

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
*CAMPUS IBIRUBÁ***

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MODELOS DE CAPAS PROTETORAS PARA O
CONFINAMENTO DE ABELHAS *Apis mellifera***

EMERSON SOARES LOPES

Ibirubá, 2023.

EMERSON SOARES LOPES

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MODELOS DE CAPAS PROTETORAS PARA O
CONFINAMENTO DE ABELHAS *Apis mellifera***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Anna Carolina Cerato Confortin

Ibirubá, 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, pela oportunidade de concluir mais esta etapa apesar de mim, por toda força e coragem que ele me deu, não me deixando desistir diante as dificuldades durante a graduação.

À minha esposa Luize Molinari Stefanello Lopes por sempre me incentivar, por sua ajuda em manter nossa casa em ordem enquanto eu investia tempo neste trabalho de pesquisa obrigado, minha querida, por estar sempre ao meu lado e ser o meu porto seguro durante essa jornada acadêmica.

Agradeço aos meus pais e familiares pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis vocês são uma peça fundamental na minha jornada e espero um dia poder retribuir tudo o que já fizeram por mim.

A minha orientadora Anna Carolina Cerato Confortin, por toda paciência, compreensão, ajuda, dedicação, conhecimento e suporte nesta etapa.

A professora Renata Porto Alegre Garcia por todo apoio e conhecimento passado durante condução do experimento.

Agradeço aos amigos por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Ibirubá e a Associação Brasileira de Estudos das Abelhas pelo suporte com laboratórios e materiais utilizados para condução do trabalho.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Agronomia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus* Ibirubá.

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MODELOS DE CAPAS PROTETORAS PARA O CONFINAMENTO DE ABELHAS *Apis mellifera*

AUTOR: Emerson Soares Lopes
ORIENTADORA: Anna Carolina Cerato Confortin
Ibirubá/RS, 30 de Novembro de 2023.

As abelhas são importantes agentes polinizadores que influenciam na produtividade das culturas além de produzirem vários produtos de origem apícola. A mortalidade das abelhas, contudo, é uma realidade e pode ocorrer por diversos fatores como fome, doenças, manejo incorreto e pelo uso de incorreto de defensivos agrícolas, este último sendo a principal causa. Propõe-se, como estratégia para reduzir este problema, o confinamento das colmeias imediatamente antes e durante a aplicação de defensivos nas lavouras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o confinamento de abelhas da espécie *Apis mellifera* em colmeias Americanas com diferentes modelos e cores de capas protetoras, modelo este que deve restringir a saída e entrada das abelhas da colmeia, evitar o contato entre abelhas externas à colmeia com as abelhas confinadas, a fim de evitar a mortalidade das abelhas pelo contato com produtos fitossanitários. Inicialmente testaram-se quatro cores de capa (Totalmente verde, branca, preta e uma preta com a parte superior branca). Foram avaliados os escores de população de abelhas linha reta ao alvado, na superior da capa, paradas dentro da capa e a mortalidade de abelhas. Foram selecionados os dois melhores modelos de capa e estes foram submetidos a um segundo teste, assim, houve dois tratamentos (dois modelos de capas, um todo de tela de coloração branca e outro de tela de coloração preta, com a parte superior branca) e quatro repetições, onde foi avaliado se as capas atenderam às seguintes condições: não permitir a entrada e saída das abelhas da colmeia, evitar o contato entre abelhas externas à colmeia com as abelhas confinadas, bem como quantificar a mortalidade de abelhas e o ruído emitido pelo enxame durante o confinamento. As capas protetoras foram confeccionadas em telas de sombrite. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e após foram submetidos à análise de correlação linear de Pearson e a análise de variância, com médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As abelhas nas horas mais quentes apresentaram um comportamento mais ativo em busca de sair do confinamento. Grande parte das abelhas ficaram aglomeradas no alvado, observou-se abelhas mortas. É importante destacar que o confinamento estressa os enxames e pode refletir na produtividade futura. Mais estudos são necessários para compreensão da eficiência ou não do confinamento em situações de aplicações de defensivos agrícolas.

Palavras-chaves: Apicultura, boas práticas de manejo, mortalidade de abelhas.

ABSTRACT

Completion of course work

Agronomy Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus* Ibirubá.

EVALUATION OF DIFFERENT MODELS OF PROTECTIVE COVERS FOR CONFINEMENT OF *Apis mellifera* BEES

AUTHOR: Emerson Soares Lopes

ADVISOR: Anna Carolina Cerato Confortin

Ibirubá/RS, November 30, 2023

Bees are important pollinators that influence crop productivity in addition to producing various bee products. Bee mortality, however, is a reality and can occur due to several factors such as hunger, disease, incorrect management and the incorrect use of agricultural pesticides, the latter being the main cause. As a strategy to reduce this problem, it is proposed to confine the hives immediately before and during the application of pesticides to crops. The objective of this work was to evaluate the confinement of bees of the species *Apis mellifera* in American hives with different models and colors of protective covers, a model that should restrict the exit and entry of bees from the hive, avoiding contact between bees outside the hive with the confined bees, in order to avoid bee mortality due to contact with phytosanitary products. Initially, four cover colors were tested (totally green, white, black and a black one with a white upper part). The population scores of bees straight to the wall, at the top of the cover, standing inside the cover and bee mortality were evaluated. The two best cover models were selected and these were subjected to a second test, thus, there were two treatments (two cover models, one entirely made of white canvas and the other made of black canvas, with a white upper part) and four repetitions, where it was evaluated whether the covers met the following conditions: not allowing bees to enter and leave the hive, avoid contact between bees outside the hive with confined bees, as well as quantifying bee mortality and noise emitted by the hive. swarm during confinement. The protective covers were made from shade cloth. The data were subjected to the normality test (Shapiro-Wilk) and then subjected to Pearson's linear correlation analysis and analysis of variance, with means compared using the Tukey test at a 5% probability level. Bees in the hottest hours showed more active behavior in search of leaving confinement. Most of the bees remained crowded on the terrace, dead bees were observed. It is important to highlight that confinement stresses the swarms and can affect future productivity. More studies are needed to understand the efficiency or otherwise of confinement in situations involving agricultural pesticide applications.

Key Words: Beekeeping, good management practices, bee mortality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Em verde na parte superior o laboratório da apicultura e na parte inferior o apiário. Ibirubá/2023.

Figura 2 - Capa protetora Modelo 1 em colmeia padrão americano com uma melgueira

Figura 3 - Colmeia com capa protetora modelo 1 e abelhas na tampa (A), abelhas mortas na tampa após remoção da tela (B)

Figura 4 - Colmeia com equipamento para medida de temperatura e umidade relativa do ar e (A) e representação da posição de medida de três sensores internos introduzidos por trás da caixa (B) e marcando posições dos sensores na caixa (C). Ibirubá-RS.

Figura 5 - Estruturas de madeira com medida 73 largura x 73 comprimento x 114 altura e uso de telas de sombreamento de cores diferentes. Ibirubá-RS.

Figura 6 - Capas protetoras das cores Branca e a Preto e Branca distribuídas no apiário para avaliação. Ibirubá-RS.

Figura 7 - Avaliação da mortalidade de abelhas *Apis mellifera* submetidas ao confinamento com telas de sombreamento. Ibirubá-RS, 2022. (A) Bandeja contendo abelhas mortas em frente ao alvado; (B) Balança analítica para pesagem de abelhas mortas; (C) Contagem manual do número de abelhas mortas.

Figura 8 - Temperaturas observadas nos sensores internos e externos no teste em colmeia Langstroth de uso de capa protetora entre as 9 h e 6 h 30 min de outro dia. Ibirubá /RS.

Figura 9 - Frequência de abelhas na linha reta do alvado nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS

Figura 10 - Frequência de abelhas na parte superior da capa nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS

Figura 11 - Frequência de abelhas paradas dentro da capa nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS

Figura 12 - Frequência de abelhas mortas dentro da capa nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS

Figura 13 - Medidas de distribuição e de dispersão das variáveis analisadas mortalidade em gramas (A); mortalidade em número (B) e decibéis médios (C), Ibirubá-RS, 2023.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Peso de abelhas mortas (MORTG), Número de abelhas mortas (MORTN), Ruídos emitidos pelo enxame (DBMED) de acordo com as cores de capas (Branca e Preta e Branca) utilizadas para confinamento de abelhas (*Apis mellifera*). Ibirubá-RS, 2022.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.1	As abelhas no Brasil e no mundo.....	11
2.1.2	Características das abelhas.....	14
2.1.3	Importância econômica	16
2.1.4	Declínio populacional das abelhas.....	20
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.2.1	Experimento 1 – avaliando modelo de capa existente utilizada por apicultores	24
2.2.2	Experimento 2 – Avaliação qualitativa sobre o comportamento e mortalidade de abelhas confinadas com quatro diferentes modelos de capa	27
2.2.3	Experimento 3 – Avaliação do ruído das colmeias e a mortalidade após confinamento.	29
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
2.3.1	Experimento 1 – resultados da avaliação do modelo de capa existente utilizada por apicultores	31
2.3.2	Experimento 2 – Resultados da avaliação qualitativa sobre o comportamento e mortalidade de abelhas confinadas com quatro diferentes modelos de capa	32
2.3.3	Experimento 3 – Avaliação do ruído das colmeias e a mortalidade após confinamento.	37
3	CONCLUSÕES	41
4	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é um ramo da agricultura que estuda a criação e o manejo racional de abelhas *Apis mellifera* visando o aumento da produção de mel, pólen, própolis, cera, geleia real entre outros subprodutos para o consumo humano. Além dos produtos mencionados, as abelhas realizam importantes serviços ecossistêmicos por meio da polinização, pois garantem ao ser humano e ao meio ambiente benefícios relacionados à produção de alimentos, conservação da diversidade biológica, restauração de agro ecossistemas e contribuem para o crescimento econômico do país.

Segundo Gallai et al., (2009) e Giannini et al., (2015) o valor econômico da polinização promovida por insetos corresponde a 9,5% do valor total da produção agrícola mundial, considerando-se a produção agrícola de 2005 de 100 culturas usadas diretamente para alimentação humana. Muitas culturas agrícolas no mundo dependem da entomofilia, que é a polinização por insetos, tornando-a um fator fundamental de produção. Segundo Wolowski, et al. (2019), estima-se que aproximadamente 66,3% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, 9,2% por besouros, 5,2% por borboletas, 5,2% por mariposas, 4,4% por aves, 4,4% por vespas, 2,8% por moscas, 2,0% por morcegos e 0,4% por hemípteros.

Nos últimos anos, no entanto as preocupações com os polinizadores vêm se intensificando entre os pesquisadores, órgãos federais e principalmente criadores de abelhas, devido ao grande declínio das populações dos mesmos e por consequência a perda da biodiversidade de polinizadores se torna uma ameaça aos serviços ecossistêmicos por eles prestados.

Em pesquisa visando avaliar as perdas de colônias no Brasil, (CASTILHOS et al., 2019) encontraram resultados de que aproximadamente 50 % das colônias são perdidas todos os anos em todo o Brasil, estimando assim mais de um bilhão de abelhas mortas, sem contar os enxames que se perdem na natureza. Os autores ainda apontam como a principal causa desta perda seja em função do uso indiscriminado de inseticidas.

Vários países americanos e europeus têm registrado nos últimos dez anos um fenômeno conhecido como o "Colapso do desaparecimento das colmeias" (Colony Collapse Disorder ou CCD). O CCD é caracterizado por um desaparecimento inesperado e rápido de abelhas resultando em grandes prejuízos econômicos e ambientais (CERQUEIRA, 2018). O declínio de abelhas tem sido considerado, pela apicultura e pela agricultura, um dos grandes

problemas para a produção de alimentos e conseqüentemente para a produção de produtos apícolas, tendo em vista a importância das abelhas para o serviço de polinização.

Segundo o entendimento atual de especialistas, organizações do governo e apicultores a diminuição dos polinizadores e principalmente das abelhas é decorrente de diversos fatores, dentre eles cita-se: o desmatamento conduzido para abrir áreas para a urbanização e o aumento das áreas agrícolas, conseqüentemente ocasionando a diminuição dos habitats naturais; A morte da rainha, relacionado à falta de reservas de alimento como néctar e pólen em função do pouco forrageamento; fungos, parasitas e ácaros as quais são as pragas e principais fontes de patógenos; e o principal responsável pelo declínio dos polinizadores dá-se pelo uso de produtos fitossanitários para o controle de pragas.

O uso de agrotóxicos e a não observância das boas práticas agrícolas têm sido apontado como principal causa da alta mortalidade das abelhas (WITTER et al., 2014). Na prática o contato das abelhas com os produtos pode ocorrer por meio de três principais formas: o contato direto com gotículas durante as pulverizações, caminhar sobre superfície contaminada e a ingestão de alimento contaminado (SILVA et al., 2021).

Portanto levantou-se a necessidade da confecção de uma capa capaz de proteger as abelhas contra o contato de produtos fitossanitários a fim de diminuir a alta na mortalidade de enxames e proporcionar bem-estar para as abelhas estando elas confinadas. Enxames populosos confinados podem ter alta mortalidade para isso é importante que o equipamento seja eficiente e que possibilite a temperatura adequada dentro da colmeia, uma boa ventilação e principalmente que evite a entrada e saída de abelhas da colmeia.

Em busca de algum modelo já existente na literatura ou utilizado por algum apicultor em conversas, podemos localizar um utilizado por um grande apicultor do Rio Grande do Sul, o qual relatou que utilizava a capa protetora nas colmeias no momento que fazia algum manejo fitossanitário na lavoura, então através de uma parceria foi possível o acesso a esta capa protetora para a realização de alguns testes a fim de observar o comportamento das abelhas e se a mesma ofertava um conforto e bem-estar para as abelhas, durante a realização deste teste surgiu o questionamento se a coloração deste modelo era a melhor, então foram realizados novos testes a fim de conferir esta hipótese com diferentes cores de sombrite disponíveis para aquisição.

Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar o confinamento de abelhas da espécie *Apis mellifera* em colmeias Americanas com diferentes modelos e cores de capas protetoras, modelos este que devem restringir a saída e entrada das abelhas da colmeia, evitar o contato

entre abelhas externas à colmeia com as abelhas confinadas, a fim de evitar a mortalidade das abelhas pelo contato com produtos fitossanitários.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 As abelhas no Brasil e no mundo

Os insetos mais antigos já registrados foram encontrados em rochas e datam do período Carbonífero, há cerca de 350 milhões de anos. A abelha mais antiga já registrada é o fóssil de *Meliponini* encontrado em Nova Jersey, que remonta a cerca de 80 milhões de anos atrás (AFONSO, 2012).

No entanto, segundo Soares *et al.* (2011), as evidências atuais indicam que o grupo das abelhas se tem registro de origem há mais ou menos 125 milhões de anos atrás, após o surgimento das plantas com flores (angiospermas) que se deu há cerca de 90 - 130 milhões de anos atrás. Durante o desenvolvimento da vida na Terra havia insetos, semelhantes às vespas atuais, que visitavam as flores para coletar néctar e caçavam pequenos insetos como fonte de energia e proteína. Com o passar do tempo algumas dessas vespas começaram a substituir a proteína animal de sua dieta pela proteína vegetal, isto é, passaram a consumir pólen, iniciaram então uma nova história de vida própria. Dessas vespas originaram-se as abelhas (BOVI, 2013).

Segundo Silveira *et al.*, (2002) as abelhas, juntamente com as formigas e vespas, pertencem à ordem Hymenoptera. Acredita-se que as vespas e as abelhas descendem de um ancestral parasita. Uma das evidências desta origem é a ausência de conexão entre a porção mediana do intestino com sua porção final, impossibilitando a defecação da larva até sua maturidade. Além disso, é fácil encontrarmos no grupo parasita indivíduos com características existentes no grupo Aculeata (vespas, formigas e abelhas), por exemplo, presença de glândula de veneno associada ao ovipositor. Este ovipositor e o veneno associado a ele podem ser usados como um ferrão para defesa, além de possibilitar a paralisação do hospedeiro para a oviposição (SOARES *et al.*, 2011).

A interação entre humanos e abelhas tem uma longa história. Esculturas em cavernas anteriores a 7.000 aC mostram humanos coletando mel de colmeias de abelhas selvagens. A

colheita era feita por extração sem levar em conta a fragilidade da colmeia, causando prejuízos à longevidade da colônia (BOVI, 2013).

No decorrer da evolução humana, um exemplo da exploração das abelhas pelo homem, são alguns registros e desenhos encontrados em algumas cavernas da Espanha, no qual um homem coleta mel de uma colônia de abelhas usando uma escada de corda presa ao topo de um barranco. Há registros sobre o uso do mel pelos hindus há 6000 a.C. e pelos sumérios há 5000 a.C., porém, racionalmente, as abelhas começaram a ser exploradas há cerca de 2400 a.C. pelos egípcios; atividade que está retratada em desenhos nas pirâmides. (SOARES *et al.*, 2011).

A domesticação e manejo de abelhas *Apis mellifera* são datados desde a pré-história, onde o mel é descrito desde então como um alimento nobre, rico em propriedades energéticas e terapêuticas. Entretanto com o passar dos anos verificou-se que a relação do homem com este inseto vai além dos produtos fornecidos pela colmeia, então o aprimoramento das técnicas de criação de abelhas ganhou destaque como sendo uma atividade de íntima relação entre homem, animal, produção de alimento e reprodução de espécies vegetais, destacando-se o processo de polinização (CERQUEIRA, 2018).

A *Apis mellifera* originou-se na África, e logo, migraram para Ásia e Europa, diferenciando-se em, pelo menos, duas dúzias de subespécies fisiologicamente, comportamentalmente e morfológicamente diferentes. O cultivo das abelhas pelo homem, no entanto, também gerou diferentes subespécies por meio de hibridação intraespecífica, principalmente em regiões como o Continente Americano, onde as abelhas *Apis mellifera* não eram nativas (QUEIROZ, 2018). Com o passar dos anos, e devido à demanda por mel, as abelhas foram sendo cultivadas pelo homem, e gradativamente, tecnologias foram inseridas nessa atividade. Deste modo, atualmente, a criação de abelhas *Apis mellifera* é realizada de modo racional, ou seja, busca o maior aproveitamento de seus produtos e serviços com o uso de tecnologias que visam manter a integridade dos enxames.

As primeiras abelhas do gênero *Apis* a serem introduzida no Brasil foram as *Apis mellifera mellifera* (abelha preta). Elas eram conhecidas como abelhas alemãs e foram importadas em meados do século XIX por volta do ano de 1839 pelo Padre Antônio Carneiro para o Rio de Janeiro. Entre os anos de 1870 e 1880, Frederico A. Hanemann trouxe para o Rio Grande do Sul a abelha *Apis mellifera ligustica*, também conhecida como abelha italiana (CAMARGO *et al.*, 2002).

Por volta de 1950 a apicultura Brasileira teve seu primeiro declínio em função das abelhas estarem fora do seu habitat e conseqüentemente mais suscetíveis a doenças e pragas. Diante disso no ano de 1956 segundo Camargo *et al.* (2002), o professor Warwick Estevan Kerr dirigiu-se à África, com a incumbência de selecionar rainhas de colmeias africanas, isso porque dados da literatura mostravam que subespécies de origem africana produziam mais mel que as de origem europeia, embora apresentassem um comportamento mais defensivo seriam mais produtivas e resistentes a doenças. A intenção era realizar pesquisas comparando a produtividade, rusticidade e agressividade entre as abelhas europeias, africanas e seus híbridos com o intuito de que os híbridos apresentassem maior produção de mel do que as europeias e um comportamento menos defensivos que as africanas.

Em 1957, no entanto, acidentalmente 26 enxames, com suas respectivas rainhas africanas, escaparam e acasalaram, naturalmente, com as abelhas europeias, gerando populações poli híbridas, denominadas abelhas africanizadas (CAMARGO *et al.* 2002). Estas abelhas resultantes são consideradas africanizadas, pois os traços africanos tendem a dominar sobre as características europeias principalmente a alta agressividade.

A liberação dessas abelhas muito produtivas, porém muito agressivas, criou um grande problema para o Brasil. Pois gerou um pavor desse inseto que repercutiu pelo mundo em razão de notícias sensacionalistas nas televisões, jornais e revistas internacionais. Nesse período, nenhum animal foi mais comentado em livros, entrevistas, reportagens e filmes do que as “abelhas assassinas” ou “abelhas brasileiras”, como eram chamadas. Em virtude deste ocorrido as abelhas foram consideradas pragas o que na época resultou no abandono da atividade por muitos apicultores (CAMARGO *et al.*, 2002).

O que aconteceu na época foi era uma completa inadequação da forma de criação e manejo das abelhas africanas. Embora as técnicas usadas fossem adaptadas às abelhas europeias, para as abelhas africanas, as vestimentas eram inadequadas; os fumigadores, pequenos e pouco potentes; as técnicas de manejo, impróprias para as abelhas e as colmeias dispostas muito próximas das residências, escolas, estradas e de outros animais. Todos esses fatores, em conjunto com a maior agressividade, facilitavam o ataque e os acidentes. Isso fez com que os apicultores amadores e sem conhecimento das técnicas para a criação de abelhas africanizadas acabassem abandonando este seguimento (CAMARGO *et al.*, 2002).

Para reverter este cenário e retomar o crescimento e desenvolvimento desta atividade teve-se a necessidade da interação entre apicultores e pesquisadores em simpósios e congressos que visavam o aperfeiçoamento das técnicas de criação para evitar acidentes.

Ainda hoje as abelhas africanizadas são muito agressivas, porém há grande conhecimento das corretas técnicas de criação e manejo que evite o stress das abelhas consequentemente diminuindo os acidentes com as mesmas.

2.1.2 Características das abelhas

Em relação às características taxonômicas das abelhas que farão parte do experimento, são animais invertebrados pertencentes ao filo Arthropoda, classe Insecta, ordem Hymenoptera, subordem Apocrita, família Apidae, gênero *Apis*, espécie *Apis mellifera*.

As abelhas da espécie *Apis mellifera* são insetos sociais que vivem em colônias de aproximadamente 60 mil abelhas, divididas em três castas as quais fazem metamorfose completa, sendo a maioria delas abelhas operárias seguidas dos zangões em menor quantidade e por fim uma única rainha (DE ALMEIDA, 2008). Elas vivem em uma relação hierárquica muito bem organizada, na qual, cada casta possui suas funções definidas segundo sua maturidade para o perfeito funcionamento do enxame.

Segundo Bovi (2013), cabe a abelha rainha a manutenção da organização do enxame, a cópula com o zangão durante o voo nupcial e a postura diária de milhares de ovos, garantindo o nascimento de novos indivíduos. O zangão é o único responsável por fecundar a abelha rainha. A maior parte dos trabalhos da colmeia é responsabilidade das abelhas operárias, que dividem as tarefas de acordo com sua idade fisiológica. Do 1° ao 3° dia de vida fazem a limpeza de qualquer sujidade que exista dentro da colmeia. Do 4° ao 12° dia alimentam as larvas, produzem geleia real e alimentam a rainha, providenciam a criação de novas rainhas, caso seja necessário. Do 13° ao 18° dia produzem cera e constroem os favos. Do 19° ao 20° dia ficam de guarda no alvado, defendendo seu território contra qualquer invasão. E, finalmente, do 21° dia em diante as abelhas operárias fazem os serviços externos no campo, colhem resinas, pólen, néctar e água, os quais são recursos de manutenção dos enxames e tornam-se produtos importantes para a produção apícola.

Caracterizando a anatomia das abelhas tem-se o conhecimento que o corpo é dividido em três segmentos sendo eles cabeça, tórax e abdome, revestidos por uma série de anéis endurecidos conectados entre si por membranas, e é coberta na maioria das regiões por uma camada densa de pelos. Esse esqueleto externo provê proteção contra predadores previne a perda de água, serve de estrutura para amarração dos músculos internos e permite movimentos rápidos (JUNIOR; CALVÃO, 2020).

De acordo com Bomfim (2017) e Zanon *et al.* (2015), a maioria das funções da cabeça está ligada à ingestão e à digestão parcial do alimento através das partes bucais e das glândulas associadas e é, também, a região mais sensível do corpo, através dos olhos, das antenas e dos pelos sensitivos. O tórax é composto por três segmentos, cada um com um par de pernas. Além disso, cada um dos dois segmentos torácicos posteriores suporta um par de asas, assim o tórax é a região locomotora do corpo da abelha e contém músculos poderosos para voar e caminhar, e funções especializadas como coletar. O abdômen consiste de sete segmentos visíveis e contém todos os órgãos internos e também o ferrão.

As abelhas *Apis mellifera* assim como os humanos possuem uma visão tricromática, ou seja, enxergam três comprimentos de ondas o espectro de ondas curtas que engloba o verde o azul e o ultravioleta, enquanto os seres humanos enxergam o azul o verde e o vermelho Patatt *et al.*, (2011), conseqüentemente as abelhas enxergam o mundo de uma maneira diferente que os seres humanos. Apesar das abelhas não enxergarem as cores fora do seu espectro, não é que elas sejam invisíveis, mas as abelhas tem uma percepção diferente destas cores.

O habitat das abelhas *Apis mellifera* é bastante diversificado e inclui savana, florestas tropicais, desertos, regiões litorâneas e montanhosas. Essa grande variedade de habitats acabou originando diversas subespécies ou raças de abelhas, com características específicas para cada um. A diferenciação dessas raças não é um processo fácil, para isso podem ser utilizadas medidas morfológicas ou análise de DNA (RAMOS, 2007).

A bioclimatologia da colmeia das abelhas é referente à termoregulação da temperatura e umidade dentro da caixa. Segundo Tavares (2012) e Carvalho (2009), para a regulação da temperatura as abelhas se utilizam de mecanismos comportamentais como, por exemplo, quando as temperaturas estiverem altas as abelhas abrem as asas favorecendo a circulação de ar para o resfriamento e se a temperatura estiver baixa as abelhas se agrupam no centro do ninho e aquecem a colmeia através de movimentos o que gera energia térmica e aumenta a temperatura, outro fator importante para manter a termoneutralidade dentro da colmeia é a regulação da umidade onde as abelhas por meio do resfriamento evaporativo, que envolve coletar água e espalhá-la pela colmeia mantêm a umidade. Isto ajuda a resfriar a colmeia e a manter um nível de umidade estável, o que é importante para a saúde e o bem-estar das abelhas (DOMINGOS, 2017).

2.1.3 Importância econômica

O principal produto da atividade apícola é o mel. Há também outros produtos tais como a cera, extrato de própolis, pólen, geleia real, apitoxina e derivados. Além disso, também há a comercialização de enxames e a produção e comercialização de rainhas.

Segundo Santos (2020), Freitas e Fonseca (2005) e Krause (2012) a polinização traz benefícios para as culturas, como o aumento da qualidade dos frutos, diminuição da má-formação dos mesmos, aumento no teor de óleos e uniformidade no processo de amadurecimento reduzindo as perdas das colheitas, além de melhorar a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Consequentemente a ausência dos agentes polinizadores acarreta em baixa produtividade de frutos, falta de padronização quanto à forma, aspecto, sabor, tamanho e formato, o que pode gerar problemas no rendimento e no lucro para o produtor.

O mel é um dos principais produtos apícolas. Segundo Camargo *et al.* (2002), a utilização do mel na nutrição humana não deveria ser apenas como adoçante, sendo ele um excelente substituto do açúcar, mas principalmente por ser um alimento de alta qualidade, rico em energia e inúmeras outras substâncias que beneficiam o equilíbrio dos processos biológicos de nosso corpo.

O mel possui diferentes propriedades físicas e químicas por ser produzido a partir do néctar das plantas e, por isso, a sua produção depende da abundância e da qualidade das flores existentes no raio de ação das abelhas. Conforme a flor de que o néctar foi obtido pelas abelhas, bem como de sua localização geográfica, o mel resultante terá características diferentes, principalmente quanto à cor, sabor e perfume. Por isso, a caracterização regional e o estabelecimento de padrões são de grande importância, considerando a diversidade botânica e a variação climática de cada região (GOIS *et al.*, 2013).

Em 2018, foram produzidas 42,3 mil toneladas de mel, o que colocou o Brasil como o décimo primeiro em maior produção mundial (FAO, 2020). O Brasil, apesar do vasto potencial para a produção apícola e de ser reconhecidamente um dos países exportadores de mel de alta qualidade, segundo Vidal (2021) ocupou em 2019 a décima primeira posição na produção mundial de mel com aproximadamente 30 mil toneladas e respondeu por apenas 4,8% do volume das exportações globais do produto.

A cera de abelhas é um dos principais produtos da produção apícola, possuindo um papel importante tanto para a colmeia quanto para o retorno econômico da produção. Segundo o censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2017), o

Brasil, possuía 4.369 estabelecimentos produtores de cera de abelha registrados, que venderam, nesse mesmo ano, um total de 387 toneladas de cera, gerando uma receita de aproximadamente 12 milhões de reais para a produção apícola.

A cera é secretada por oito glândulas cerígenas de abelhas jovens (12 a 18 dias de idade), localizadas no lado ventral do abdômen das abelhas operárias. É usada na estrutura da colmeia e na construção dos favos. Na apicultura a cera dos favos pode retornar à colmeia, após a extração do mel ela pode ser processada e devolvida à colmeia em forma de lâminas alveoladas (DA SILVA *et al.*, 2020). A cera também é utilizada como ingrediente na indústria de fármacos e cosméticos, fabricação de velas, pasta para calçados, lustrador para pisos, móveis, couros e lentes telescópicas, na fabricação de graxas e unguentos, na composição de fitas adesivas, gomas de mascar, tintas e materiais para impermeabilização (EPAGRI/GMC, 2015).

A própolis é uma substância adesiva, resinosa e balsâmica, elaborada pelas abelhas a partir da mistura da cera e da resina coletada das plantas, retirada dos botões florais, gemas e dos cortes nas cascas dos vegetais. Ela é utilizada pelas abelhas para o vedamento das frestas e a entrada do ninho, evitando a entrada de correntes de ar durante o inverno, ela é muito utilizada pelas abelhas para fins de limpeza com o intuito de esterilizar a colmeia pois possui propriedades bactericidas e fungicidas. (CAMARGO *et al.*, 2002).

O nome própolis deriva do grego, pro “na entrada” e polis “comunidade”, que quer dizer uma substância usada na defesa da frente da colmeia. Essa definição está associada às funções básicas que a própolis tem para as abelhas, como higienização da colmeia e prevenção de doenças: vedação de aberturas externas; eliminação de espaços indesejáveis e não transitáveis, para embalsamar/mumificar insetos que morreram dentro da colmeia, de modo a prevenir decomposição e putrefação; renovação da película protetora dos favos de postura e de depósito de alimentos e das paredes internas da colmeia a fim de criar um revestimento limpo e suave para as superfícies interiores (SILVA *et al.*, 2020).

O pólen é o gameta masculino das plantas responsável pela fecundação das flores. As abelhas coletam os grãos de pólen das flores, transformando em bolas, adicionando enzimas e armazenando-os nos favos. O pólen é o alimento de abelhas jovens. É considerado um dos alimentos naturais mais nutritivos, fundamental no desenvolvimento das crias. O valor proteico do pólen é variável e depende da origem floral. O pólen quando coletado é rico em proteína (cerca de 40%), aminoácidos, vitaminas e ácido fólico. Caso não seja desidratado,

deve ser conservado em freezer sob baixas temperaturas para que não inicie o processo de fermentação (EPAGRI/GMC, 2015).

A geleia real é utilizada como alimento das larvas e da rainha, é uma substância produzida pelas glândulas hipofaríngeas e mandibulares das operárias com até 14 dias de idade. Apresenta em sua constituição basicamente água, carboidratos, proteínas, lipídios e vitaminas, a geleia real é muito pegajosa, possui cor branco-leitosa e sabor ácido forte. Embora não seja estocada nas colmeias como o mel e o pólen, é produzida por alguns apicultores para comercialização *in natura*, misturada com mel. A indústria de cosméticos e medicamentos também a utilizam na composição de diversos produtos (CAMARGO *et al.*, 2002).

Segundo Ramos (2007) e Zanusso (2011), a Geleia Real contém grandes quantidades de proteínas (43% a 48%), lipídeos (8% a 11%), carboidratos, vitaminas, hormônios, enzimas e substâncias minerais. Na colmeia a geleia real é utilizada na alimentação das larvas de abelhas operárias até o terceiro dia de vida, e das larvas dos zangões, contudo, este produto é mais conhecido como alimento da rainha. Pode-se dizer que, graças a geleia real a abelha rainha é superior em relação às operárias. A rainha é alimentada com a geleia durante toda sua vida, atingindo o dobro do tamanho da operária, possui um aparelho sexual desenvolvido que lhe permite uma fecundação extraordinária e a sua vida é longa (chega até a cinco anos), enquanto a vida média das operárias é de 42 dias.

De acordo com Oliveira *et al.* (2020) e Souza e Alcici (2021), a geleia real é um dos produtos apícolas mais valorizados, que pode ser utilizado tanto na alimentação humana, como suplemento alimentar, quanto nas indústrias farmacêutica e cosmética. O tamanho das rainhas em comparação às operárias a longevidade e a fertilidade são atribuídas ao consumo da geleia Real. A geleia real contém altos níveis de proteínas (seis vezes mais do que o leite), sais minerais (em quantidade superior a muitas frutas), carboidratos, lipídeos, vitaminas (12 a 16 vezes superior ao pólen) e hormônios.

A apitoxina apesar de em algumas circunstâncias ser um produto letal para o homem, quando aplicado em grandes proporções, o veneno das abelhas é um consagrado medicamento contra diversos distúrbios e afecções. O tratamento contra reumatismo à base dessa substância é bastante conhecido no Brasil, já nos Estados Unidos ela é administrada por meio de picadas naturais das abelhas, injeções subcutâneas, pomadas, inalações e até mesmo por comprimidos (FOGUEL, 2019) e (SILVANO, 2020).

Segundo a Camargo *et al.*, (2002), Epagri/GMC (2015) e Pereira *et al.*, (2020) o veneno das abelhas operárias, ou apitoxina, é produzido pelas glândulas de veneno nas duas primeiras semanas de vida da operária e armazenado no “saco de veneno” situado na base do ferrão. Cada operária produz 0,3 mg de veneno, que é uma substância transparente, solúvel em água e composta de proteínas, aminoácidos, lipídios e enzimas. Etimologicamente, a palavra apitoxina significa veneno da abelha; advém do latim: Apis – abelha e toxikon – veneno que é produzido pelas operárias, é injetado no inimigo por meio do ferrão, que funciona como órgão de defesa, e é descrito como uma substância levemente ácida, incolor, amarga, transparente e com um forte odor que se assemelha ao do mel.

É comum entre as pessoas, quando observam uma abelha em voo ou pousada em uma flor, rotula-la como uma produtora de mel. Todavia, existe um fenômeno que ocorre quando há a presença de abelhas nas flores, durante a coleta de néctar e pólen para se fazer o mel chamado de polinização, nada menos do que a contribuição mais importante que qualquer inseto pode dar no campo da produção agrícola, fato comprovado há mais de 100 anos, com trabalhos pioneiros de Sprengel (1793), citado em Waite (1895), e depois por Pammel & King (1930), cujos estudos serviram de base para a expansão de pesquisas durante e após a II Guerra Mundial, abrangendo a produção de frutos, legumes e sementes (PANACHUK, 2016).

A polinização consiste na transferência de grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie. Este processo é fundamental para a reprodução sexuada, pois garante a fecundação, a propagação da espécie e a variabilidade genética vegetal. Os agentes de polinização podem ser classificados como abióticos (sem vida) e bióticos (possuem vida). A polinização abiótica refere-se à transferência de grãos de pólen para o estigma da flor através de agentes não vivos, os mais comuns são o vento e a água. A polinização biótica deve-se a presença dos insetos ou outros animais, os quais transportam os grãos de pólen para o estigma da flor. Os agentes polinizadores podem ser: besouros, moscas, vespas, formigas, abelhas, borboletas, mariposas, pássaros e morcegos (ROSA, 2017).

Muitas culturas agrícolas no mundo possuem como fator fundamental de produção a entomofilia que é a polinização por insetos e isso traz benefícios para as culturas, como o aumento da qualidade dos frutos, diminuição da má-formação dos mesmos, aumento no teor de óleos e ainda uniformiza o processo de amadurecimento reduzindo as perdas das colheitas, além de melhorar a qualidade da fisiologia das sementes produzidas e aumentar a variabilidade genética daquelas plantas. Enquanto isso, a ausência dos agentes polinizadores

acarreta baixa produtividade de frutos, falta de padronização quanto a forma, aspecto, sabor, tamanho e formato, o que pode gerar problemas no rendimento e no lucro para o produtor (LIBARDONI *et al.*, 2017)

Na agricultura, os polinizadores são um dos componentes essenciais para garantir a produção de frutos, haja vista que cerca de 75% das culturas e 80% das espécies de plantas dotadas de flores necessitam da polinização, no entanto, as abelhas são consideradas os principais polinizadores, sendo responsáveis por realizar a reprodução cruzada de 73% de todas as espécies vegetais cultivadas no mundo se destacando a espécie *Apis mellifera* (WITTER *et al.*, 2014). Se justificando pelo fato de que mesmo variando em tamanho, forma e nos hábitos de vida, todas as espécies de abelhas precisam visitar um grande número de flores diariamente para suprir as necessidades alimentares do enxame.

Ao forragear as plantas, em busca de alimento (pólen e néctar), as abelhas operárias campeiras promovem a reprodução cruzada dos vegetais, aumentando o vigor das espécies, possibilitando novas combinações de fatores hereditários e melhorando a produção de frutos e sementes (BOVI, 2013). Através da polinização, as abelhas *Apis mellifera* prestam serviços essenciais ao agroecossistema por meio de sua atuação na produção de alimentos. Além de melhorar a subsistência e proteger a biodiversidade, trazem benefícios ao ecossistema e à sociedade, por possuírem hábito generalista, ou seja, visitam uma ampla variedade de flores, as abelhas *Apis mellifera l.* polinizam as mais variadas culturas, sendo considerada a principal espécie polinizadora de culturas agrícolas no mundo, capazes de forragear uma área de 712 ha. É, portanto a espécie mais indicada para a polinização de culturas de interesse comercial (BOVI, 2013).

A polinização, quando bem sucedida, aumenta o número, tamanho e peso do fruto, melhora o seu formato (diminui os índices de deformação), além de influenciar na sua qualidade (acidez, teor de açúcares e volume do suco). Ainda, eleva a quantidade e qualidade de sementes (teor de óleos). Dessa forma, o ciclo de certas culturas pode ser encurtado e ainda uniformizado o amadurecimento dos frutos, o que diminui as perdas na colheita. (WITTER *et al.*, 2014)

2.1.4 Declínio populacional das abelhas

Apesar da tamanha importância ecológica e econômica das abelhas, tem-se constatado nos últimos anos o desaparecimento desses agentes polinizadores em áreas agrícolas de todo o

mundo. Em pesquisa visando avaliar as perdas de colônias no Brasil, (CASTILHOS, *et al.* 2019) encontraram resultados de que aproximadamente 50 % das colônias são perdidas todos os anos no Brasil estimando assim mais de um bilhão de abelhas mortas, sem contar os enxames que se perdem na natureza. O autor ainda aponta como que a principal causa desta perda seja em função do uso indiscriminado de inseticidas.

As abelhas, nativas e melíferas, estão passando por uma fase de desaparecimento em diversas partes do mundo. Segundo Da Silva (2021), muitos fatores podem ser associados ao declínio das abelhas, um único fator não pode ser responsável por todas as perdas observadas, Dentre eles, pode-se destacar: 1- queimadas e desmatamento de áreas com vegetação nativa para implantação e/ou expansão de cidades ou áreas agrícolas, intensificando a agricultura e levando a perda do habitat das abelhas; 2- uso inadequado de práticas de cultivo, como a utilização abusiva de agrotóxicos, principalmente nas áreas de monoculturas, sendo este último o fator mais impactante para os polinizadores. A implementação do monocultivo em larga escala elimina consideravelmente muitas espécies de plantas nativas, as quais fornecem néctar, pólen, locais de descanso, nidificação e reprodução aos insetos (FREITAS *et al.*, 2009). Normalmente as espécies vegetais cultivadas neste método florescem por um curto período de tempo, reduzindo a disponibilidade de alimento e promovendo queda no número e diversidade de polinizadores.

Embora muitas culturas agrícolas fornecerem amplas fontes de néctar e pólen, são na maioria das vezes consideradas grandes ameaças as abelhas, em consequência da realização de práticas ecologicamente incorretas. Entre essas práticas, podemos citar como a principal aplicação de pesticidas. As abelhas operárias estão mais expostas aos pesticidas durante as visitas em busca de recursos alimentares, entretanto todos os indivíduos da colônia estão sujeitas à contaminação. As abelhas que desenvolvem atividades no interior da colônia consomem e alimentam as larvas com pólen e néctar que podem estar contaminados. O grande número e frequência da aplicação de pesticidas nas lavouras fazem com o pólen e néctar de plantas cultivadas represente um risco claro para abelhas e outros polinizadores naturais (WITTER *et al.*, 2014).

Estudos recentes apontam que o declínio populacional de abelhas *Apis mellifera* tem relação direta com uma serie de fatores e está correlacionada, à exposição delas a produtos fitossanitários, em especial aos inseticidas, em campo, a exposição das abelhas aos produtos fitossanitários pode ocorrer por meio de três formas principais: o contato direto com gotículas durante as pulverizações, caminhar sobre superfície contaminada e ingestão de alimento

contaminado (DELAPLANE, *et al.*, 2000). Quando as abelhas operárias saem para realizar o forrageamento em busca de alimento para sua colônia, nas lavouras, elas podem entrar em contato com esses produtos que em doses muito altas ou dependendo do seu princípio ativo podem causar a morte imediata desses insetos, ou em doses menores podem levá-las a perder a direção sem conseguirem voltar para a sua colônia, ou ainda, quando voltam, acabam levando esses produtos para dentro da colônia, o que com o passar do tempo pode levar ao enfraquecimento e até mesmo a morte da colmeia.

Com a intensificação da agricultura desde o século XIX a ocupação dos campos de cultivo por uma única espécie vegetal favorece o aparecimento de pragas e doenças, o que torna a agricultura moderna cada vez mais dependente do uso de defensivos químicos. Segundo Lemes *et al.* (2019), estes produtos podem entrar na cadeia solo-água-plantas, representando uma perigosa fonte de contaminação para as abelhas e outros seres vivos. A apicultura, no entanto, é uma atividade dependente das culturas anuais ou da vegetação nativa como fonte de néctar e pólen para a sobrevivência, fazendo com que as abelhas fiquem expostas aos poluentes que são liberados no ambiente em que vivem, causando intoxicação e contaminação de seus produtos.

Segundo Witter *et al.* (2014), várias práticas agrícolas atuais causam impactos altamente negativos sobre os polinizadores, afetando sua diversidade, abundância e eficiência de polinização. Os efeitos mais drásticos dessas práticas decorrem dos agrotóxicos, sobretudo da sua forma inadequada de uso. Os efeitos dos agrotóxicos são divididos basicamente em dois tipos: letais e subletais. O efeito letal ocorre quando o inseto morre sob o efeito do agrotóxico. Ocorre principalmente na presença de floradas contaminadas que são densas e atrativas aos polinizadores, sendo a principal causa da morte. Já baixos níveis de dose e/ou baixa frequência de aplicação causam efeitos subletais, ou seja, que podem afetar o comportamento das abelhas forrageiras e reduzir o vigor da colônia sem causar a morte dos indivíduos contaminados.

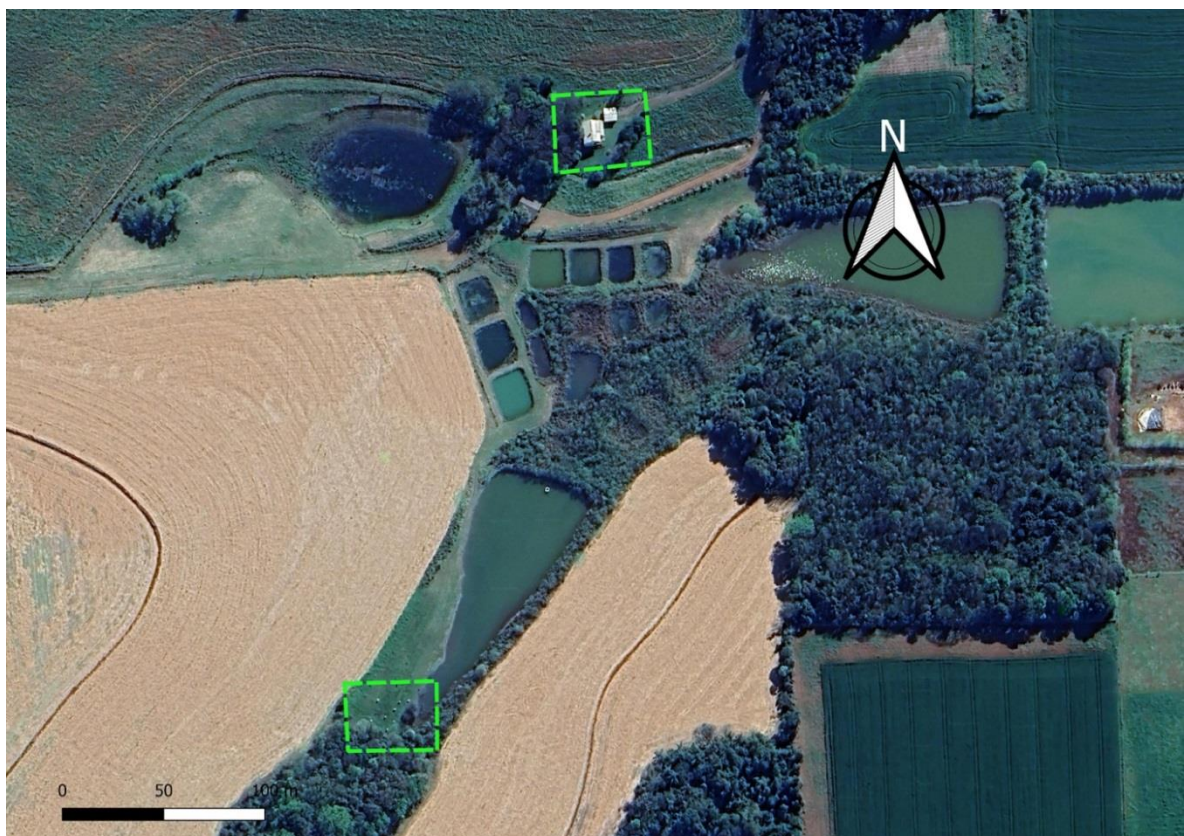
Os ecossistemas brasileiros estão sendo fortemente afetados pelo desmatamento. As mudanças no uso da terra, tanto para obras de infraestrutura quanto de urbanização ou agricultura (incluindo o manejo florestal), não só levam à perda de áreas naturais como também à fragmentação dos habitats remanescentes (BUSTAMANTE, 2019). Tais mudanças ocasionam a redução da disponibilidade de alimentos e de locais para nidificação dos polinizadores, abalando principalmente espécies com forrageio a partir de um ponto central, como as abelhas. Práticas agrícolas convencionais são extremamente prejudiciais aos

polinizadores, pelo fato de não considerar a preservação da vegetação nativa e de corredores ecológicos (áreas que permitam a perpetuação e a sobrevivência desses animais fora das áreas cultivadas), aplicam gradagem, aragem ou fogo no preparo do solo e fazem o uso exagerado de agrotóxicos, diminuindo a quantidade e a variedade de alimentos alternativos e fontes de matéria prima para abelhas e polinizadores em geral (WOLOWSKI, 2019).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na área experimental e didática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul-Campus Ibirubá (IFRS-*Campus* Ibirubá), no setor da apicultura (Figura 1).

Figura 1 – Em verde na parte superior o laboratório da apicultura e na parte inferior o apiário, que compõe a área didática onde foi realizado o estudo. Ibirubá/2023.



Fonte: *google maps 2023.*

O município de Ibirubá encontra-se situado na região fisiográfica do Planalto Médio, Rio Grande do Sul, apresenta clima subtropical úmido (MORENO, 1961). O experimento foi

conduzido de março de 2021 até março de 2022 tendo a duração de um ano, as floradas predominantes foram a nativa dos bosques que cercam o apiário e das culturas anuais de cada época, no inverno a canola (*Brassica napus* L.) e no verão a soja (*Glycine max* L.).

2.2.1 Experimento 1 – avaliando modelo de capa existente utilizada por apicultores

Para testar a eficiência e definir um modelo de capa protetora avaliou-se previamente o comportamento do enxame mediante ao uso da capa protetora em sombrite da cor preta com parte superior branca e a eficiência da capa quanto a evitar que as abelhas tenham acesso ao ambiente. O primeiro modelo de capa foi disponibilizado pela associação A.B.E.L.H.A. (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas) e possui as seguintes medidas: 1,30 m de altura, 0,65 m de comprimento e 0,55 m de largura. (Figura 2).

Figura 2: Capa protetora Modelo 1 em colmeia padrão americano com uma melgueira



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O modelo 1 apresenta como vantagens fácil transporte por ser leve e possível dobragem. A instalação da capa na colmeia apresenta baixa dificuldade, porém apresenta

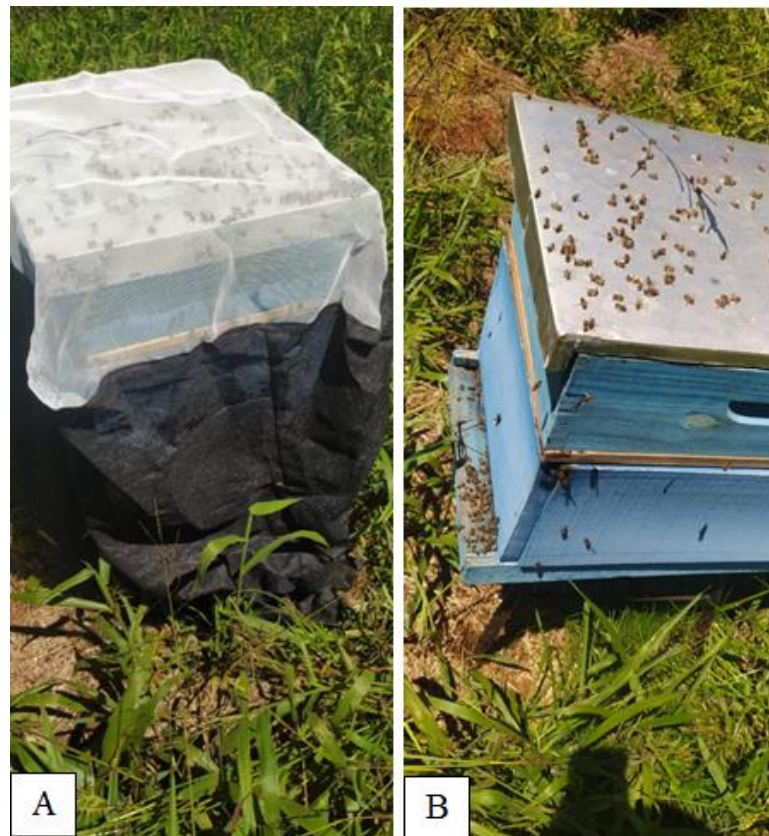
maior dificuldade para a remoção, pois as abelhas ficam reativas devido ao confinamento e mesmo com o macacão e fumaça é necessária agilidade na remoção da capa protetora. Além disso, observou-se que algumas abelhas ficam presas a tela, precisa remover a tela ao avesso para as abelhas saírem.

Como desvantagens a durabilidade pode ser baixa dependendo do cuidado no uso, a tela pode facilmente prender-se na ponta da tampa (quando em chapa galvanizada) e conseqüentemente deixar aberturas que permitam a saída das abelhas no próximo uso. Recomenda-se sempre avaliar as extremidades superiores da capa em relação a seu vedamento antes do uso.

Os apiários em sua maioria utilizam um suporte individual para suas caixas o que facilita o manejo para este modelo de capa, porém alguns apiários migratórios utilizam de suportes coletivos o que torna mais difícil, pois ao colocar a capa deve-se certificar que a mesma não possua aberturas para que as abelhas não tenham acesso ao ambiente.

Neste modelo observou-se que as abelhas no interior da capa ficam amontoadas no alvado e que a tela simples pode permitir o contato entre abelhas de dentro da capa com as abelhas de fora. Outra observação foi que algumas abelhas subiram para parte superior da colmeia onde a tela da capa de proteção era na cor branca, porém em caixas que possuíam alumíniozinco a temperatura da tampa nas horas quentes do dia (34 C°) chegaram a 53 °C, e observou-se um número elevado de abelhas mortas provavelmente em função do calor (Figura 3).

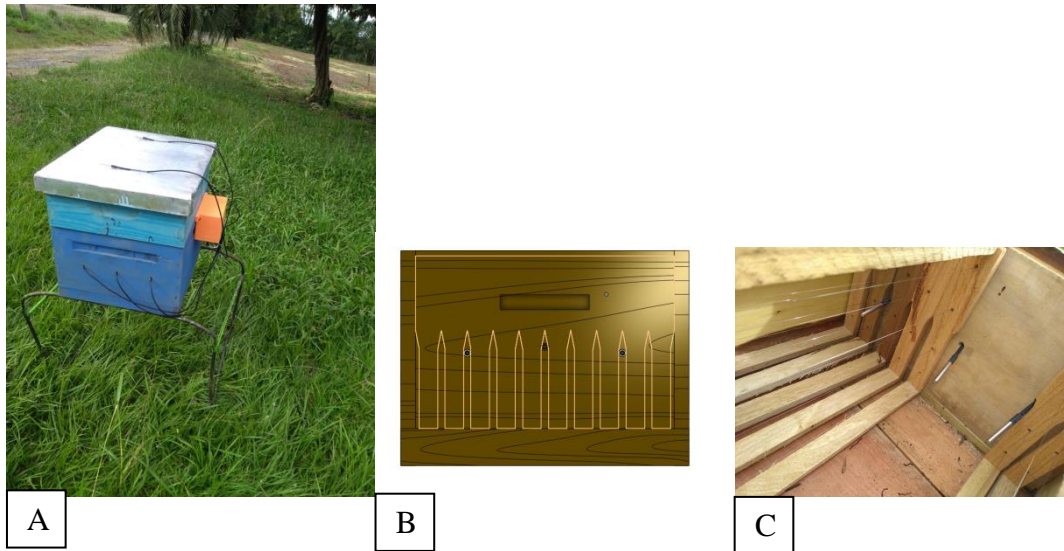
Figura 3: Colmeia com capa protetora modelo 1 e abelhas na tampa (A), abelhas mortas na tampa após remoção da capa (B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para a condução do teste de ambiência dentro da colmeia foi feita uma integração entre alguns cursos do IFRS *campus* Ibirubá e desenvolvido juntamente com a engenharia mecânica e ciência da computação um equipamento com sensores para mensuração de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 4). O equipamento realiza cinco medidas internas e três externas. Quatro das medidas internas foram realizadas com a introdução do sensor a 10 cm entre o segundo e o terceiro caixilho de cada lado (dois introduzidos na frente da caixa e dois atrás) e uma quinta medida no centro da caixa a 20 cm, essa o medidor foi introduzido também por trás da caixa. Para introduzir os sensores fizeram-se furos de 8 mm de diâmetro. Os sensores foram programados para medir a temperatura a cada 5 min, os dados da medida seriam armazenados e posteriormente analisados. Antes de uso em colmeia com enxames o equipamento com os sensores ficou instalado durante 24 h em colmeia vazia para avaliação do funcionamento correto.

Figura 4: Colmeia com equipamento para medida de temperatura e umidade relativa do ar e (A) e representação da posição de medida de três sensores internos introduzidos por trás da caixa (B) e marcando posições dos sensores na caixa (C). Ibirubá-RS.



Fonte: *Elaborado pelo autor (2021).*

Após confirmação do funcionamento do equipamento de monitoramento de temperatura e umidade, este foi instalado em uma colmeia com abelhas sem capa durante 16 horas. Os dados foram coletados, observados se os sensores estavam funcionando bem (se as abelhas não teriam vedado com própolis, roído ou danificado de outra maneira). Confirmada a eficiência do equipamento de medida de ambiência no interior e exterior a colmeia foi realizado o primeiro monitoramento de ambiência das colmeias com uso da capa protetora modelo 1. O equipamento de monitoramento foi colocado na mesma caixa da avaliação de funcionamento, as medições iniciaram às 9h da manhã e finalizou no outro dia às 6h 30min

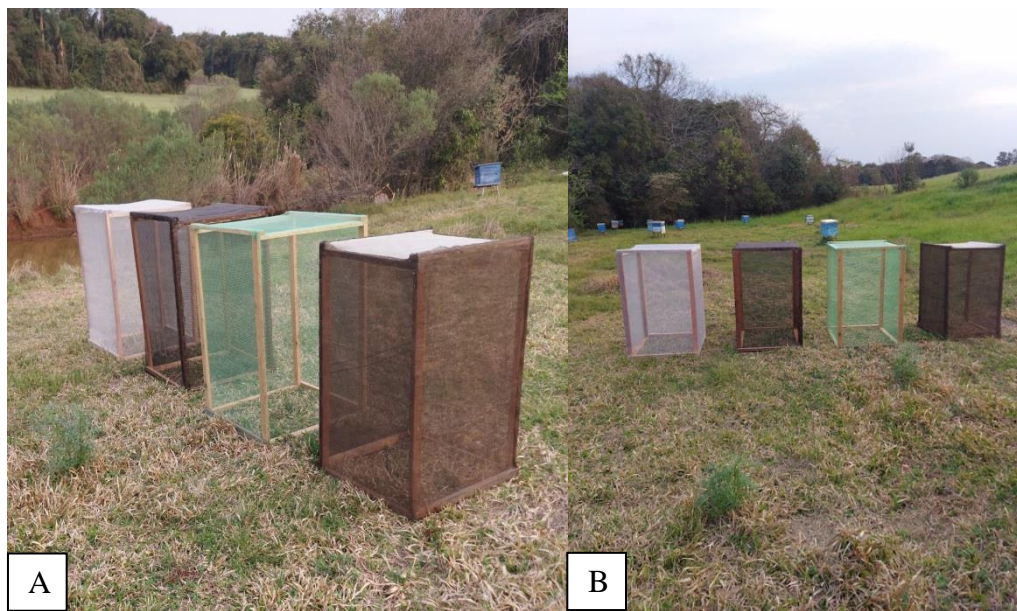
Após esta avaliação o estudo foi composto por dois experimentos: o primeiro constitui-se da confecção de quatro diferentes modelos de capa protetora de enxame e a observação qualitativa dos efeitos de seu uso sobre o comportamento e mortalidade de abelhas. O segundo propôs-se a avaliar quantitativamente a mortalidade das abelhas a partir do uso de duas capas selecionadas no teste um.

2.2.2 Experimento 2 – Avaliação qualitativa sobre o comportamento e mortalidade de abelhas confinadas com quatro diferentes modelos de capa

No período transcorrido entre junho e agosto de 2021, foram elaboradas estruturas de madeira com caibros nas dimensões de 0,73 m de largura x 0,73 m de comprimento x 1,14 m de altura, que posteriormente foram cobertas com telas de sombrite confeccionadas de fio de

polietileno de alta densidade das cores branca; preta; verde e preta com a parte superior branca, simulando a capa disponibilizada pela associação A.B.E.L.H.A. (Figura 5). Observou-se a influência das combinações de cores de sombrite sobre o comportamento das abelhas submetidas ao confinamento.

Figura 5: Estruturas de madeira com medida 73 largura x 73 comprimento x 114 altura para uso de telas de sombreamento de cores diferentes. Ibirubá-RS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Esta estrutura foi projetada para possuir maior espaço livre entre a capa e a colmeia a fim de facilitar a avaliação comportamental, neste experimento as abelhas foram submetidas a dois dias de confinamento e os parâmetros avaliados foram a quantidade de abelhas que se concentravam na linha reta ao alvado, a quantidade de abelha que se posicionavam na parte superior da capa, a quantidade de abelhas paradas dentro da capa e a quantidade de abelhas mortas.

As avaliações ocorreram em três horários distintos: às 8, 11 e às 14 horas e em dois dias consecutivos. A quantidade de abelhas em cada referida posição e de abelhas mortas foi avaliada por meio de uma escala variando de 1 a 5, em que equivale: 1- nenhuma; 2-poucas; 3- regular; 4- alto e 5 muito alto número de abelhas.

A partir dos resultados preliminares do experimento um, selecionaram-se duas cores de capa para a avaliação quantitativa da mortalidade de abelhas, utilizando-se o modelo de

capa disponibilizado pela associação A.B.E.L.H.A., tendo em vista a maior praticidade do mesmo e o menor custo, buscando adequar-se à realidade dos apicultores.

2.2.3 Experimento 3 – Avaliação do ruído das colmeias e a mortalidade após confinamento.

O experimento dois foi conduzido entre os dias 15 e 17 de Março de 2022. Avaliaram-se duas cores de capa: 1- Totalmente branca; 2- Preta e branca, com quatro repetições (colmeias), distribuídas pelo apiário por sorteio de forma aleatória, em um delineamento inteiramente casualizado (Figura 6).

Figura 6 - Capas protetoras das cores Branca e a Preto e Branca distribuídas no apiário para avaliação. Ibirubá-RS.



Fonte: *Elaborado pelo autor (2022).*

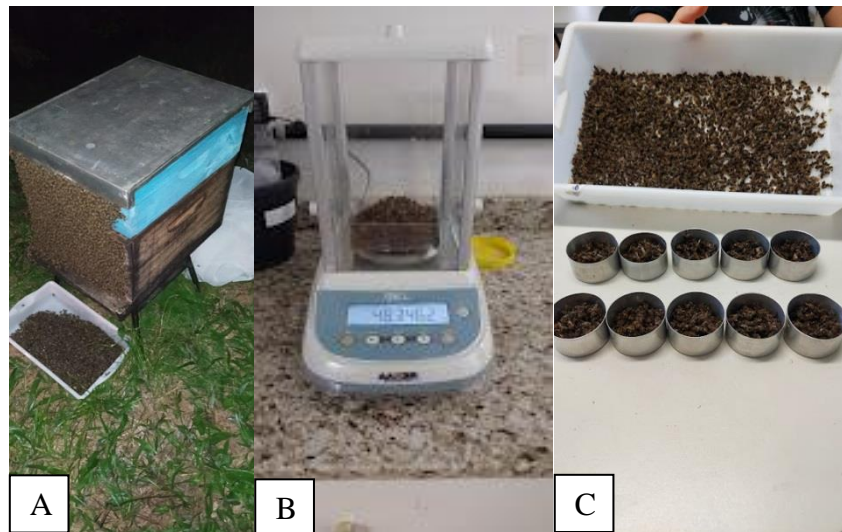
Este teste teve como objetivo avaliar se o uso das capas atendeu às seguintes condições: não permitir a entrada e saída das abelhas da capa, evitar o contato entre abelhas externas à colmeia com as abelhas confinadas, bem como quantificar a mortalidade de abelhas e o ruído emitido pelo enxame durante o confinamento.

Para isto as capas foram alocadas na noite do dia 15 de março e retiradas na noite do dia 17 de março totalizando 48 horas de confinamento. Procedeu-se a avaliação visual sobre os requisitos que denotam a eficiência da tela como estratégia de isolamento do enxame. Para a avaliação dos ruídos no dia 16 de março foram gravados vídeos dos enxames na parte da manhã.

Os vídeos foram tratados para reduzir ruídos que não fossem provenientes das abelhas e para padronizar o tamanho do vídeo com o uso do software “Audacity” então com o

aplicativo para Android “Decibelímetro: Sound Meter” foi realizada a aferição do nível de ruídos emitidos pelos enxames. Depois de transcorrido às 48 horas de confinamento, foram coletadas as abelhas mortas e levadas para a avaliação do peso médio das abelhas, mortalidade em gramas e o número de abelhas mortas. (Figura 7). Buscou-se verificar se há relação entre o nível de ruído, como uma medida indireta da reatividade do enxame com a mortalidade das abelhas.

Figura 7 – Avaliação da mortalidade de abelhas *Apis mellifera* submetidas ao confinamento com telas de sombreamento. Ibirubá-RS, 2022. (A) Bandeja contendo abelhas mortas em frente ao alvado; (B) Balança analítica para pesagem de abelhas mortas; (C) Contagem manual do número de abelhas mortas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para a avaliação do peso médio das abelhas foram contadas mil abelhas mortas, pesadas e posteriormente feita a divisão do peso pelo número de abelhas mortas gerando assim o peso médio das abelhas; Para a determinação da mortalidade total em gramas das abelhas foi pesada todas as abelhas mortas capturadas do enxame; e para a determinação do número total de abelhas mortas, foi feita a divisão do peso total das abelhas pelo peso médio de uma abelha, assim determinando o número total de abelhas mortas.

Todas as informações foram tabuladas e processadas em planilhas eletrônicas para posteriores análises. Os dados do teste um foram analisados por meio das estimativas de frequências absolutas e relativas de abelhas em cada posição, de acordo com as capas, a fim de determinar qual a melhor coloração para a confecção da capa para os demais testes. Os dados provenientes do teste dois foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e após foram submetidos à análise de correlação linear de Pearson e a análise de variância, com

médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o Software SAS® ONDEMAND FOR ACADEMICS.

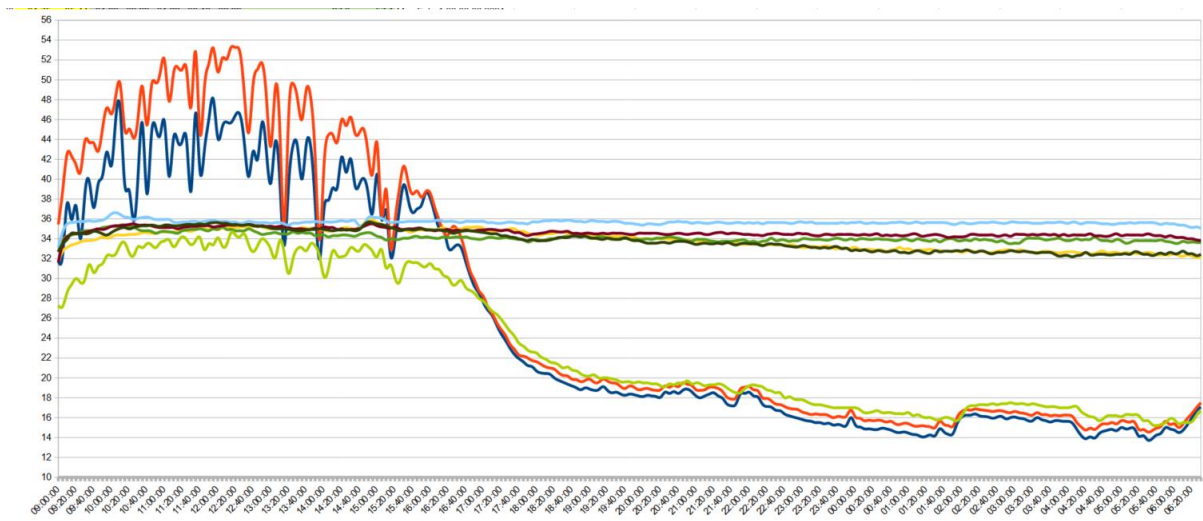
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Experimento 1 – resultados da avaliação do modelo de capa existente utilizada por apicultores

Na avaliação de monitoramento de temperatura e umidade relativa do ar no primeiro teste para avaliar a eficiência da capa protetora disponibilizada pela A.B.E.L.H.A., o equipamento iniciou a avaliação às 9 h da manhã e finalizou no outro dia às 6 horas e trinta minutos. Na figura 8 estão demonstrados os resultados de temperatura interna e externa das caixas. As linhas vermelha e azul são referentes aos sensores externos à colmeia, localizados na tampa de aluminózinco. Pode-se observar que a temperatura variou entre o período do dia e da noite, a incidência do sol na tampa elevou a temperatura acima de 52 °C e no período da noite reduziu até próximo a 14° C. A linha verde clara corresponde ao sensor localizado na lateral externa da caixa, este representou a temperatura do ambiente, às 12h 15min foi registrado 34,6 °C, a maior temperatura, e às 5h 40 min, 15,2 °C, a menor temperatura. Nos mesmos horários, a média da temperatura dos cinco sensores internos foi 34,6 °C e 33,7 °, às 12 h 15 min e 5h 40min, respectivamente.

Analisando o gráfico, os cinco sensores internos mantêm a temperatura estável, independente da temperatura externa. Este dado comprova que mesmo nas horas quentes ou frias, no interior da colmeia a temperatura se mantém próximo a 34° C, mesmo com a presença da capa de proteção. Domingos e Gonçalves, (2014); Carvalho, (2009); e Ramos, (2007), Também observaram a estabilidade de temperatura dentro do ninho que se mantém entre 33 °C e 36 °C independente da temperatura do ambiente, possuindo o ninho o seu próprio microclima. Porém para que as abelhas consigam manter a homeostase e a termorregulação elas realizam gasto de energia e conseqüentemente a utilização de reservas de mel (BENAGLIA et al., 2017).

Figura 8 – Temperaturas observadas nos sensores internos e externos no teste em colmeia Langstroth de uso de capa protetora entre as 9 h e 6 h 30 min de outro dia. Ibirubá /RS.



Fonte: GARCIA (2022).

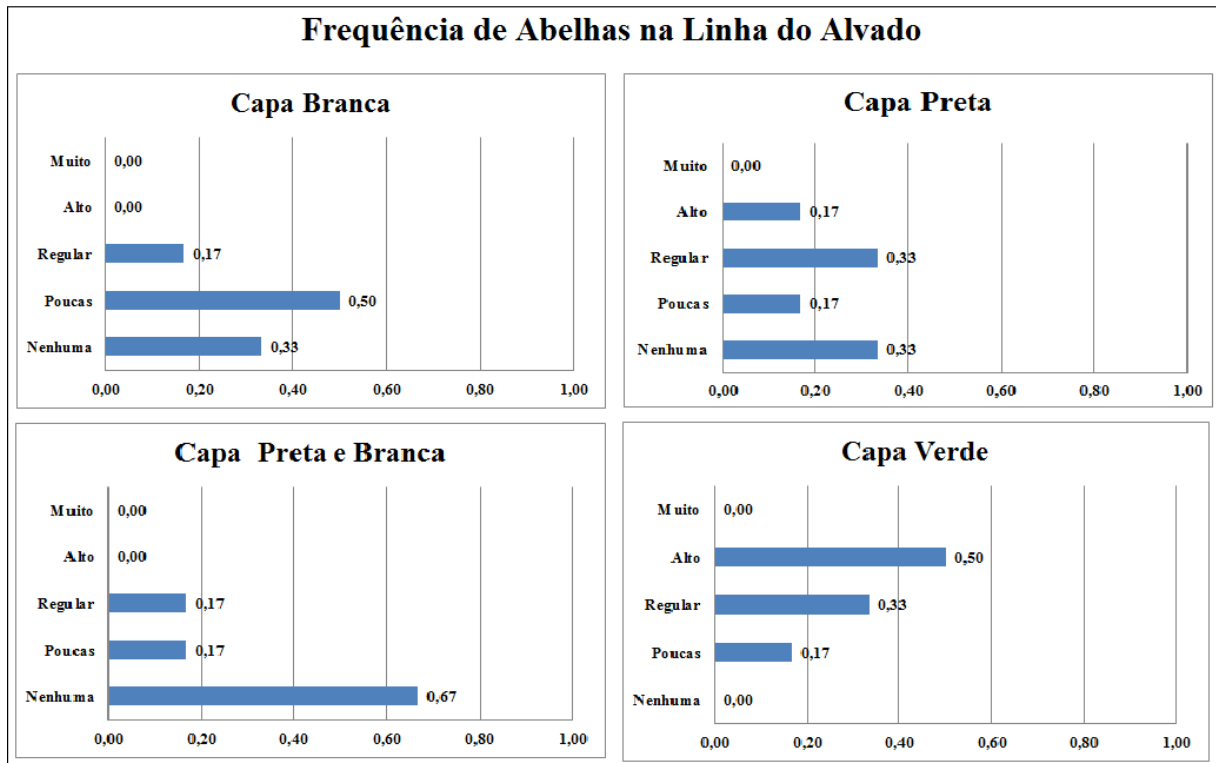
2.3.2 Experimento 2 – Resultados da avaliação qualitativa sobre o comportamento e mortalidade de abelhas confinadas com quatro diferentes modelos de capa

Posteriormente para a obtenção dos resultados, na primeira avaliação foi utilizado a frequência de abelhas na linha reta do alvado, na parte superior da capa, paradas dentro da capa e mortas em todos os parâmetros foram avaliados as abelhas que estavam dentro do confinamento e com esses valores foi possível realizar a segunda avaliação com duas cores de capa onde foi avaliado a quantidade de abelhas mortas por colmeia, o peso médio das abelhas e o ruído que elas fazem estando confinadas medido em decibéis.

Para a interpretação dos dados do primeiro teste referente à avaliação de diferentes cores de capas protetoras foram desenvolvidos gráficos de barras, comparando a frequência dos parâmetros já estabelecidos em diferentes cores de capa protetora.

Para a determinação do número de abelhas que ficaram na linha do alvado utilizou se da frequência em que as abelhas estavam no local, onde foi observado na (figura 9) que a capa Preta e Branca teve um menor número de abelhas em linha reta ao alvado seguido da capa com cor Branca, da Preta e por último a verde com uma maior frequência de abelhas na linha reta ao alvado.

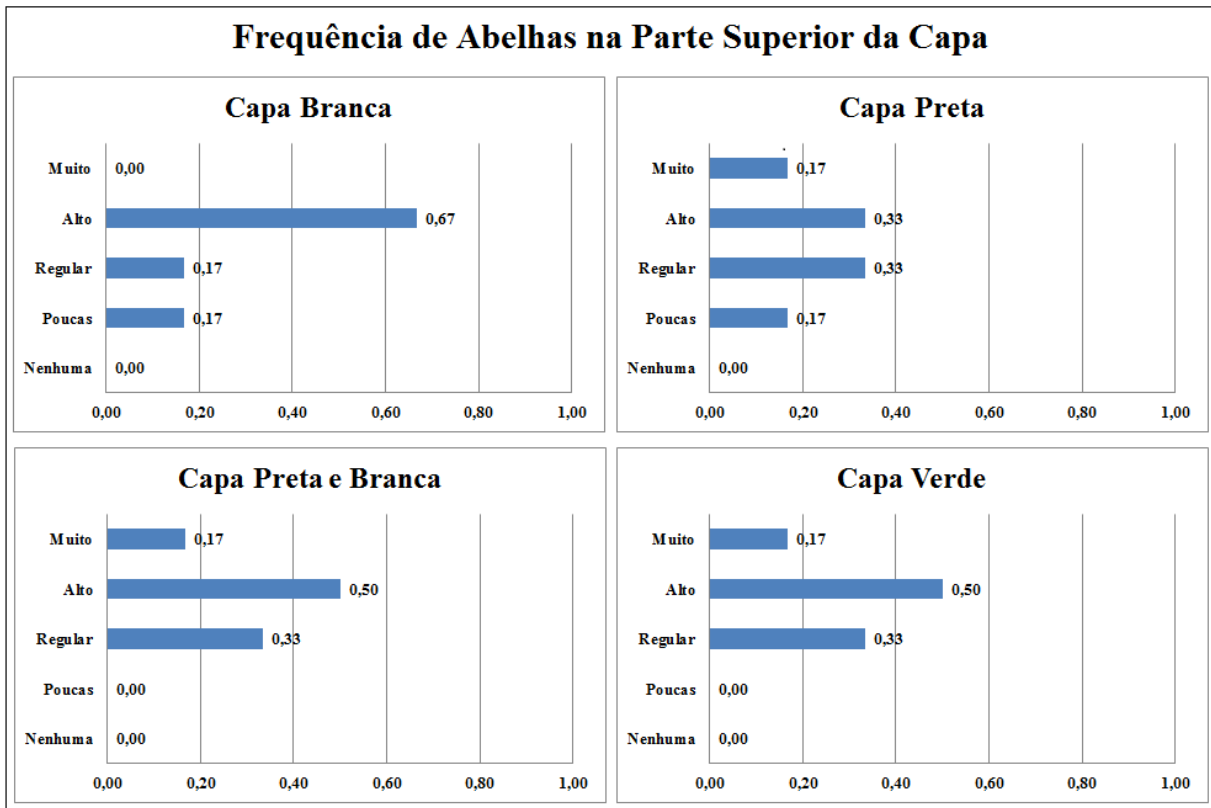
Figura 9 – Frequência de abelhas na linha reta do alvado nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A figura 10 apresenta a frequência de abelhas na parte superior da capa. Foi observado que as capas com coloração Preta e Branca e a Verde obtiveram uma maior frequência de abelhas na parte superior da capa, seguido da capa preta e por último a capa branca.

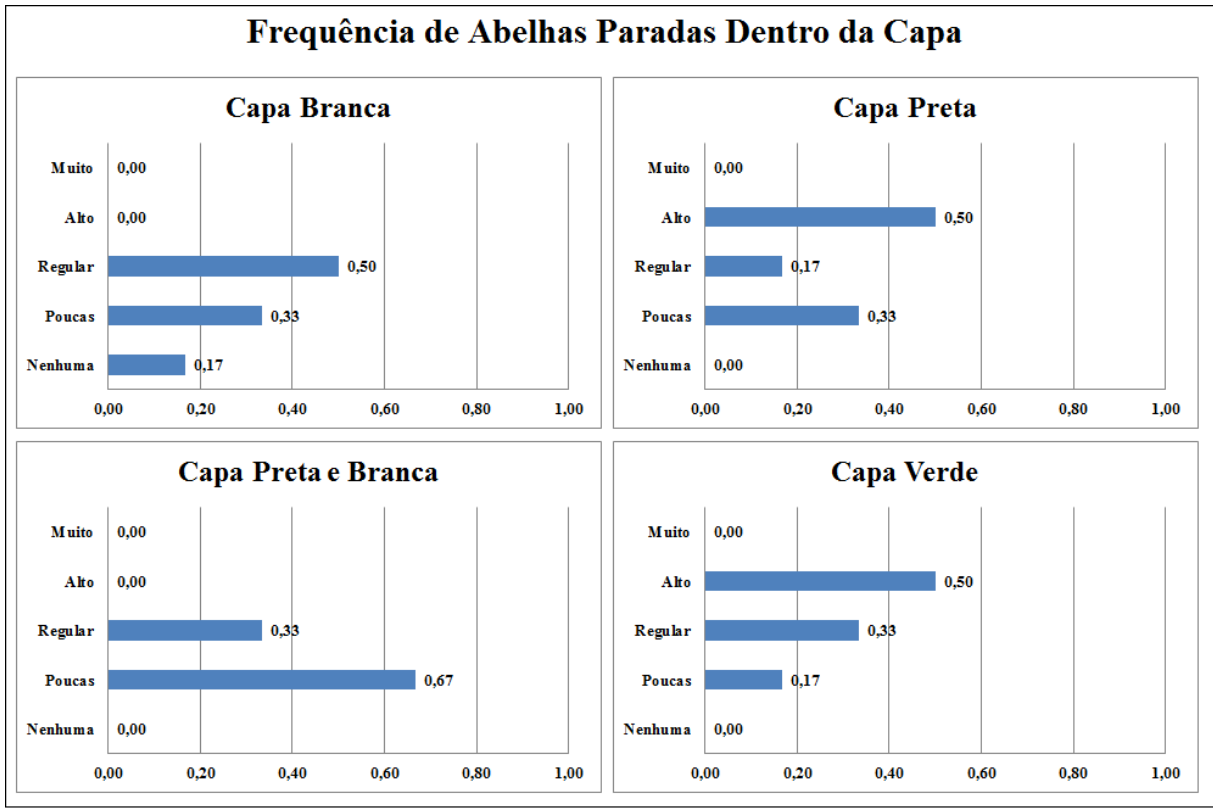
Figura 10 – Frequência de abelhas na parte superior da capa nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A figura 11 é referente a frequência de abelhas paradas dentro da capa. Foi observado que a capa verde apresentou uma maior frequência, seguido da capas preta, preta e branca e por último a capa branca.

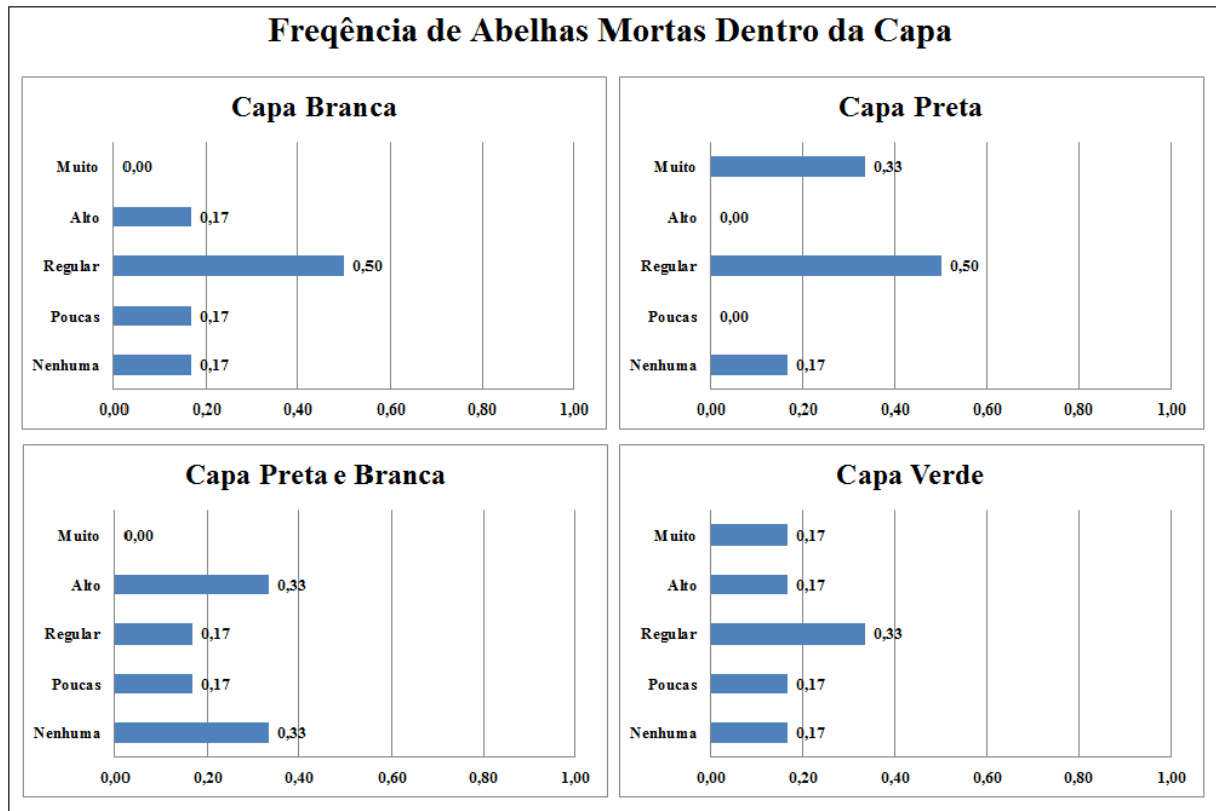
Figura 11 – Frequência de abelhas paradas dentro da capa nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na figura 12 está representada a frequência de abelhas mortas dentro da capa, onde se pode observar que a capa de cor preta apresentou uma maior frequência, seguido da capa verde e da capa Preta e Branca, a capa branca apresentou uma menor frequência de abelhas mortas.

Figura 12 – Frequência de abelhas mortas dentro da capa nas diferentes cores de sombrite. Ibirubá / RS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Observa-se que as abelhas apresentaram maior frequência em atividade e conseqüentemente maior estresse nas capas de proteção com a coloração verde isso se explica, pois segundo Oliveira e Soares (2001); Patatt *et al.* (2011) as abelhas enxergam os espectros de cor de ondas curtas que vai do ultravioleta ao amarelo abrangendo o verde, fazendo com que as abelhas enxergassem a capa e possíveis lugares para escapar. Seguido da cor preta possivelmente porque, segundo Dias *et al.* (2015), as abelhas têm a tendência de ser mais defensivas e hostis com a presença de cores escuras, fazendo com que o enxame fique mais agressivo e conseqüentemente mais agitado fazendo com que as abelhas gastem mais energia e o enxame apresente uma mortalidade superior.

A capa Preta e Branca juntamente com a capa Branca apresentou os melhores resultados em relação a frequência de abelhas se movimentando dentro da capa, e de abelhas mortas, isso se explica pelo fato de apresentar a coloração branca, segundo Dias *et al.* (2015) as cores claras influenciam na diminuição da defensividade dos enxames.

2.3.3 Experimento 3 – Resultados da avaliação do ruído das colmeias e a mortalidade após confinamento.

Após a segunda avaliação as capas com a coloração de sombrite Branca e a Preta e Branca foram submetidas a novas avaliações, tais como a quantificação de abelhas mortas durante o confinamento e a associação da mortalidade das abelhas com o ruído, com uma medida da defensividade das mesmas e também foram realizadas avaliações visuais com o intuito de analisar se as abelhas conseguiam sair do confinamento e se as que escapam tem contato direto com as abelhas dentro do confinamento.

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi utilizado para definir se há uma distribuição normal dos dados. Verificou-se que os dados de mortalidade (em gramas e em número de abelha) e os decibéis médios medidos no enxame apresentaram distribuição normal, por meio do teste Shapiro-Wilk ($P > 0,05$). Observou-se uma correlação alta e positiva entre a quantidade em gramas de abelhas mortas (MORTG) com a os decibéis médios (DBMED) da colmeia ($r = 0,8611$; $P = 0,0060$). Também houve uma correlação positiva e alta entre a quantidade de abelhas mortas em número (MORTN) e os níveis médios de ruído emitidos pelo enxame (DBMED) ($r = 0,8719$; $P = 0,0048$).

Segundo Pritchard e Vallejo-Marín (2020); Hrncir *et al.*, (2008) e King *et al.*, (1996), alguns insetos como as abelhas utilizam das vibrações as quais são propagadas por meio de um substrato ou pelo ar (gerando o som), essas vibrações possuem um papel multifacetado, ou seja ela é utilizada para a comunicação dentro da colmeia, para o voo, para a coleta de pólen de algumas flores, ou como um mecanismo de alerta e defesa contra potenciais predadores. Pritchard e Vallejo-Marín (2020), ressaltam que vibrações que não são de voo possuem uma maior frequência do que vibrações de voo, portanto quando as abelhas estão ameaçadas e querem se defender elas produzem um zumbido maior.

Em estudo onde as abelhas foram expostas a perturbações mecânicas ou com o aparecimento de um predador potencial, Hrncir *et al.*, (2005), observaram que as abelhas realizam um movimento coordenado e simultâneo de asas de vários indivíduos emitindo assim sons de alta frequência. Os autores ainda afirmam que as frequências mais altas de vibrações torácicas são observadas quando as asas estão dobradas, ou seja, vibrações de defensividade.

De Lucca *et al.* (2014), em seu experimento se propôs a avaliar e determinar se há diferença entre as vibrações das abelhas para a polinização e voo com as vibrações geradas em um contexto de defesa. Os autores identificaram que a amplitude e a frequência de

zumbidos de defensivos foram maior em relação aos zumbidos de polinização e voo, isso se explica por ele ser um sinal de alerta defensivo consequentemente utilizado para indicar agressão.

As correlações observadas neste experimento reforçam a hipótese de que o maior ruído emitido pelos enxames, decorrente da maior agitação e defensividade, está associado à mortalidade das abelhas. Provavelmente, as abelhas em uma condição de maior reatividade aumentam a incidência de ferroadas na capa, perdendo seu tecido abdominal e morrendo.

Observou-se diferença entre as cores de capa e a mortalidade de abelhas (em gramas e em número) e para ruídos emitidos pelos enxames ($P < 0,05$; Tabela 1).

Tabela 1 – Peso de abelhas mortas (MORTG), Número de abelhas mortas (MORTN), Ruídos emitidos pelo enxame (DBMED) de acordo com as cores de capas (Branca e Preta e Branca) utilizadas para confinamento de abelhas (*Apis mellifera*). Ibirubá-RS, 2023.

TRATAMENTOS	Variáveis		
	MORTG	MORTN	DBMED
CAPA BRANCA	244,37	4419	59
CAPA PRETA E BRANCA	68,37	1878	54,5
Coefficiente de variação, %	51,49%	41,37%	1,90%
Probabilidade	0,021	0,033	0,001

Medias avaliadas pelo teste de tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

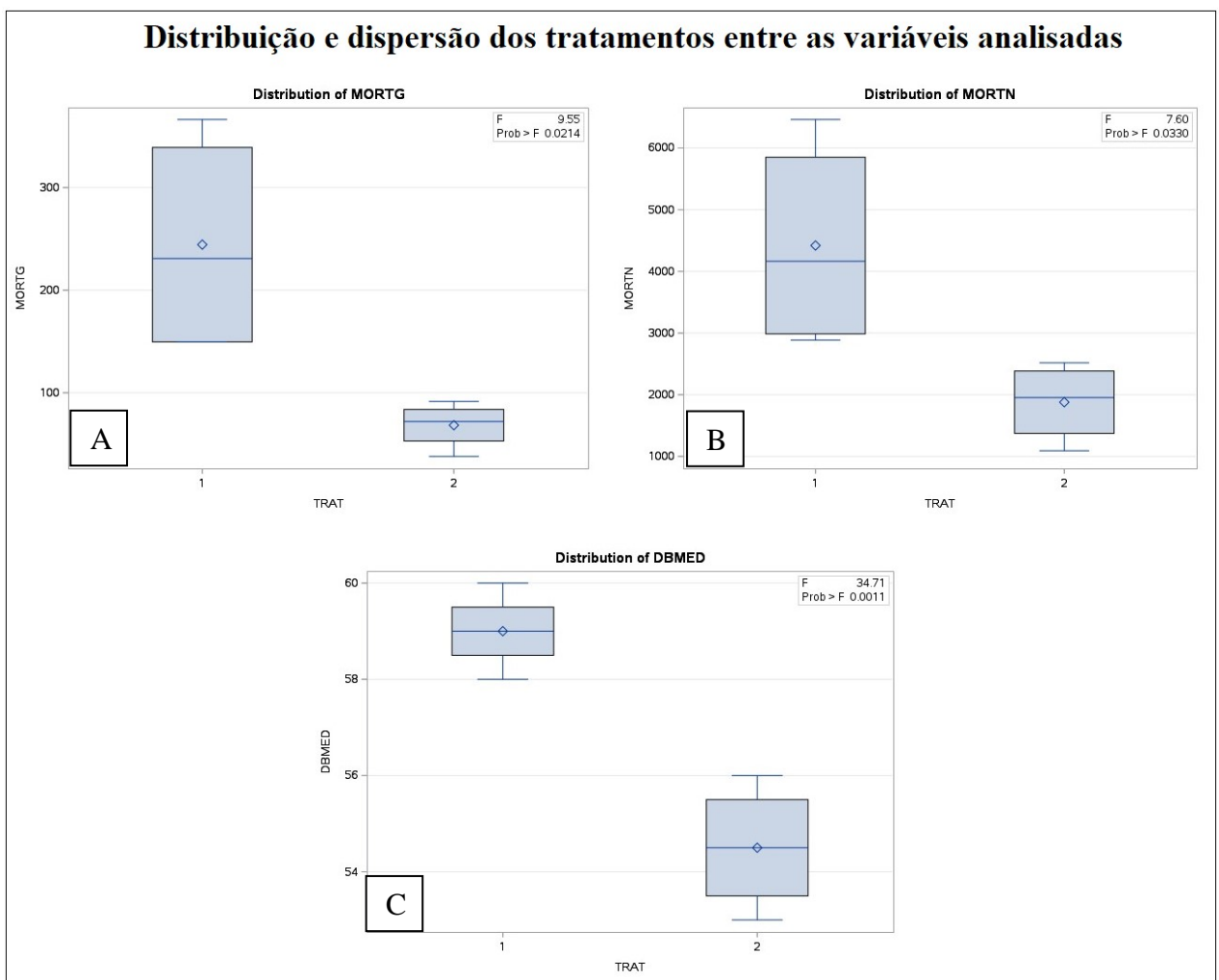
Podemos observar que a capa de cor branca apresentou maiores medidas de decibéis e também uma maior mortalidade em relação a capa preta e branca. Fazendo uma correlação do ruído e defensividade King *et al.* (1996) verificaram que as abelhas produzem vibrações mais altas quando estão ameaçadas, aumentando a defensividade. O que consequentemente durante a defesa as abelhas se utilizam do ferrão o qual fica preso ao objeto atacado juntamente com as vísceras das abelhas causando assim a morte da mesma (SÁ e SOUSA, 2019).

As mortalidades superiores observadas quando a capa utilizada para o confinamento de abelhas era da cor branca, possivelmente porque em função de as abelhas enxergarem o espectro de cor ultravioleta (OLIVEIRA E SOARES; 2001) têm a percepção da cor preta, porém não ficam agitadas e agressivas em função de o preto equivaler a ausência de luz, já o branco se encaixa no espectro de cor que as abelhas enxergam desta forma é uma justificativa de elas ficarem mais agitadas e defensivas ocasionando uma maior mortalidade. Porém vale ressaltar que as abelhas operárias possuem um ciclo de vida de aproximadamente 42 dias

(ROCHA, 2018), logo boa parte da mortalidade encontrada nos enxames se da em função da mortalidade natural das abelhas.

Desta forma observando o comportamento dentro da capa preta e branca contactou-se que as abelhas buscavam a parte superior da capa onde era branco para tentar iniciar o forrageamento, dado também observado no experimento um, na figura 10, onde as abelhas apresentaram uma maior frequência na parte superior da capa com esta coloração. Quando confinadas com a capa da cor branca as abelhas ficaram muito dispersas e agitadas procurando uma saída para o forrageamento por toda a capa, o que também pode se confirmar pela avaliação um onde a capa banca em nenhuma das variáveis apresentadas demonstrou um nível muito alto, conseqüentemente estando elas dispersas.

Figura 13 – Medidas de distribuição e de dispersão das variáveis analisadas mortalidade em gramas (A); mortalidade em numero (B) e decibéis médios (C), Ibirubá-RS, 2023.



Ressalta-se, contudo, que as capas protetoras desenvolvidas não cumpriram com o objetivo proposto pelo experimento, de manter a totalidade de abelhas confinadas dentro da capa. Percebeu-se durante as avaliações que algumas abelhas conseguiam escapar da proteção por baixo, independentemente da coloração, tendo acesso a florada e que quando retornavam de seu forrageamento entravam em contato com as abelhas que estavam confinadas através do sombrite.

A escassez de informações sobre estratégias de confinamento de abelhas e de sua eficiência traz e impõe limitações metodológicas a este tipo de pesquisa. A partir do experimento realizado, indica-se utilizar uma camada dupla de sombrite para evitar o contato de abelhas que consigam escapar com as que estão confinadas, uma alternativa para que o sombrite fique mais rente ou chão possível como por exemplo um peso nas barras a fim de evitar a fuga das abelhas por baixo, ou até mesmo propor outros modelos de capas para que se obtenha um total vedamento da colmeia.

3 CONCLUSÕES

Dentre os modelos e cores de capa avaliados, percebeu-se melhores condições de ambiência, conforto e menor mortalidade para as abelhas confinadas em capas de coloração preta e branca. O requisito de confinamento total do enxame não foi cumprido por nenhum dos modelos de capas avaliados.

Durante a condução deste trabalho foi observada a precariedade de referências bibliográficas relacionadas com o confinamento de abelhas para a proteção, visto que este tema ainda é pouco explorado, mesmo sendo de extrema importância para a proteção de enxames. Portanto, mais pesquisas relacionadas com este tema devem ser realizadas para uma melhor compreensão dos fenômenos decorrentes do confinamento de enxames.

Além das estratégias de confinamento, cabe ressaltar, que é essencial a comunicação entre apicultores e agricultores visando minimizar o declínio das populações de abelhas em função dos pesticidas. Dentre as estratégias para minimizar este declínio está a observância das boas práticas agrícolas para a aplicação de inseticidas nas lavouras, tais como, evitar a aplicação em horário de forte forrageamento das abelhas ou quando há muita deriva em função do vento, pois afetará as colônias que estão nas encostas das lavouras.

4 REFERÊNCIAS

- AFONSO, Juliana. **Origem das linhagens mitocondriais nas abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) do Brasil**/ São Carlos: UFSCar, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/5499/4282.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 23/06/2022.
- BENAGLIA, Bruno Giovane Emilio *et al.* **Sensores no monitoramento da temperatura e umidade interna de colônias de *Apis mellifera* africanizadas alojadas em caixa de madeira e ou isopor**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4677>> Acesso em: 22/10/2023.
- BOMFIM, IGA; OLIVEIRA, M. O.; FREITAS, B. M. **Curso técnico em Apicultura: Biologia das abelhas**. Ceará. Editora: FUNECE, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320907688_Biologia_das_abelhas> Acesso em: 03/07/2022.
- BOVI, T. de S. **Toxicidade de inseticidas para abelhas *Apis mellifera* L.** 2013. vii, 55 f. 2019. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/4afc4590-fb80-4b44-b543-2e6228644b26>> Acesso em: 23/06/2022.
- BUSTAMANTE, Maria MC *et al.* **Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos**. Embrapa Solos-Capítulo em livro científico (ALICE), 2019. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112421>> Acesso em: 14/07/2022.
- CAMARGO, RCR de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, MT do R. **Sistemas de produção: Produção de mel**. Teresina: Embrapa meio-norte, v. 133, p. 48, 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/67483/1/sistemaproducao3.PDF>> Acesso em: 01/07/2022.
- CARVALHO, Michele Daiana Ferreira de. **Temperatura da superfície corpórea e perda de calor por convecção em abelhas (*Apis mellifera*) em uma região semi-árida**. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/714>> Acesso em: 05/10/2023.
- CASTILHOS, Dayson *et al.* **Perdas de colônias de abelhas no Brasil: uma pesquisa online de 5 anos**. *Apidologie*, v. 263-272, 2019. Disponível em:<<https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-019-00642-7>> Acesso em: 15/06/2022.
- CERQUEIRA, Amanda. **Mortalidade de abelhas *Apis mellifera* em apiários e uso de agrotóxicos em Citrus: estudo de caso na microrregião de Araraquara (SP)**. 2018. Disponível em:<<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10211>> Acesso em: 15/06/2022.
- DA SILVA, Thaís Michelle Liziere; BRITO, Rommel Furst; DE ASSIS, Débora Cristina Sampaio. **Os produtos apícolas: produção e características da cera de abelhas**. Cadernos

Técnicos de Veterinária e Zootecnia, n. 96, p. 103-112, 2020. Disponível em: <[https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/Cadernos%20T%C3%A9cnicos%20-%2096%20-%20para%20internet%20\(1\).pdf](https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/Cadernos%20T%C3%A9cnicos%20-%2096%20-%20para%20internet%20(1).pdf)> Acesso em: 07/07/2022.

DA SILVA, E.I.C. **Efeito dos Agrotóxicos sobre as Abelhas**. Universidade federal rural de pernambuco departamento de zootecnia. belo jardim - pernambuco 2021. Disponível em:<<https://philarchive.org/archive/DASEDA>> Acesso em: 22/10/2023.

DE ALMEIDA, GESLINE FERNANDES. **Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas**. 2008. Tese de Doutorado. Doctoral dissertation, Tese Doutorado em Ciências–Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Disponível em: <https://www.ffclrp.usp.br/imagens_defesas/02_05_2013__16_15_32__45.pdf> Acesso em : 03/07/2022.

DELAPLANE, Keith S. *et al.* **Crop pollination by bees**. CABI publishing, 2000. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20000709824>> Acesso em: 22/10/2023.

DE LUCA, Paul A.; COX, Darryl A.; VALLEJO-MARÍN, Mario. **Comparison of pollination and defensive buzzes in bumblebees indicates species-specific and context-dependent vibrations**. Naturwissenschaften, v. 101, p. 331-338, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00114-014-1161-7>> Acesso em: 10/11/2023.

DIAS, Victor Hugo Pedraça *et al.* **Influência de cores de EPIs (calças e luvas) na defensividade das Abelhas Africanizadas (*Apis melífera L.*)**. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/items/205d49a7-e57f-4b70-9fa6-76f2f684252f>> Acesso em: 15/11/2023.

DOMINGOS, Hérica Girlane Tertulino; GONÇALVES, Lionel Segui. **Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera***. Acta Veterinaria Brasilica, v. 8, n. 3, p. 150-154, 2014. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/aaf6/123da4d2a35fe875e1acb0cb06afb620c8f9.pdf>> Acesso em: 22/10/2023.

DOMINGOS, Herica Girlane Tertulino. **Controle de temperatura pelas abelhas africanizadas (*Apis mellifera L.*) em colmeias sob condições de sol e sombra no Semiárido Nordeste**. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/b518d194-fbc5-4ebb-9b6e-a921cbd71363/content>> Acesso em: 10/07/2022

Epagri/GMC, **Produtos das colmeias** - Tiragem: 3.000 exemplares. Florianópolis, agosto de 2015. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/apicultura/acervo/produtos-abelhas.pdf> acesso em: 08/07/2022.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Estatísticas de produção mundial**, 2020 Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QL>> Acesso em: 07/07/2022.

FOGUEL, Israel. **O Mundo Das Abelhas**. São Paulo: editora yolbook, 122 p.;2019. Disponível em: < <https://pt.everand.com/book/589402804/O-Mundo-Das-Abelhas>> Acesso em: 10/07/2022.

FREITAS, Breno M. *et al.* **Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics**. 2009. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1051/apido/2009012>> Acesso em: 20/10/2023.

FREITAS¹, Breno Magalhães; FONSECA, Vera Lúcia. **A importância econômica da polinização**. 2005. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Breno-Freitas/publication/259435678_A_IMPORTANCIA_ECONOMICA_DA_POLINIZACAO/links/0046352c555595b46e000000/A-IMPORTANCIA-ECONOMICA-DA-POLINIZACAO.pdf> Acesso em: 16/07/2022.

GALLAI, Nicola *et al.* **Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline**. *Ecological economics*, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800908002942>> Acesso em: 15/06/2022.

GARCIA, Renata Porto Alegre; et al., **equipamento de monitoramento de ambiência aplicado a pesquisas com abelhas *Apis mellifera***, 2022.

GIANNINI, Tereza C. *et al.* **The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil**. *Journal of economic entomology*, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jee/article-abstract/108/3/849/2380009>> Acesso em: 15/06/2022.

GOIS, Gláyciane Costa *et al.* **Composição do mel de *Apis mellifera* : Requisitos de qualidade**. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/3009>> Acesso em: 07/07/2022.

HRNCIR, Michael; BARTH, Friedrich G.; TAUTZ, Jürgen. **32 vibratory and airborne-sound signals in bee communication (hymenoptera)**. *Insect sounds and communication: physiology, behaviour, ecology, and evolution*, p. 421, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Michael-Hrncir/publication/268000846_32_Vibratory_and_Airborne-Sound_Signals_in_Bee_Communication_Hymenoptera/links/54ef15a70cf2e55866f40a34/32-Vibratory-and-Airborne-Sound-Signals-in-Bee-Communication-Hymenoptera.pdf> Acesso em: 10/11/2023.

HRNCIR, Michael *et al.* **Thoracic vibrations in stingless bees (*Melipona seminigra*): resonances of the thorax influence vibrations associated with flight but not those associated with sound production**. *Journal of Experimental Biology*, v. 211, n. 5, p. 678-685, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001709998>> Acesso em: 11/11/2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Senso Agropecuário 2017: **Tabela 6935 - Número de estabelecimentos agropecuários com apicultura e venda de produtos**. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6935>> . Acesso em: 08/07/2022.

JUNIOR, J.M.B; CALVÃO, L.B. **A interface do conhecimento sobre abelhas 2** [recurso eletrônico] – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Disponível em: <<https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/a-interface-do-conhecimento-sobre-abelhas-2>> Acesso em: 03/07/2022.

KING, Marcus J.; BUCHMANN, Stephen L.; SPANGLER, Hayward. **Activity of asynchronous flight muscle from two bee families during sonication (buzzing)**. Journal of Experimental Biology, v. 199, n. 10, p. 2317-2321, 1996. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/14311361_Activity_of_asynchronous_flight_muscle_from_two_bee_families_during_sonication_buzzing> Acesso em: 11/11/2023.

KRAUSE, Willian et al. **Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, p. 1737-1742, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/FVvxcLTWQMC8d39ZMkY6GPj/>> Acesso em : 16/07/2022.

LIBARDONI, Gabriela *et al.* **Efeito de *Bacillus thuringiensis* e produtos fitossanitários sintéticos na longevidade de operárias *Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.2017. Disponível em : <<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2493>> Acesso em : 14/07/2022.

LEMES, Josiel Araújo *et al.* **Desenvolvimento de Modelos Computacionais para Avaliação Preditiva de Ecotoxicidade em Abelhas: Desafios Atuais** 2019. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/234551399.pdf>> Acesso em: 22/10/2023

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre**, Secretaria de Agricultura. Diretoria de terras e colonização, seção de geografia. 1961. 43p. Disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/boletim-geograficors/article/download/3236/3310> Acesso em: 17/07/2022.

OLIVEIRA, Laura Coelho Kiel de; VIDIGAL, Gabriela Nepomuceno; ASSIS, Débora Cristina Sampaio de. **Os produtos apícolas: produção e características da geleia real**. Cad. técn. Vet. Zoot., p. 88-95, 2020. Disponível em: <[https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/Cadernos%20T%C3%A9cnicos%20-%2096%20-%20para%20internet%20\(1\).pdf](https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/Cadernos%20T%C3%A9cnicos%20-%2096%20-%20para%20internet%20(1).pdf)> Acesso em: 07/07/2022.

OLIVEIRA, A. O. M.; SOARES, S. M. **Por que as abelhas *Apis mellifera* são mais atraídas por lâmpada incandescente que por lâmpada infravermelha**. Acad. Insecta. Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 1-3, 2001. Disponível em: <[https://www.insecta.ufv.br/academiainsecta/vol1\(2\)%201-3.pdf](https://www.insecta.ufv.br/academiainsecta/vol1(2)%201-3.pdf)> Acesso em : 15/11/2023.

PANACHUK, Vanessa Alban. Apicultura: processamento de produtos da colmeia do panorama atual ao futuro. 2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/158932>> Acesso em: 10/07/2022.

PATATT, Katarine; BEIER, Christian; MARTINAZO, Emanuela G. **Relação entre as cores florais e sua polinização por abelhas**. Salão do Conhecimento, 2011. Disponível em:

<<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/16645>>
Acesso em: 15/11/2023.

PEREIRA, Marianna de Paula Martins; SILVA, Viviane Neri Castro; ASSIS, Débora Cristina Sampaio de. Os produtos apícolas: produção e características da apitoxina. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, n. 96, p. 76-87, 2020. Disponível em:
<[https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/Cadernos%20T%C3%A9cnicos%20-%2096%20-%20para%20internet%20\(1\).pdf](https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/Cadernos%20T%C3%A9cnicos%20-%2096%20-%20para%20internet%20(1).pdf)> Acesso em: 10/07/2022.

PRITCHARD, David J.; VALLEJO-MARÍN, Mario. **Floral vibrations by buzz-pollinating bees achieve higher frequency, velocity and acceleration than flight and defence vibrations.** Journal of Experimental Biology, v. 223, n. 11, p. jeb220541, 2020. Disponível em: <<https://journals.biologists.com/jeb/article/223/11/jeb220541/223615/Floral-vibrations-by-buzz-pollinating-bees-achieve>> Acesso em: 10/11/2023.

QUEIROZ, Hector Victor da Silva *et al.* **Impactos dos agrotóxicos em abelhas africanizadas.** 2018. Disponível em:
<<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/21182/HECTOR%20VICTOR%20DA%20SILVA%20QUEIROZ%20-%20TCC%20-%20BACHARELADO%20EM%20AGRONOMIA%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 01/07/2022

RAMOS, Juliana Mistrioni; CARVALHO, NC de. **Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*.** Revista científica eletrônica de engenharia florestal, v. 6, n. 10, pág. 1-21, 2007. Disponível em:
<http://www.faeF.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/h4KxXMNL19aDCab_2013-4-26-15-37-3.pdf> Acesso em: 01/07/2022.

ROCHA, Jean Samuel, **APICULTURA – manejo de alta produtividade**, Guaíba: agrolivros, 2018.

ROSA, Simone Lemes da *et al.* **Uma avaliação dos efeitos advindos de inseticidas organossintéticos sobre abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) no Brasil** [Revisão da Literatura]. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182113>>
Acesso em: 10/07/2022.

SÁ, Felipe Adalberto de; SOUSA, Paulo Henrique Amaral Araújo de. **Defensividade de abelhas *Apis mellifera* l. Africanizadas** REVISTA CIENTÍFICA DE MEDICINA VETERINÁRIA - ISSN 1679-7353 Anos XVI - Número 32 – JANEIRO de 2019. Disponível em:
<http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/keRvdzaHWqt7ze3_2019-4-4-19-6-10.pdf> Acesso em: 28/11/2023.

SANTOS, Pedro. **Polinização por abelhas *Apis mellifera* em soja transgênica e convencional.** 2020. Disponível em: <<http://www.ppz.uem.br/trabalhos-de-conclusao/teses/2020/pedro-santos.pdf>> Acesso em: 16/07/2022.

SOARES, Ademilson Espencer Egea *et al.* **Introdução ao mundo das abelhas.** Ribeirão Preto: USP, 2011. Disponível em: <<https://www.meliponas.com.br/wp->

content/uploads/2020/09/Apostila-Introducao-ao-Mundo-das-Abelhas.pdf> Acesso em: 23/06/2022.

SILVA, Patrícia Raquel Matos da *et al.* **Efeito letal de flupiradifurona sobre *Apis mellifera* (Hymenoptera: apidae) em condições de laboratório.** 2021. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/19913>> Acesso em: 15/06/2022.

SILVA, Thaís Michelle Liziere da; ASSIS, Débora Cristina Sampaio de. **Os produtos apícolas: produção e características de identidade e qualidade da própolis.** Cad. técn. Vet. Zoot., p. 64-75, 2020. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-28943>> Acesso em: 07/07/2022.

SILVANO, Alice Dias Dias *et al.* **Uso da apitoxina como recurso terapêutico para a artrite reumatoide: uma revisão integrativa.** NBC-Periódico Científico do Núcleo de Biociências, v. 10, n. 19, 2020. Disponível em : <<https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/bio/article/view/2019>> Acesso em: 10/07/2022.

SILVEIRA, Fernando A.; MELO, Gabriel AR; ALMEIDA, Eduardo AB. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** 2002. Disponível em: <<https://www.meliponas.com.br/wp-content/uploads/2017/12/Abelhas-Brasileiras-Sistematica-e-Identificacao.pdf>> Acesso em 10/07/2022.

SOUZA, Frederico Ozanam; ALCICI, Nivia Macedo Freire: **cartilha mel e outros produtos das colmeias.** Secretaria da agricultura de Minas Gerais. 2021. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/12713/cartilha_mel-a.pdf> Acesso em: 07/07/2022

TAVARES, Rosa de Fátima. **Termorregulação de colméias de *Apis mellifera* em ambientes de sol e sombra no semiárido pernambucano.** 2012. Disponível em: <https://www.ppgz.ufrpe.br/sites/default/files/testes-dissertacoes/rosa_de_fatima_tavares.pdf> acesso em: 10/12/2023.

VALLEJO-MARÍN, Mario. **Buzz pollination: studying bee vibrations on flowers.** *New Phytologist*, v. 224, n. 3, p. 1068-1074, 2019. Disponível em: <<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.15666>> Acesso em: 10/11/2023.

VIDAL, Maria de Fátima. **Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB.** 2021. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/801>> Acesso em: 07/07/2022.

WITTER, Sídia *et al.* **As abelhas e a agricultura.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014. Disponível em: <<https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/Ebooks//Pdf/978-85-397-0658-7.pdf>> Acesso em : 13/07/2022.

WOLOWSKI, Marina *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil.** São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. Disponível em :<https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf> Acesso em: 15/06/2022.

ZANON, Adriane Cristina *et al.* **Efeito de agentes de controle sobre a qualidade reprodutiva de rainhas de *Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae) africanizadas.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1609>> Acesso em: 04/07/2022.

ZANUSSO, J. **Apostila Apicultura.** 2011. Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/apicultura/files/2011/04/Apostila_Apicultura.pdf> Acesso em: 07/07/2022.