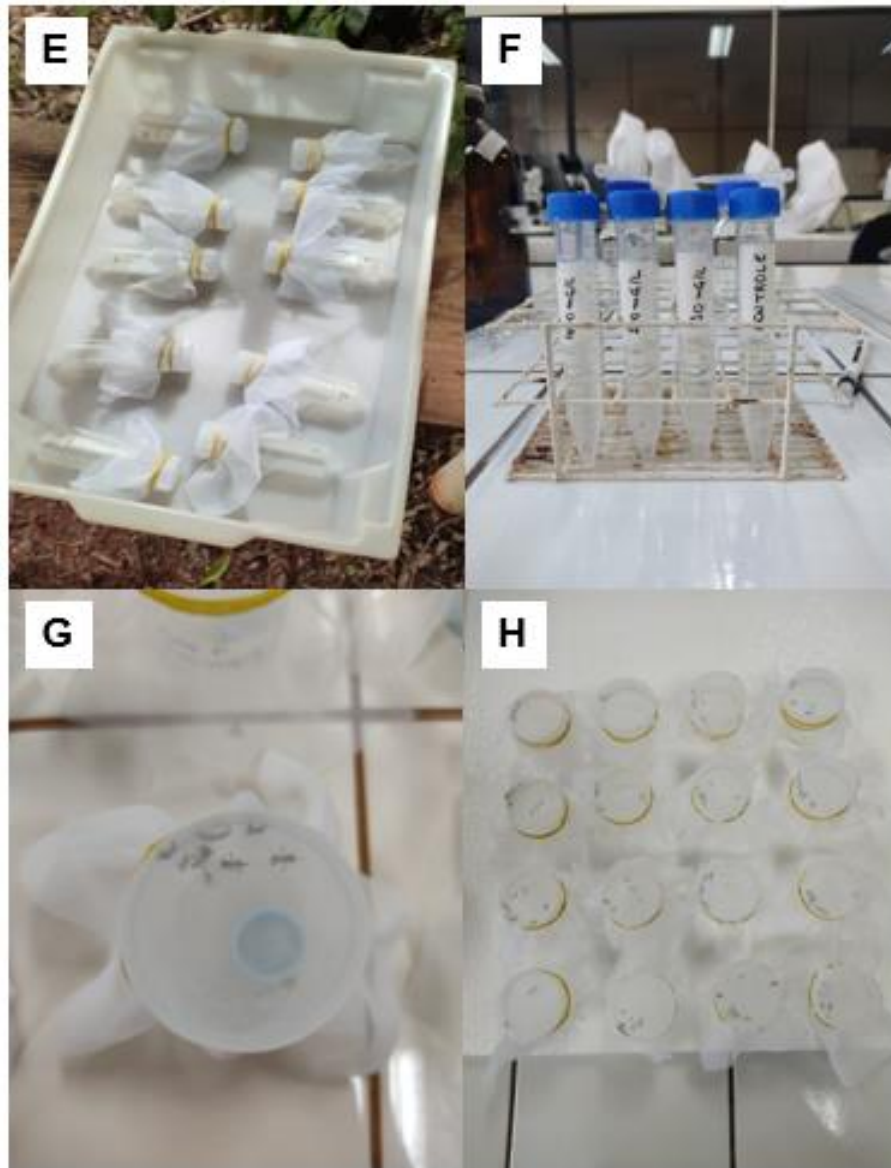
5.2 Teste de subletalidade

Para o teste de subletalidade, foi utilizado a metodologia adaptada de Boff et al. (2018) e Chaves (2020). O experimento foi realizado com 3 (três) ninhos (n=40; n=40; n=40) de *Tetragonisca angustula* do meliponário da UTFPR - Campo Mourão, todas as coletas foram realizadas na parte da manhã, entre 9h00 e 10h00 da manhã, com o intuito de coletar somente as abelhas que estavam saindo do ninho. Devido ao

período chuvoso na região e a oscilação na temperatura e velocidade dos ventos, os indivíduos saíram mais tardio.

As coletas das abelhas foram realizadas com tubos de falcon de 50 ml, todos os indivíduos foram coletados individualmente e a extremidade do tubo foi fechada com tecido de voil branco, amarrados com elásticos de borracha para haver a passagem de ventilação. As abelhas foram transportadas ao laboratório da universidade e submetidas a uma sessão de inanição de uma hora, logo após, foram disponibilizados alimentação com concentrações diferentes de octocrileno para cada 30 indivíduos (10ug/L; 100ug/L; 1000ug/L e controle), a concentração de octocrileno foi diluída em açúcar e o controle foi feito um xarope com a mistura de água destilada e açúcar. A alimentação ficou disponível por 24 horas e as abelhas que morreram durante esse período eram descartadas, após as 24 horas as abelhas que ingeriram todo o alimento foram agrupadas em potes de coleta com no máximo 10 indivíduos por pote e com alimentação de açúcar e água a vontade, essa alimentação ficou disponível por mais 24 horas, e ao final desse período, as abelhas que morreram foram contabilizadas e anotadas em planilha, o experimento durou 48 horas (Figura 5).

Figura 5 – Tubos de Falcon para captura das abelhas (E), tubos de Falcon contendo as soluções de sacarose e as concentrações de octocrileno (F), recipiente criado com tela de voil para análise das doses subletais (G), Bancada do experimento para análise da sobrevivência da *Tetragonisca angustula* após a ingestão das concentrações (H).



Fonte: Autoria própria (2022).

5.3 Teste de Interações Sociais

Para o teste de interações sociais foram utilizados os mesmos ninhos do meliponário da universidade (n=36; n=36; n=36), todas as coletas foram realizadas no período da manhã, entre 08h00 e 10h00 horas, a fim de coletar somente as operárias que estavam saindo do ninho. As jataís foram coletadas individualmente em tubo de falcon de 50 ml e vedados com tecido voil branco, amarrado com elástico de borracha

para passagem da ventilação, as abelhas coletadas foram levadas ao laboratório da universidade e passaram por uma sessão de inanição de uma hora, posteriormente foram fornecidos alimento para 6 abelhas com a concentração de 1.000 mg/L diluída em açúcar cristal, foram fornecidos 15 ul/L da concentração de octocrileno e a mesma quantidade para 6 abelhas do grupo controle, que recebeu a concentração de açúcar e água, a alimentação ficou disponível por uma hora, as 24 abelhas restantes foram privadas de alimentação. Após esse período, as abelhas que receberam a alimentação com octocrileno e as abelhas controle foram marcadas na parte dorsal do mesossoma, com caneta atóxica da marca Posca, para poder diferenciá-las das abelhas que foram privadas de alimento. Após a marcação, foram reunidos em uma placa de petri 3 abelhas, uma que recebeu o tratamento de octocrileno (marcada de cor diferente) e duas abelhas famintas, da mesma forma, foram reunidas em placa de petri 3 abelhas, uma recebeu a concentração controle (marcada de cor diferente) e duas famintas, foi fornecido alimentação à vontade para as abelhas no momento que foram reunidas (Figuras I e J), a placa foi vedada com plástico filme e com furos para passagem da ventilação (Figura K e L).

Foram realizadas 3 observações de 10 minutos para cada placa, com intervalos de uma hora entre elas, totalizando 30 minutos de observação e anotado em planilha. Foi observado o comportamento entre as abelhas (trofalaxia e antenação) e quais eram as interações, entre abelhas tratadas e abelhas não tratadas.

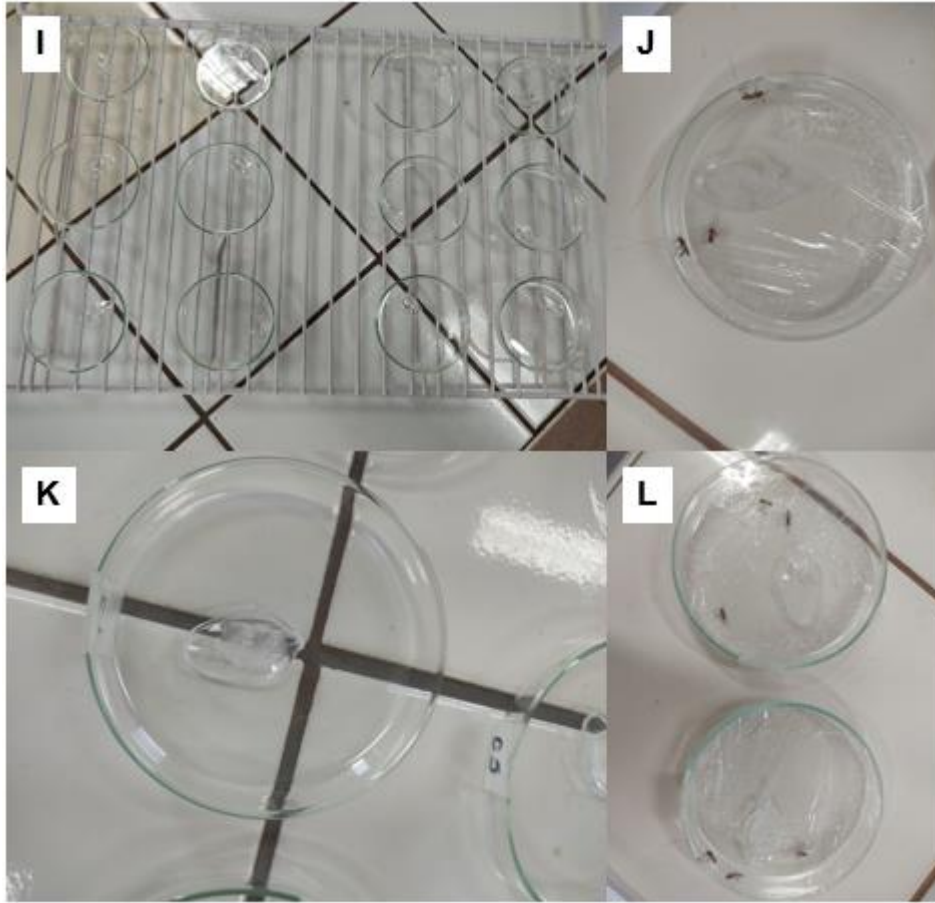
Trofalaxia: duas abelhas frente a frente tocando suas línguas;

Antenação: duas abelhas frente a frente tocando suas antenas.

Tratadas: abelhas alimentadas com as concentrações de octocrileno ou controle.

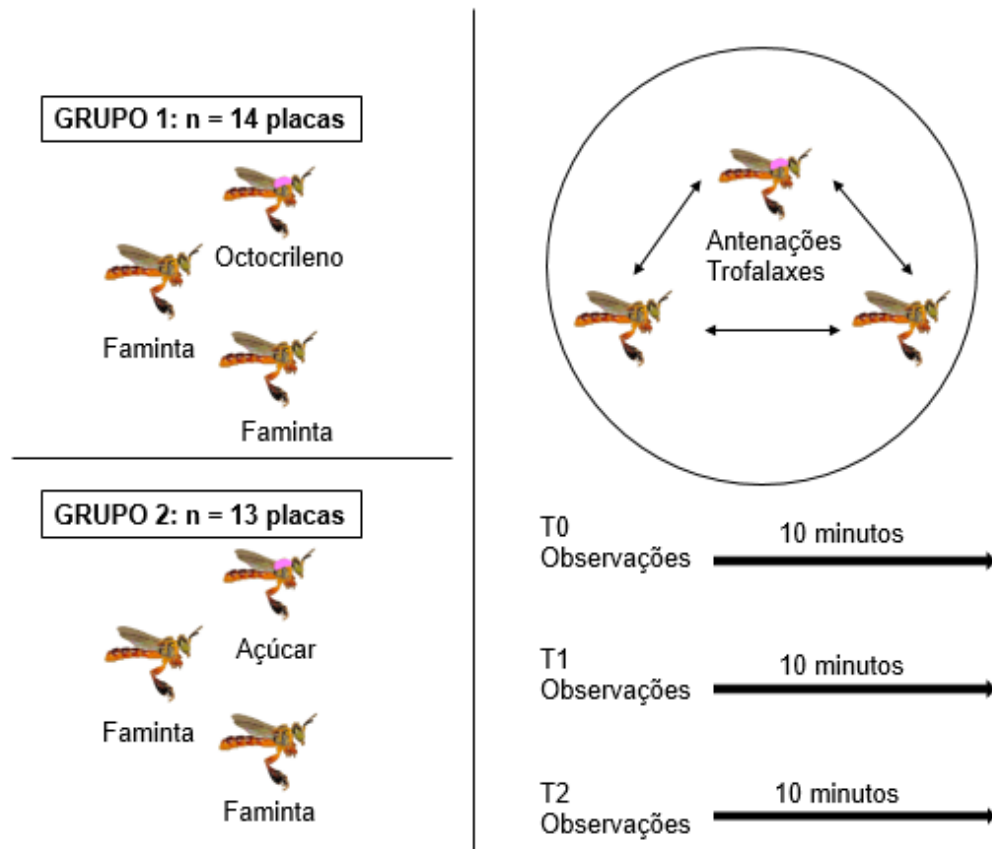
Não-tratadas: abelhas que não receberam nenhum tipo de alimentação.

Figura 6 – Bancada para o experimento de comportamento social, em placa de Petri (I), Placa de Petri contendo 3 abelhas para o experimento (J), Placa de Petri com alimentador antes de receber as abelhas para observação (K), experimento sendo observado com duas placas ao mesmo tempo (L).



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 7 – Esquema do teste de efeito do octocrileno nas interações sociais (antenação e trofalaxia) de *Tetragonisca angustula*. A abelha marcada de rosa corresponde a abelha alimentada com octocrileno ou sacarose.



Fonte: Autoria própria (2022) baseada na figura de Boff et al. (2018).

5.4 Análise Estatísticas

Para analisar os resultados obtidos a partir do experimento de comportamento social foi utilizado também o teste não-paramétrico de Kruskal–Wallis, onde os fatores de tempo, número de interações e os tratamentos foram variáveis analisadas. O valor de $p < 0,05$ demonstra se há diferença significativa entre as interações, posteriormente utiliza-se o teste de Dunn onde o valor de $p < 0,05$ indica se há diferença (95%) entre as amostras comparadas. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software BioEstat 5.3 (AYRES, et al.,2007).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o experimento de subletalidade, foram realizadas as análises estatísticas com o teste de Kruskal-Wallis, o resultado não apresentou diferença entre os tratamentos com as doses de: controle, 10 ug//L, 100 ug/L e 1.000 ug/L, logo nenhuma das concentrações causam a mortalidade de mais de 50% dos indivíduos, baseando-se no teste DL₅₀ (dose letal mediana), o teste valia a toxicidade sistêmica aguda. Portanto, para o teste de comportamento social foi adotado a dose mais alta de 1.000 mg/L. Para melhor ilustrar o número de mortes durante o experimento de subletalidade, a tabela 2 apresenta a quantidade de indivíduos mortos de acordo com a respectiva concentração oferecida a cada grupo.

Tabela 2- Resultado do teste de subletalidade com o número de indivíduos mortos após a ingestão das concentrações de controle, 10 mg/L, 100 mg/L e 1.000 mg/L.

Concentração	Mortalidade em relação aos 40 indivíduos por tratamento (após as 24h de exposição)
Controle	02
10 mg/L	04
100 mg/L	03
1.000 mg/L	00

Fonte: Aatoria própria (2023).

Na literatura, não há trabalhos referentes à ação de poluentes emergentes sobre a sobrevivência das abelhas. No entanto, alguns poluentes comumente encontrados no ambiente também não causam a morte, porém causam alterações comportamentais.

Chaves (2020) utilizou a *Tetragonisca angustula* para o teste de subletalidade com o pesticida Glifosato utilizando as concentrações de 10 ng/abelha; 5 ng/abelha; 1.5 ng/abelha; 1.0 ng/abelha e 0.5 ng/abelha e descobriu que a mortalidade causada pelo Grifosato não diferiu significativamente entre as 48 horas de experimento, pois a taxa de sobrevivência não ficou abaixo dos 50% de mortalidade.

Para Boff et al., (2018) em seu experimento utilizando *M. quadrifasciata* nenhuma das concentrações testadas do pesticida acetamipride e alfa-cipermetrina

matou mais que 15% dos indivíduos, considerando, portanto, todas as doses subletais.

Os resultados obtidos a partir das interações social são apresentados na tabela 3, onde expõe a quantidade de interações de acordo com o tratamento observado e os tempos T0, T1 e T2 que são as repetições de 10 minutos por observação e com intervalo de uma hora entre cada observação.

Tabela 3 – Resultados obtidos a partir das interações sociais da *Tetragonisca angustula* (antenações e trofalaxis).

Interações de tratamentos	Antenação				Trofalaxia			
	T0	T1	T2	Total	T0	T1	T2	Total
Controle (Açúcar)								
NT - T	17	16	10	43	6	4	1	11
NT - NT	4	8	10	22	2	0	1	3
Octocrileno								
NT - T	25	20	21	66	7	2	1	10
NT - NT	10	10	5	25	2	2	1	5

Fonte: Autoria própria (2022).

Para o experimento de comportamento social, as antenações (duas abelhas frente a frente tocando suas antenas) foram mais frequentes do que trofalaxis (duas abelhas frente a frente tocando suas línguas). Boff et al (2018) explica que geralmente a troca alimentar via trofalaxis acontece após as antenações, mas não é uma obrigatoriedade. O autor também demonstra em seus resultados obtidos a partir do teste de comportamento social, utilizando a abelha *Melipona quadrifasciata* que, o número de antenações foi significativamente maior que o número de trofalaxis.

Chaves (2020) também obteve em seus resultados utilizando a *Tetragonisca angustula* que o número da antenações foi maior que trofalaxis.

Em números absolutos, as interações de abelhas tratadas com o octocrileno foram menos frequentes do que as abelhas tratadas apenas com a solução controle. Em média, as abelhas que se alimentaram apresentam maior frequência de antenações.

Apesar das antenações serem mais frequentes que as trofalaxis, a frequência de trofalaxis varia ao longo do tempo, sendo mais frequente na primeira hora do teste tanto para abelhas tratadas com octocrileno quanto para abelhas que receberam

somente a dose controle. Corroborando com Wright et al. (2012), em estudo realizado para testar as interações entre abelhas que consumiram Etanol, observou que o número de trofalaxis foi maior na primeira hora de experimento em todos os tratamentos.

As amostras foram consideradas diferentes, pois os valores encontrados foram de $h = 15,71$ e $p = 0,0013$ utilizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ou seja, quando comparamos todas as amostras, percebemos que houve diferença em pelo menos uma comparação entre os grupos. Diante disso, realizamos o teste de comparações múltiplas de Dunn que compara os grupos dois a dois e nos mostram em qual dos grupos houve essa diferença significativa.

Obtemos amostras significativas quando comparados os grupos T-NT e NT-NT com octocrileno $h=7,2225$ e $p=0,0072$. Semelhantemente quando comparado os grupos T-NT com octocrileno e NT-NT controle $h=9,6920$ e $p=0,0019$ e também para os grupos T-NT e NT-NT com controle pois $h=8,0759$ e $p=0,0045$. Portanto diante dos resultados estatísticos podemos observar que abelhas que foram privadas de alimentação não interagiram de forma significativa entre si, somente abelhas que receberam alimentação com controle ou octocrileno interagiram de forma significativa com abelhas privada de alimentação. Tal resultado é explicado por Wright et al. (2012) em seu estudo o autor relata que o comportamento de trofalaxis é uma das principais maneiras de solicitar e transferir alimento a outros companheiros em insetos sociais.

Entretanto, foram encontradas variações quando comparado o número de interações de abelhas dos grupos T-NT com controle e de abelhas T-NT com octocrileno, onde $h=0,1310$ e $p=0,7174$, ou seja, não houve diferença significativa no número de interações de abelhas que receberam o alimento contaminado e com as abelhas que receberam somente a sacarose, semelhantemente não houve diferença significativa no número de interações de abelhas NT-NT com octocrileno e abelhas NT-NT controle, onde $h=0,3235$ e $p=0,5695$. Portanto, percebemos que o octocrileno nessa metodologia e a esse tempo de exposição, não afetou significativamente o comportamento social da *Tetragonisca angustula*.

Neste trabalho, as abelhas foram expostas ao poluente por meio de alimento contaminado, como um evento pontual. No ambiente natural, estão expostas diretamente e diariamente ao poluente sem dosagem controlada, podendo ser

contaminadas por ingestão e por contato ao longo da vida, acumulando estas substâncias pela alimentação e pela água levadas ao ninho.

Mesmo o octocrileno a essa concentração não causando alterações nas interações sociais das abelhas, não podemos descartar a hipótese que o componente dos protetores solares não seja tóxico. Costa (2019) destaca que as interações das substâncias presente nos protetores solares com outras substâncias presente no meio ambiente e o possível aumento de seus efeitos tóxicos não devem ser descartados.

Paula et al., (2018) avaliaram a toxicidade aguda dos fotoprotetores 2-etilhexil, 4-metoxicinamato (EHMC), avobenzona (AVO), e octocrileno (OC) em *Daphnia magna*, onde apenas o EHMC provocou efeitos significativos. Kaiser et al. (2012) explica que o fato do AVO e o OC não serem considerados tóxicos pode estar associado a menor biodisponibilidade, ou seja, podem interagir com maior facilidade com sedimentos, material particulado e apresentam uma baixa absorção quando ingeridos.

Por outro lado, de acordo com alguns estudos realizados, utilizando filtros UV onde o octocrileno está presente em todos eles, podem apresentar diversos efeitos nocivos em organismos vivos, como bioacumulação e estresse oxidativo (GRABICOVA et al., 2013), redução no crescimento de larvas aquáticas de *Chironomus riparius* (mosca arlequin) onde os filtros UV BP3, 4-MBC e principalmente o octocrileno induzem essa redução (CAMPOS et al., 2017) e inibição alimentar em teste utilizando a *Daphnia magna*, onde detectaram que os filtros solares OC e 4-MBC exibiram as maiores sensibilidades para inibição alimentar com valores de NOEC de 50 e 60 ug/l (PABLOS et al., 2015), entre outros.

Embora o tempo de exposição do octocrileno não tenha afetado as interações sociais entre as abelhas que receberam a alimentação contaminada e as abelhas alimentadas somente com açúcar, um estudo realizado utilizando peixes-zebra (*Danio rerio*) para avaliar o efeito do octocrileno no desenvolvimento de embriões do peixe em relação a eclodibilidade e mortalidade, constatou que o OC não terá um forte efeito de toxicidade aguda em organismos aquáticos, mas sua exposição a longo prazo poderá causar uma série de efeitos adversos, além disso, o poluente poderá afetar o crescimento, desenvolvimento e reprodução de espécies aquáticas (QI MENG et al., 2021).

7 CONCLUSÃO

O trabalho apresentou os efeitos do poluente emergente octocrileno, em *Tetragonisca angustula* (Jataí) sob a concentração de 1.000 mg/L por meio de teste de ingestão. Ao desenvolver esse trabalho, contribuímos para agregar conhecimento sobre os poluentes emergentes, já que os efeitos e as consequências de sua exposição ainda são pouco conhecidos. O bioensaio com diferentes concentrações foi uma ferramenta útil para se conhecer a subletalidade sobre o octocrileno.

O objetivo do trabalho em analisar seus efeitos nas interações sociais das abelhas foi alcançado, mesmo que ainda seja um estudo breve e que poderá ser mais aprofundado, podemos sugerir que o octocrileno não causou alterações comportamentais nas Jataí para esse período de exposição e essa metodologia, entretanto, não podemos afirmar que o octocrileno não altere o comportamento das abelhas a longo prazo, pois no ambiente a exposição ao poluentes emergente poderá ser diariamente a uma quantidade desconhecida, para tal afirmação o estudo deve dar andamento e propor outros testes com tempo de exposição maior e outras metodologias.

Espera-se que a partir desse trabalho, e de tantos outros que virão, possa haver novas políticas sobre limite de lançamentos de efluentes em corpos hídricos e para novos poluentes que surgirem e a tantos outros que já estão presentes em água, solo e ar, e que, além do controle possa haver detecção e tratamento prévio para não disseminar os poluentes emergentes pelo ambiente e principalmente em vidas.

REFERÊNCIAS

ALDER, A.C.; BRUCHET, A.; CARBALLA, M.; CLARA, M.; JOSS, A.; LÖFFLER, D.; MCARDELL, C.S.; MIKSCH, K.; OMIL, F.; TUHKANEN, T.; TERNES, T.A. Consumption and occurrence. *In*: TERNES, T.A.; JOSS, A. (Org.). Human pharmaceuticals, hormones and fragrances: the challenge of micropollutants in urban water management. **London: IWA Publishing**, 2006. p. 453. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/9781780402468>. Acesso em: 13 de set. de 2022.

ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S.; CANE, J.; ET AL. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of crop yields. **Conservation Biology**, v.12, n.1, p.8-17, 1998.

ALVES, T.C.; GIRARDI, R.; PINHEIRO, A. Micropoluentes orgânicos: ocorrência, remoção e regulamentação. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 14, ed. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/reg.v14e1>. Acesso em: 05 de jan. de 2023.

AYRES, M., AYRES Jr, M., AYRES, D. L., SANTOS, A. A. S. Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: IDSM, 2007.364p.

BESTER, K. **Synthetic fragrance compounds in the environment**. *In*: BESTER, K. **Personal care compounds in the environment: pathways, fate and methods for determination**. 1 ed. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007.

BLUTHGEN N., *et al.*, (2014), “Accumulation and effects of the UV-filter octocrylene in adult and embryonic zebrafish (*Danio rerio*)”, **Science of the Total Environment** 476– 477, p. 207–217, Disponível em:10.1016/j.scitotenv.2014.01.015. Acesso em: 05 de nov. de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA No. 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 21 de jan. de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº. 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627 Acesso em: 21 de jan. de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS No.2.472, de 28 de setembro de 2021**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt2472_30_09_2021.html Acesso em: 21 de jan. de 2023

BROOKE N, *et al.*, (2008). UV-filters in cosmetics – prioritisation for environmental assessment”, **Environment Agency**, ISBN: 978-1-84432-968-7.

CAMPOS, D.; GRAVATO, C.; QUINTANEIRO, C.; GOLOVKO, O.; ŽLÁBEK, V.; SOARES, A. M. V. M.; PESTANA, J. L. T. Toxicity of organic UV-filters to the aquatic midge *Chironomus riparius*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 143, n. January, p. 210–216, 2017b.

CARVALHO, C.A.L.; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O. **Mel de abelha sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005.

CHAVES, M. A. **Bioensaios em Laboratório para Análise do Comportamento de *Tetragonisca Angustula* sob Influência de Glifosato Biocarb®**, 2020. – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26098/1/bioensaiostetragoniscaangustulaglifosato.pdf>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

CHRISTIAENS, F.; UHLMANN, B. Guidelines for monitoring UV radiation sources. **Cosmetics Europe**, v. 18, 2007.

COSTA, D. AP. **Efeitos de protetores solares comerciais na sobrevivência, reprodução e desenvolvimento embrionário de caramujo *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

FABICHAK I (1989) **Abelhas indígenas sem ferrão Jataí**. São Paulo: Nobel

GAGO-FERRERO, P.; DIAZ-CRUZ, M. S.; BARCELÓ, D. An overview of UV-absorbing compounds (organic UV filters) in aquatic biota. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 404, p. 2597-2610, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-012-6067-7>. Acesso em: 30 de jan. de 2023.

GAGNÉ, F.; BLAISE, L.; SALAZAR, M.; SALAZAR, S. HANSEN, P.D. Evaluation of estrogenic effects of municipal effluents to the freshwater mussel *Elliptio complanata*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 128, n. 2, 2001, p. 213-225. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(00\)00189-7](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(00)00189-7). Acesso em: 06 de out. de 2022.

GALUS, M.; KIRISCHIAN, N.; HIGGINS, S.; PURDY, J.; CHOW, J.; RANGARANJAN, S.; LI, H.; METCALFE, C.; WILSON, J.Y. Chronic, low concentration exposure to pharmaceuticals impacts multiple organ systems in zebrafish. **Aquatic Toxicology**, v. 132-133, 2013, p. 200-211. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2012.12.021>. Acesso em: 10 de out. de 2022.

GRABICOVA, K.; FEDOROVA, G.; BURKINA, V.; STEINBACH, C.; SCHMIDTPOSTHAUS, H.; ZLABEK, V.; KROUPOVA, H. K.; GRABIC, R.; RANDAK, T. Presence of UV filters in surface water and the effects of phenylbenzimidazole sulfonic acid on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following a chronic toxicity test. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 96, n. 1223, p. 41–47, 2013.

WRIGHT GA, LILLVIS JL, BRAY HJ, MUSTARD JÁ. Physiological State Influences the Social Interactions of Two Honeybee Nest Mates. **Plos One**, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032677>. Acesso em: 02 de fev. de 2023.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Tabela 74. Brasília: IBGE, 2009. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/74>. Acesso em: 15 de jan. de 2023.

KAISER, D. A. SIERATOWICZ, H. ZIELKE, M. OETKEN, H. HOLLERT, J. OEHLMA NN. Ecotoxicological effect characterisation of widely used organic UV filters. **Environmental Pollution**. v. 163 p. 84-90. 2012.

KEARNS, C.A.; INOUE, D.W.; WASER, N.M. Endangered mutualism: the conservation of plant pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.29, n.1, p.83-112, 1998.

KERR, W.A.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangaú, 1996.

KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture Ecosystems & Environment, Amsterdam**, v. 74, p. 373-393, 1999.

KEVAN, P.G.; PHILLIPS, T. The economics of pollinator declines: assessing the consequences. **Conservation Ecology**, v.5, n.1, p.8-9, 2001.

KRAUSE, M., *et al.*, (2012). Sunscreens: are they beneficial for health? An overview of endocrine disrupting properties of UV-filters, **International Journal of Andrology**, 35, p. 424-436, Disponível em : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2012.01280.x>; Acesso em: 01 de fev. de 2023.

KRISTENSEN, D.M.; MAZAUD-GUITTOD, S.; GAUDRIALT, P.; LESNÉ, L.; SERRANO, T.; MAIN, K.M.; JÉGOU, B. Analgesic use - prevalence, biomonitoring and endocrine and reproductive effects. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 12, 2016, p. 381-393. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.55>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

MENEZES-PEDRO, S.R.; CAMARGO, J. F. M. **Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. Apoidea, Apiformes. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. Inv. Terrestres. São Paulo – FAPESP, 2000. p. 193- 211.

NOGUEIRA NETO, P. Características diversas, distribuição geográfica e aclimação. *In*: NOGUEIRA NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997, p. 33 -38.

OZÁEZ, I.; MORCILLO, G.; MARTÍNEZ-GUITARTE, J. L. Ultraviolet filters differentially impact the expression of key endocrine and stress genes in embryos 72 and larvae of *Chironomus riparius*. **Science of the Total Environment**, v. 557–558, p. 240–247, 2016.

PABLOS, M. V.; GARCÍA-HORTIGÜELA, P.; FERNÁNDEZ, C. Acute and chronic toxicity of emerging contaminants, alone or in combination, in *Chlorella vulgaris* and *Daphnia magna*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 7, p. 5417–5424, 2015.

PAULA, V. C. S.; GOMES, M. F.; YAMAMOTO, F. Y.; MARTINS, L.; FREITAS, A. M. Avaliação da ecotoxicidade crônica dos fotoprotetores octocrileno e 2-etilhexil-4-metoxicinamato em *Daphnia magna*. *In*: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOTOXICOLOGIA, 2018, Aracaju. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia – XV ECOTOX 1º Edição**. P 625 – 627.

POLONINI, H., *et al.*, (2014). **Synthesis and evaluation of octocrylene- inspired compounds for UV-filter activity**. *Quim. Nova*, Vol. 37, No. 6, 1004-1009, doi.org/10.5935/0100-4042.20140160.

POMATI, F.; NETTING, A.G.; CALAMARI, D.; NEILAN, B.A. Effects of erythromycin, tetracycline and ibuprofen on the growth of *Synechocystis* sp. and *Lemna minor*. **Aquatic Toxicology**, v. 67, n. 4, 2004, p. 387-396. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2004.02.001>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

QI MENG, KAREN YEUNG, KING MING CHAN. Toxic effects of octocrylene on zebrafish larvae and liver cell line (ZFL), **Aquatic Toxicology**, Volume 236, 2021, 105843, ISSN 0166-445X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2021.105843>. Acesso em: 10 de fev. de 2023.

REEMTSMA, T.; WEISS, S.; MUELLER, J.; PETROVIĆ, M.; GONZÁLEZ, S.; BARCELÓ, D.; VENTURA, F.; KNEPPER, T.P. Polar pollutants entry into the water cycle by municipal wastewater: a European perspective. **Environmental Science & Technology**, v. 40, n. 17, 2006, p. 5451-5458. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es060908a>. Acesso em: 28 de out. de 2022.

ROSA, J. M; ARIOLI, C.J; SILVA, P.N.; MELLO, F.R. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: existe uma explicação? **Revista de Ciências Agroveterinárias, Centro de Ciências Agroveterinárias – UDESC, Lages**, v. 18, n. 1, p. 154-162, 2019.

SANTOS, L.H.M.L.M.; ARAÚJO, A.N.; FACHINI, A.; PENA, A.; DELERUE-MATOS, C.; MONTENEGRO, M.C.B.S.M. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. **Journal of Hazardous Materials**, v.

175, n. 1-3, 2010, p. 45-95. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.10.100>. Acesso em: 05 de nov. de 2022.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Mercado de cosméticos do Brasil é um dos maiores do mundo, 2021**. Disponível em:
<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/mercado-de-cosmeticos-do-brasil-e-um-dos-maiores-do-mundo,36578d4d928d0810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=Dados%20colhidos%20em%202021%20apontam,%C3%A1rea%20traz%20oportunidades%20ao%20empreendedor>. Acesso em: 24 de out. de 2022.

SILVA-ZACARIN, E. C. M.; GREGORC, A.; MORAES, R. L. M. S. In situ localization of heat-shock proteins and cell death labelling in the salivary gland of acaricide-treated honeybee larvae. **Apidologie**, Paris, v. 37, p. 507-515, 2006.

USEPA, **United States Environmental Protection Agency**. White paper: aquatic life criteria for contaminants of emerging concern. Part I: general challenges and recommendations. Washington, 2008. 86 p. Disponível em:
<https://www.epa.gov/wqc/contaminants-emerging-concern-including-pharmaceuticals-and-personal-care-products>. Acesso em: 10 de nov. de 2022.

VENTURIERI, G.C. Criação de abelhas indígenas sem ferrão. 2. ed. rev. atual. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2008.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O. **Limitação e Causas do Declínio de Polinizadores do Maracujá Amarelo (Passiflora edulis Sims) no Vale do São Francisco, Juazeiro, BA**. In: Encontro sobre abelhas, 2006, 7. Ribeirão Preto. Anais. Ribeirão Preto, 2006.