



Eficácia do controle de abelhas africanizadas em locais de nidificação de psitacídeos no Refúgio de Vida Silvestre e Área de Proteção Ambiental da Ararinha Azul

Rogério do Nascimento Oliveira^{1*}

 <https://orcid.org/0009-0003-9419-436X>

* Contato principal

Camile Lugarini²

 <https://orcid.org/0000-0001-7589-7113>

Patricia Avello Nicola¹

 <https://orcid.org/0000-0002-3562-6295>

Fernanda Ferreira França³

 <https://orcid.org/0009-0004-5429-8508>

Aline Candida Ribeiro Andrade e Silva⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-9690-9731>

¹ Universidade Federal do Vale do São Francisco/UNIVASF, Petrolina/PE, Brasil. <rogerio.noliveira.bio@gmail.com, patricia.nicola@univasf.edu.br>.

² Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Antonina/PR, Brasil. <camile.lugarini@icmbio.gov.br>.

³ Universidade de Pernambuco/UPE, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Petrolina/PE, Brasil. <fernanda.ferreira.franca15@gmail.com>.

⁴ Universidade Federal do Vale do São Francisco/UNIVASF, Centro de Conservação e Manejo de Fauna da Caatinga/CEMAFAUNA, Brasil. <a.crandrade13@gmail.com>.

Recebido em 29/11/2024 – Aceito em 06/04/2025

Como citar:

Oliveira RN, Lugarini C, Nicola PA, França FF, Andrade e Silva ACR. Eficácia do controle de abelhas africanizadas em locais de nidificação de psitacídeos no Refúgio de Vida Silvestre e Área de Proteção Ambiental da Ararinha Azul. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(2): 79-106. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2576

Palavras-chave: Manejo; espécies ameaçadas; reintrodução de espécies.

RESUMO – A competição por cavidades entre abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e Psittacidae limita a capacidade reprodutiva dessas aves e pode impactar no restabelecimento de populações naturais da ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) reintroduzida. Com vistas a verificar a eficácia de tratamentos para o controle dessas abelhas e aumentar a disponibilidade de cavidades, os objetivos deste estudo foram levantar a densidade de colmeias nas planícies aluviais e avaliar os diferentes tratamentos utilizados, indicando o melhor a ser empregado em unidades de conservação. Primeiramente, foram identificadas 178 cavidades ocupadas por colônias de abelhas africanizadas. Dentre as espécies de árvores ocupadas, a maioria foi *Tabebuia aurea* (81,2%), espécie vegetal de importância principalmente para a reprodução das ararinhas-azuis. Foram selecionadas 45 árvores ocupadas por *A. mellifera* para aplicação dos seguintes tratamentos: T₁,



descargas de gás carbônico; T₂, pulverização de permetrina e T₃, utilização de fipronil. A densidade de colmeias registrada nas matas ciliares foi relativamente alta, de $36,59 \pm 22,42$ colônias por km². Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, entretanto, T₁ foi o único que não demonstrou eficácia para a remoção das colmeias em 20,0% das cavidades controladas. Durante o período reprodutivo das aves, dois ocios (4,4%) foram ocupados por maracanãs (*Primolius maracana*), espécie de psitacídeo com os mesmos atributos reprodutivos da ararinha-azul, porém, não houve sucesso reprodutivo. Devido à alta prevalência de enxameamento na região, o controle de abelhas africanizadas associado ao emprego de caixas-isca pode ser uma solução em longo prazo para aumentar o número de cavidades disponíveis para a reprodução de psitacídeos.

Efficacy of africanized bee control in parrot nesting sites in the Spix's macaw Wildlife Refuge and Environmental Protection Area

Keywords: Management; threatened species; species reintroduction.

ABSTRACT – Competition for cavities between Africanized bees (*Apis mellifera*) and Psittacidae limits their breeding and might impact the re-establishment of the reintroduced Spix's Macaw (*Cyanopsitta spixii*). To verify the effectiveness of treatments for bees' control and increase the availability of cavities, the objectives of this study were determine the density of africanized beehives in the floodplains and evaluate the different treatments used, indicating the best one to be used in conservation units. Initially, 178 cavities occupied by active africanized beehives were identified. Among the occupied tree species, the majority was *Tabebuia aurea* (81.2%), a plant species of importance for the breeding of Spix's Macaws. 45 trees occupied by *A. mellifera* were selected for the application of the following treatments: T₁, carbon dioxide discharges; T₂, permethrin spraying and T₃, use of fipronil. The recorded density was relatively high, 36.59 ± 22.42 colonies of africanized bees per km² of riparian forests. There was no statistically significant difference between treatments, however, T₁ was the only one that did not demonstrate efficacy for hive removal in 20.0% of the controlled cavities. During the parrots' breeding season, two cavities (4.4%) were occupied by Illiger's Macaws (*Primolius maracana*), a parrot species with the same breeding attributes of the Spix's Macaw. However, no breeding success was recorded. Due to the high prevalence of swarming in the region, the control of Africanized bees associated with the use of bait boxes can be a long-term solution to increase the number of available cavities for parrots breeding.

Eficacia del control de las abejas africanizadas en los sitios de anidación de loros en el Refugio de Vida Silvestre y Área de Protección Ambiental de lo Guacamayo de Spix

Palabras clave: Manejo; especies amenazadas; reintroducción de especies.

RESUMEN – La competencia por cavidades entre las abejas africanizadas (*Apis mellifera*) y los Psittacidae limita su reproducción y podría impactar el restablecimiento de poblaciones naturales del Guacamayo de Spix (*Cyanopsitta spixii*). Para verificar la efectividad de los tratamientos para el control de abejas, los objetivos de este estudio fueron determinar la densidad de enjambres en las llanuras aluviales y evaluar los diferentes tratamientos utilizados, indicando cuál es mejor para ser utilizado en las unidades de conservación. Se identificaron 178 cavidades ocupadas por enjambres. Entre los árboles ocupados, la mayoría fue *Tabebuia aurea* (81,2%), especie vegetal de importancia para la reproducción de *C. spixii*. Se seleccionaron 45 árboles ocupados por *A. mellifera* para la aplicación de los tratamientos: T₁, descargas de dióxido de carbono; T₂, pulverización de

permetrina; y T_3 , uso de fipronil. La densidad registrada fue relativamente alta: $36,59 \pm 22,42$ enjambres por km^2 de bosques ribereños. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. T_1 fue el único que no demostró eficacia para la eliminación de las colmenas en 20,0% de las cavidades controladas. Durante la temporada de reproducción de los loros, dos huecos (4,4%) fueron ocupados por Guacamayo de Illiger (*Primolius maracana*), especie con los mismos atributos reproductivos del Guacamayo de Spix. Sin embargo, no se registró ningún éxito reproductivo. Debido a la alta prevalencia de enjambres, el control de abejas africanizadas asociado con el uso de cajas de cebo puede ser una solución a largo plazo para aumentar el número de cavidades disponibles para la reproducción de loros.

Introdução

As espécies exóticas capazes de ultrapassar as barreiras impostas por um ambiente estranho podem se estabelecer, reproduzir e dispersar para além do local onde foram introduzidas, tornando-se espécies invasoras e causando impactos no ambiente [1]. Uma espécie invasora pode se tornar dominante, a ponto de monopolizar os recursos e limitar as oportunidades para as espécies nativas [2].

As abelhas melíferas africanas (*Apis mellifera scutellata* Lepelletier, 1836) foram trazidas para o Brasil em 1956 e escaparam da contenção, cruzando livremente com subespécies europeias introduzidas em meados do século XIX [3]. O híbrido, denominado africanizado, manteve características como a rusticidade, tendência enxameatória e maior produtividade de mel, próprias da subespécie africana, rapidamente invadindo o continente americano [4].

Além disso, *A. mellifera* Linnaeus, 1758, são generalistas quanto ao local onde estabelecem as suas colônias, construindo colmeias expostas ou utilizando cavidades naturais em troncos de árvores (ocos), fendas em rochas e outros locais, tanto em áreas urbanas quanto rurais [5][6][7][8]. Desta forma, ao ocuparem as cavidades, as abelhas africanizadas, a partir daqui AAs, podem afetar a disponibilidade de locais adequados para os ninhos de aves que obrigatoriamente utilizam ocos como recurso, limitando a capacidade reprodutiva dessas espécies [9][10][11][12].

A maioria das espécies de psitacídeos nidifica em cavidades [13]. Portanto, o comportamento de *A. mellifera* pode interferir no nicho reprodutivo dessas aves e ser um fator determinante para o declínio de suas populações. São várias as evidências da influência negativa das abelhas exóticas invasoras, as quais podem expulsar psitacídeos de locais de

nidificação, provocar sua morte e interferir no sucesso reprodutivo das aves. Em estudo realizado no México e Guatemala com populações de araras-vermelhas (*Ara macao*), verificou-se que as AAs ocuparam ninhos das aves, o que causou a falha no processo reprodutivo em três, de 41 ninhos [14]. Na Costa Rica, houve registro de matança de filhotes de araras-vermelhas, por AAs que atacaram o ninho dos psitacídeos localizado na mesma árvore [15].

Na Austrália, *A. mellifera* é manejada e utilizada como agente polinizador em plantações de canola. Quando essas plantas florescem, a explosão na oferta de alimento favorece a rápida reprodução e divisão das colônias de AAs, que enxameiam e se deslocam para o ambiente silvestre, ocupando cavidades de nidificação utilizadas por diferentes espécies de cacatuas-negras (*Calyptorhynchus baudinii*, *Calyptorhynchus latirostris* e *Calyptorhynchus banksii*), diminuindo a atividade reprodutiva dessas aves ou matando seus filhotes [16].

No Brasil, os efeitos da presença de AAs em cavidades utilizadas por araras-azuis-de-lear (*Anodorhynchus leari*) para nidificação foram avaliados. *A. leari* é um psitacíforme endêmico da Caatinga, ameaçado de extinção. As cavidades ocupadas por AAs eram significativamente mais altas do que aquelas ocupadas por araras, sugerindo que, na presença das AAs, as aves podem ser forçadas a se reproduzir em tocas localizadas na parte inferior dos paredões de arenito, tornando-as mais vulneráveis à predação ou caça [7].

A competição com espécies exóticas, como as AAs, é apontada como uma das ameaças à reintrodução de espécies de psitacídeos [17]. A ararinha-azul, *Cyanopsitta spixii* (Wagler, 1832), é uma espécie classificada como criticamente em perigo e enfrenta risco elevado de extinção na natureza [18]. A presença de AA foi considerada uma das causas

que, juntamente com a degradação do *habitat*, a caça e o tráfico, contribuíram para o declínio populacional de *C. spixii* [19].

Para avaliar o impacto causado pela invasão de AA e sua competição com a avifauna por nicho reprodutivo, foi desenvolvido um estudo no Refúgio de Vida Silvestre (RVS) e na Área de Proteção Ambiental (APA) da Ararinha Azul, unidades de conservação (UCs) criadas para propiciar a recuperação da ararinha-azul em ambiente natural [12]. Foram identificadas 111 árvores com 182 ocos, 10 ocupados por aves e 14 por abelhas. As colônias de abelhas estavam localizadas na mata ciliar das paisagens da planície aluvial, especificamente em caraiibeiras (*Tabebuia aurea* [Silva Manso] Benth. & Hook.f. ex S.Moore).

Em janeiro de 2023, ararinhas-azuis reintroduzidas nas UCs da Ararinha Azul disputaram uma caixa-ninho com um casal de maracanãs (*Primolius maracana*). A disputa foi vencida pelo casal de maracanãs, que ocupou a caixa-ninho ofertada para aumentar a quantidade de locais adequados para a nidificação dos psitacídeos. Em seguida, um enxame de AAs ocupou a caixa-ninho, interrompendo a atividade reprodutiva das maracanãs. Na retirada do enxame foram visualizados dois ovos com embriões mortos, que não se desenvolveram devido ao abandono dos pais, causado pela interferência das abelhas (Camile Lugarini: citação pessoal, 2023).

Por essas razões, o Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação da Ararinha Azul prevê a ação 4.7: “Realizar controle da espécie exótica invasora *A. mellifera* em potenciais ninhos de psitacídeos em ocos de árvores, principalmente na área de soltura da ararinha-azul” [20].

Com vistas a verificar a eficácia de tratamentos para controle dessas abelhas e aumentar a disponibilidade de cavidades, recurso reprodutivo para as ararinhas-azuis que foram reintroduzidas a partir de junho de 2022, os objetivos deste estudo foram: (1) realizar a busca de enxames ativos de AAs e levantar a densidade de colmeias nas planícies

aluviais das UCs da Ararinha Azul; (2) utilizar diferentes tratamentos para controle das abelhas em áreas de nidificação de psitacídeos e avaliar sua eficácia com base em: reocupação dos ocos por enxames após os tratamentos, e presença de ninhos de maracanãs e ararinhas-azuis nas árvores controladas; e (3) indicar o melhor tratamento a ser empregado tendo em vista custos, logística, resíduos produzidos e ocupação pós-controle.

Material e Métodos

Área de estudo

As UCs da Ararinha Azul estão localizadas na porção da Caatinga ao sul do trecho submédio rio São Francisco, abrangendo áreas dos municípios de Curaçá (cerca de 90% da área das UCs) e Juazeiro, localizados na ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional, onde o clima quente e semiárido predomina [21] (Figura 1).

A área é caracterizada por apresentar forte escassez hídrica, decorrente dos baixos índices de precipitação pluviométrica, distribuição irregular das chuvas, baixa nebulosidade e forte insolação. A temperatura média anual para as UCs é de 26°C e a precipitação anual corresponde a aproximadamente 425 mm em média, concentrando-se no período chuvoso que ocorre nos meses mais quentes, entre novembro e abril, com pico no mês de março [22].

A região apresenta três padrões de fisionomia vegetal que são: formação arbustivo-arbórea aberta a esparsa, formação arbustiva densa e formação arbórea aberta a fechada; e as paisagens se diferenciam em quatro grupos principais: Caatinga de pediplanos, Caatinga de pavimentos desérticos, ambientes de Caatinga de rios secos e Caatinga de terrenos residuais. Nos ambientes de Caatinga de rios e riachos secos, o gradiente de umidade favorece uma densa cobertura vegetal e árvores de grande porte, como as caraiibeiras (*T. aurea*), podem ser encontradas ao longo do rio Curaçá e seus principais afluentes [23].

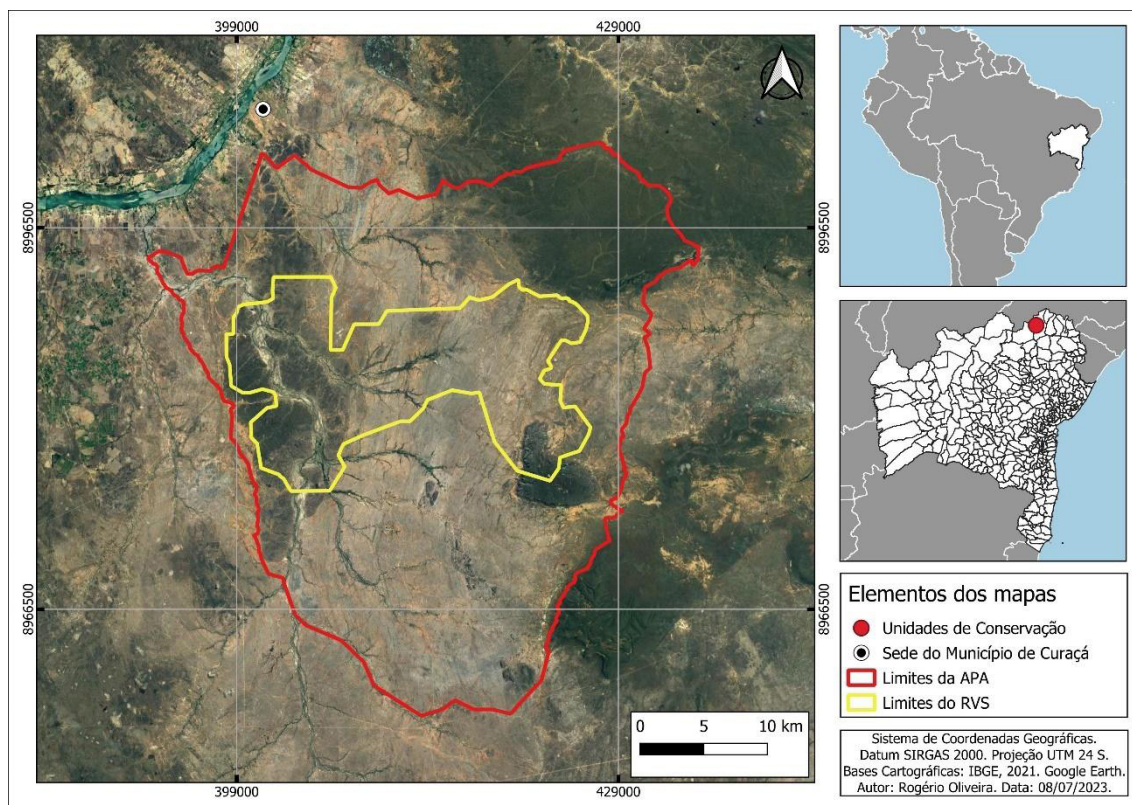


Figura 1 – Unidades de conservação da Ararinha Azul na região centro-norte da Bahia (APA = Área de Proteção Ambiental; RVS = Refúgio de Vida Silvestre). Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

As caraibeiras são capazes de oferecer abrigos em cavidades a diferentes espécies de animais e tiveram importância fundamental para a reprodução das ararinhas-azuis no passado [20]. Atualmente, a maracanã, espécie que compartilha o mesmo *habitat* da ararinha-azul na região, utiliza especialmente a caraibeira para nidificar em seus ocos [24]. As matas de galeria de *T. aurea* são descritas como o provável único *habitat* onde *C. spixii* ocorreu [19][20].

Áreas de amostragem

A seleção das áreas foi realizada de acordo com o estudo de Nascimento e colaboradores [12], que identificou as matas de caraibeiras nos ambientes de riachos temporários como áreas prioritárias para o manejo de AAs.

Com o objetivo de realizar o levantamento de árvores ocupadas por colmeias de *A. mellifera* na área das UCs da Ararinha Azul, foram percorridos no total 24 transectos ou unidades amostrais, em 33 expedições realizadas nos meses de abril de 2022 a junho de 2023.

Em cada área, os transectos foram divididos a partir de um centróide em dois sítios (A e B), que foram percorridos separadamente (Figura 2). O esforço foi de aproximadamente 5 km a cada dia, por dois dias consecutivos a cada semana, totalizando aproximadamente 120 km em transectos, ao longo dos riachos temporários nas UCs da Ararinha Azul.

Para o cálculo da área percorrida, tomou-se por base o estudo de Juniper e Yamashita [19], no qual os autores verificaram que a máxima distância média das caraibeiras para o canal dos cursos de água foi de 17,6 m, em riachos que excediam 8 m de largura. Baseando-se nisso, foi estimado que uma largura aproximada de 40 m para os transectos cobriria a área onde se encontram a maioria das caraibeiras e tal medida foi empregada para o cálculo da área percorrida no levantamento. Em seguida, foi estimada a densidade média de colmeias nas UCs, calculada pelo número de enxames ativos por área em quilômetros quadrados de cada unidade amostral.

Em julho de 2022 deu-se início aos tratamentos para o controle de AAs nas UCs da Ararinha Azul. As expedições para levantamento de árvores ocupadas por *A. mellifera* foram retomadas a partir de novembro de 2022, quando os transectos passaram

a ser percorridos novamente para verificação da situação, pós-tratamentos, das árvores anteriormente ocupadas pelas abelhas exóticas e para levantamento de novas ocupações.

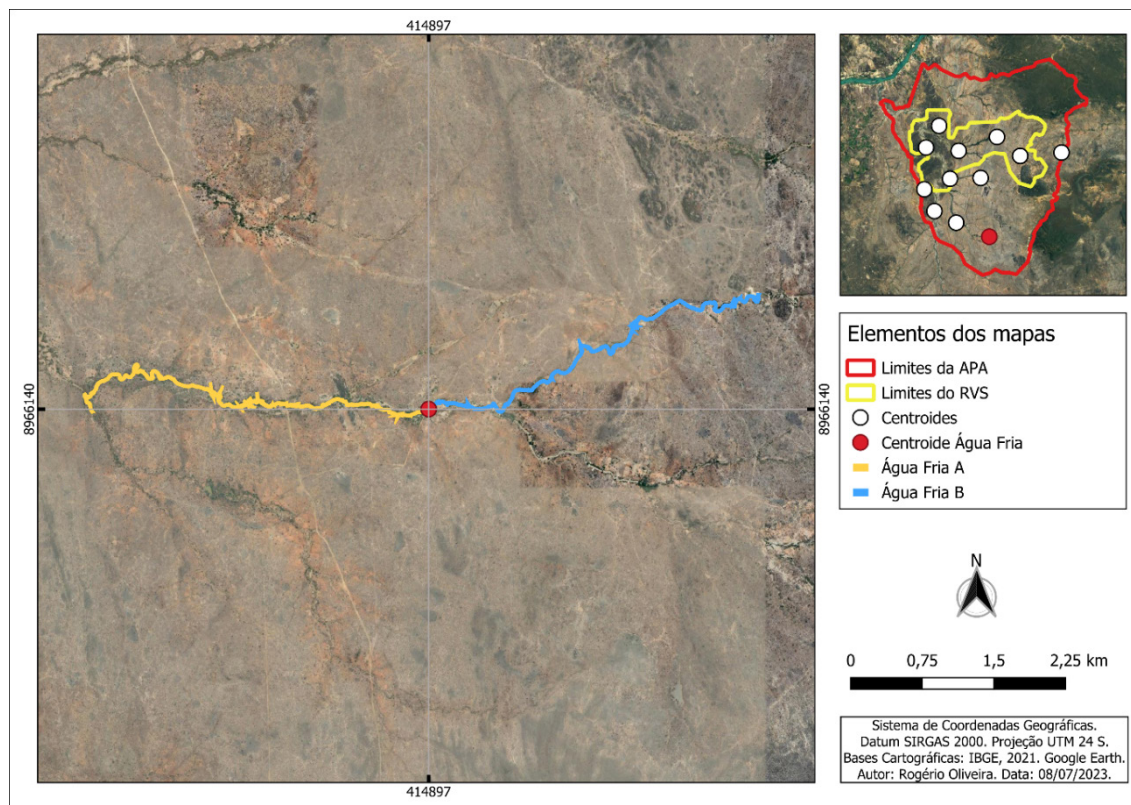


Figura 2 – Divisão do transecto em unidades amostrais (Sítio_A e Sítio_B) a partir de um centroide. UCs da Ararinha Azul: APA = Área de Proteção Ambiental e RVS = Refúgio de Vida Silvestre. Programas Avenza Maps® (4.2.2) e QGIS® (3.30.3). Fonte: elaborado pelo autor, 2023.

Identificação de ocos ocupados por abelhas africanizadas

A identificação dos ocos existentes em árvores com a presença de colmeias ativas de *A. mellifera* foi realizada por observação direta com binóculos 8 x 46 mm (Figura 3).

As árvores com enxames ativos receberam uma placa de identificação de alumínio com numeração única e foram acompanhadas quanto à sua ocupação. Foram coletadas variáveis (altura, diâmetro à altura do peito, espécie, viva ou morta, isolada ou agrupada) para a caracterização dessas árvores. A altura das árvores e algumas das cavidades foram mensuradas com o uso de um clinômetro digital Haglöf. A circunferência à altura

do peito (CAP) e a altura dos ocos foram aferidas com o auxílio de trena. A orientação da entrada dos ocos foi determinada por meio de uma bússola.

Não foram realizadas mensurações quando houve riscos de ataque à equipe por AA, em situações nas quais as abelhas se encontravam agitadas e as colmeias se localizavam em alturas abaixo de três metros, relativamente próximas ao observador. Nesses casos, a coleta das variáveis das árvores foi realizada somente após o tratamento da cavidade e remoção das abelhas. Observou-se também se os ocos já foram utilizados anteriormente para nidificação das maracanãs, com base nos dados de monitoramento reprodutivo realizado em estações reprodutivas de 2017 a 2020.

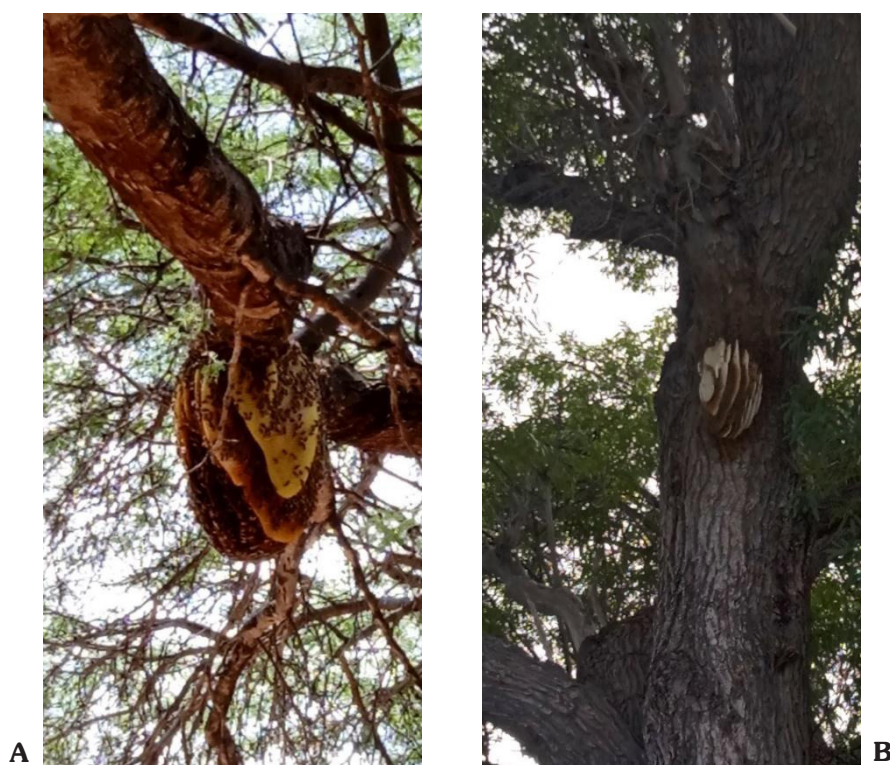


Figura 3 – Levantamento de árvores ocupadas por colmeias, na área das UCs da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023. Fonte: Rogério Oliveira, 2023.

Tratamentos

Os tratamentos (Anexo A) foram aplicados em árvores com ocos que poderiam ou não ser potencialmente ocupados por psitacídeos, conforme abaixo:

- I. T_1 – Eliminação por dióxido de carbono, técnica utilizada pelo Corpo de Bombeiros de Juazeiro quando há risco de vida relacionado ao enxameamento de abelhas na área urbana. Após a aplicação do dióxido de carbono foram removidos os resíduos da colmeia e abelhas mortas [25]. Em seguida foi utilizada água sanitária no interior do oco, devido ao seu efeito repelente [26];
- II. T_2 – Permetrina [27] aplicada diretamente no oco: tratamento recomendado para dissuadir AA, o qual teve sucesso no recrutamento da arara-azul-de-lear [7]. Foram utilizados aproximadamente 500 mL a 1,5 L por oco, na concentração de 3,49% (100 mL de Permetrina Fersol 384 CE® para 1 L de água). Em momento posterior ao tratamento, quando não houve movimentação na

colônia, os restos de favos e abelhas mortas foram removidos e os ocos, tamponados;

- III. T_3 – Fipronil (30 mL de Fipronil Fersol 25 CE® para 1 L de água, na concentração de 0,072%) na entrada e dentro da cavidade para remover e impedir a reocupação em longo prazo das AAs [7], seguido de tamponamento;
- IV. O grupo controle consistiu no monitoramento de ocos ocupados por enxames ativos de AA e que não receberam nenhum dos tratamentos anteriores.

Após a aplicação dos tratamentos os ocos foram tamponados com bloco de espuma (23 cm x 13 cm x 8 cm) ou estopa de algodão para evitar a reincidência de ocupação pelas abelhas. Os ocos foram abertos a partir de dezembro de 2022, durante o período reprodutivo das maracanãs.

Foram controladas 45 árvores para a remoção das colmeias de *A. mellifera*, da seguinte forma: 23 unidades amostrais com aplicações dos tratamentos T_1 a T_3 e uma unidade que permaneceu como grupo controle (Figura 4).

Quando houve persistência das colmeias nas cavidades tratadas e tamponadas, foi realizada uma segunda aplicação do tratamento. A remoção das abelhas após uma única aplicação, a retirada somente

após a segunda aplicação do tratamento, assim como a persistência da colmeia após a repetição ou a reocupação do oco por abelhas, foram critérios utilizados para avaliar a eficácia dos tratamentos utilizados.

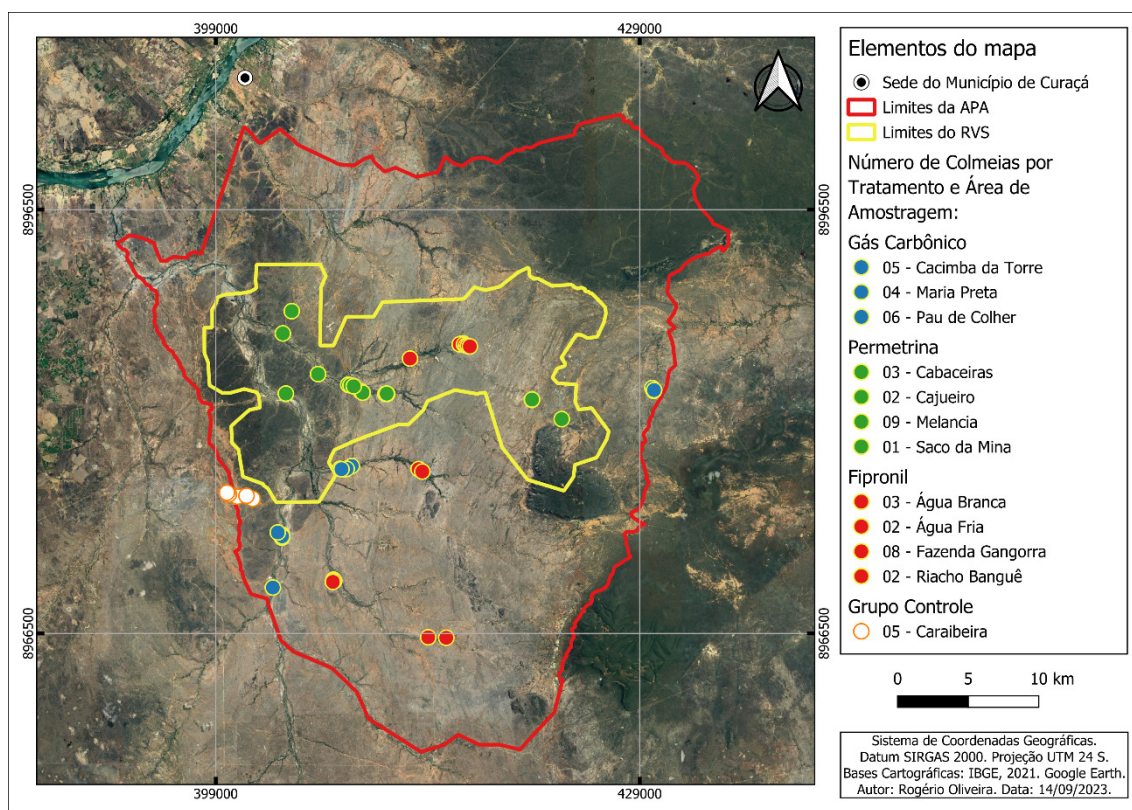


Figura 4 – Número de colmeias por tratamentos e áreas de amostragem nas UCs da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Todos os tratamentos foram aplicados antes e durante o período reprodutivo das aves (abril de 2022 a junho de 2023). Para tanto, utilizou-se trajes de apicultura (equipamento de proteção individual – EPI), escada ou ascensão vertical e fumigador (Figura 5).

Os pesquisadores detinham as seguintes autorizações: Autorização Direta 001/2020 para

controle de abelhas nativas (*Trigona fuscipennis* e *T. spinipes*) no RVS e na APA da Ararinha Azul e de controle de AA (Autorização para Manejo de Espécie Exótica Invasora em Unidade de Conservação Federal 003/2020, com validade até 31/12/2024). Além disso, o projeto está respaldado pelo SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), sob o número 79010.

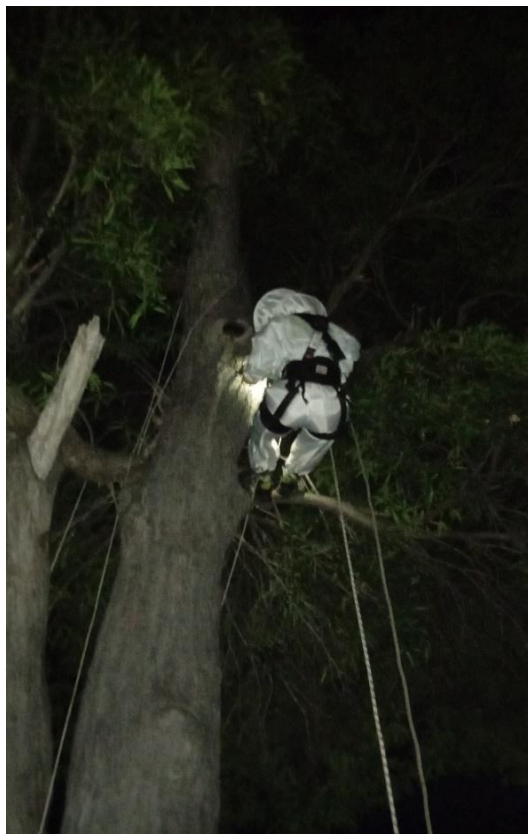


Figura 5 – Aplicação dos tratamentos em cavidades ocupadas por colmeias de AA, na área das UCs da Ararinha Azul, no período de julho de 2022 a junho de 2023. Fonte: Rogério Oliveira, 2023.

Caixas-isca

Caixas-isca para a captura de enxames foram empregadas com o objetivo de oferecer um local alternativo para as abelhas se instalarem, na caixa, ao invés de ocuparem os ocos das árvores, facilitando a remoção dos enxames para fora do território das UCs, sem a necessidade de utilizar tratamentos para o controle das colmeias.

Foram distribuídas apenas três caixas-isca de papelão (52 cm x 20 cm x 26 cm, com a abertura da caixa medindo 4 cm x 2 cm), envoltas em plástico encerado e contendo quadros de madeira com cera alveolada. Foram posicionadas à sombra, em alturas entre 2 m e 3 m, nas unidades amostrais da Gangorra ($n = 3$), duas em árvores adjacentes a uma árvore controlada, e outra caixa-isca próxima aos aviários.

Reamostragem pós-tratamento

Ocupação das cavidades por psitacídeos

A reamostragem foi feita por um período de seis meses: de novembro de 2022 a abril de 2023, período de atividade reprodutiva da maioria das aves na Caatinga [28].

As árvores nas unidades amostrais foram observadas em solo com auxílio de binóculos de 8 x 46 mm e por arboricultura (ascensão vertical).

O período de acasalamento, postura de ovos e incubação vai de novembro a janeiro, podendo variar de acordo com a ocorrência das chuvas. Os potenciais ninhos foram identificados a partir de dezembro de 2022, após a abertura dos ocos e, posteriormente, nos períodos de nascimento e crescimento dos filhotes (a partir de janeiro).

Considerou-se:

- I. ninhos ativos, nas cavidades onde foi registrada a presença de um casal de maracanãs ou outra espécie de ave ou movimentos como coorte (oferta de alimento regurgitado ao parceiro, limpeza e aproximação mútuas, entre outros), cópula, permanência na porta do ninho, defesa de território com adultos sobrevoando, seguida de vocalização agonística após perturbação (presença humana) ou quando denotada a saída de indivíduos do oco;
- II. sucesso reprodutivo, determinado acessando internamente cada ninho ativo (utilizando a técnica de arboricultura) para registrar a presença de ovos e filhotes [29];
- III. reprodução bem-sucedida, quando pelo menos um filhote foi observado no final de seu estágio de desenvolvimento (~60 dias de desenvolvimento, com penas de crescimento [30]; e ~90 dias para ararinhas-azuis) na entrada do ninho.

Essas métricas permitiram identificar as cavidades (ocupadas por AAs antes do tratamento), e, posteriormente, ocupadas por novos pares reprodutores (ou seja, recrutamento).

Ocupação das cavidades por *Apis mellifera*

A reincidência de enxameamento das abelhas após o controle foi verificada, em todos os tratamentos, durante o período reprodutivo das aves e estendeu-se até junho de 2023.

Análise e estatística

Para analisar se a abundância mensal de AA variou ao longo do tempo em relação aos valores de precipitação e temperatura, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson.

A correlação foi analisada através do software BioEstat® (5.3). Os valores de temperatura e precipitação pluviométricos utilizados foram os disponíveis no portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a estação meteorológica

mais próxima das UCs, do período de 1991 a 2020 [22][31]. O teste t de Student foi empregado para verificar se houve diferença estatística significativa entre a densidade de colmeias de AA encontradas nos períodos de estiagem e de chuvas.

Para comparar os métodos empregados no controle de abelhas com relação à reincidência de enxameamento e ocupação após os tratamentos, foi empregado o teste de Kruskal-Wallis por meio do programa Past® (4.13). Quando houve diferença estatística, foi empregado o teste de Dunn para verificar entre quais amostras dos tratamentos havia contraste.

Realizou-se a comparação dos quatro tratamentos independentes, que foram mensurados de forma ordinal em níveis de efetividade. De T_1 a T_3 , foram considerados: (1) a eficácia do controle na primeira aplicação; (2) o tratamento eficaz somente após a segunda aplicação; (3) a reocupação por abelhas; e (4) a persistência da colmeia mesmo após repetição do tratamento.

Em relação ao grupo controle, níveis equivalentes de efetividade foram considerados, como se segue: (1) se o enxame deixou a cavidade de forma natural, sem a aplicação de substâncias; (2) não se aplica ao grupo controle; (3) se houve reocupação por abelhas; e (4) se houve permanência da colmeia durante o estudo. Para verificar se houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras, foi considerado um valor-p menor ou igual ao nível de significância de 0,05.

Além disso, análises descritivas dos efeitos residuais e da logística necessária para cada produto utilizado na aplicação dos tratamentos foram realizadas, para indicação do melhor tratamento a ser utilizado em longo prazo.

Resultados

Levantamento de árvores ocupadas por colmeias de abelhas africanizadas

Foram identificadas 178 cavidades ocupadas por enxames ativos de AAs, em 165 árvores. Dentre estas árvores, 13 encontravam-se ocupadas por duas colmeias de *A. mellifera* (Figura 6).

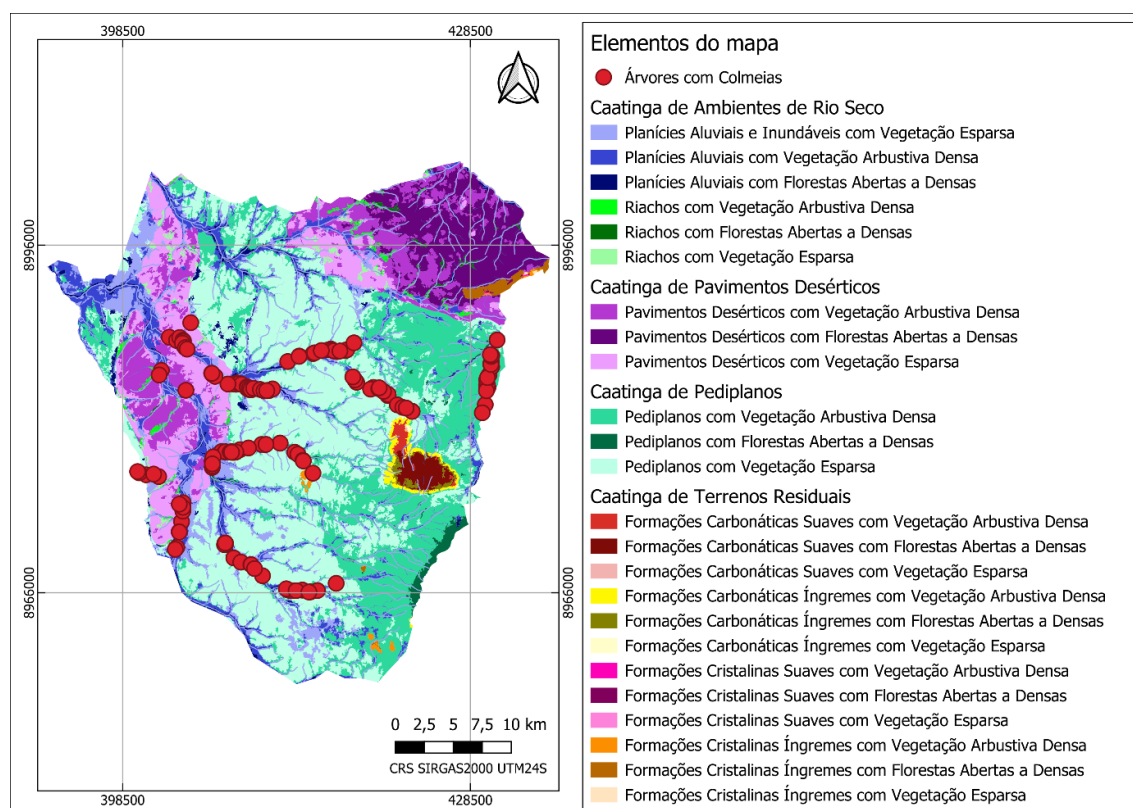


Figura 6 – Árvores com colmeias de AA levantadas nas planícies aluviais das UCs da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023. Fonte: adaptado de Cavalcanti et al. (2020).

O maior e os menores números de enxames foram identificados nas unidades amostrais da Melancia_A (n = 19), Caraibeira_B (n = 1) e Saco da Mina_B (n = 1), respectivamente.

Nas unidades amostrais denominadas nesse trabalho como Fazenda Gangorra, que englobam a área do recinto de soltura das ararinhas-azuis, foram identificadas 19 colmeias ativas de AA (Figura 7).

Em 20 das árvores com colmeias de *A. mellifera*, foi registrada a presença simultânea de abelhas nativas sem ferrão: *Trigona* aff. *fuscipennis* Friese, 1900 (n = 12), *Melipona* (*Melipona*) *mandacaia* Smith, 1863 (n = 7), *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) (n = 6) e *Plebeia flavocincta*

(Cockerell, 1912) (n = 1). Os tratamentos foram utilizados preferencialmente em árvores sem ninhos de abelhas nativas e a sua aplicação foi realizada de forma criteriosa, dentro da cavidade, para que os agentes químicos não afetassem as abelhas nativas. O impacto do controle sobre as populações de abelhas nativas foi analisado em outro estudo, que não demonstrou variação significativa para a riqueza e nem para o número de ninhos antes e após cada tratamento [32]. Ninhos de outras três espécies (*Trigona spinipes* (Fabricius, 1793), *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836) e *Melipona* (*Melipona*) *quadrifasciata anthidioides* Lepeletier, 1836) foram observados durante o percurso dos transectos em outras árvores não ocupadas por AA.

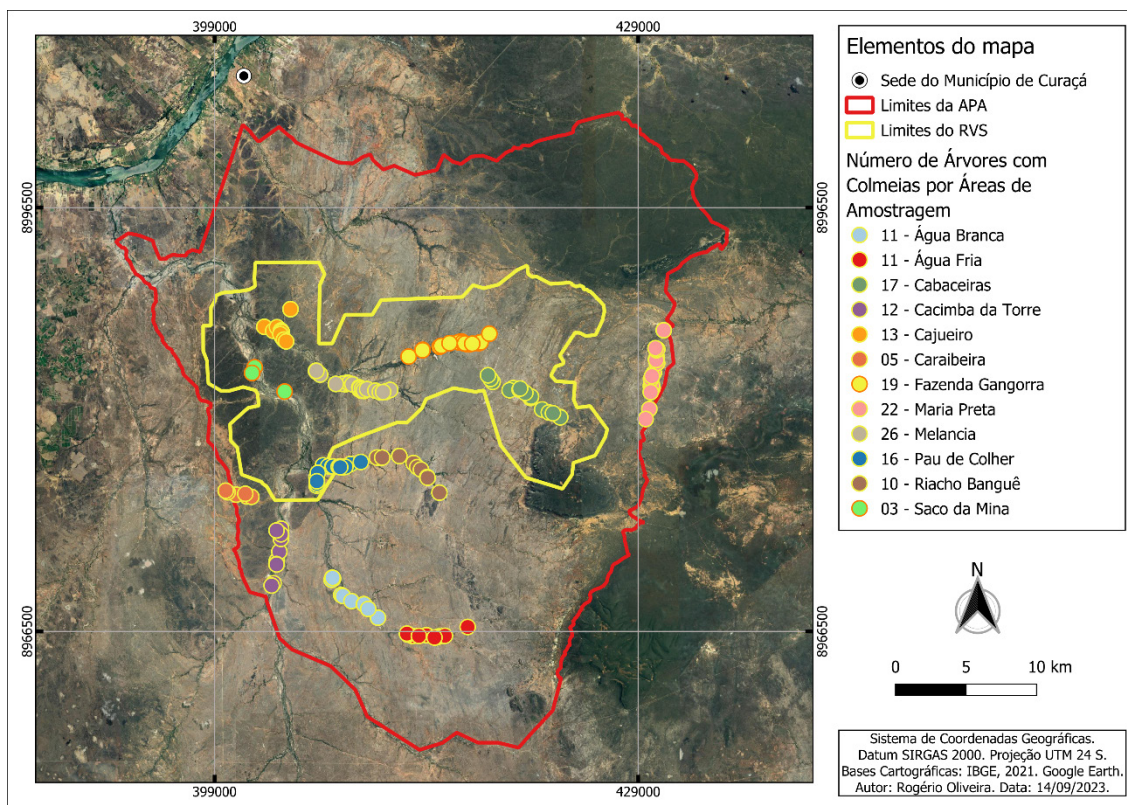


Figura 7 – Número de árvores com colmeias por área de amostragem nas UCs da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

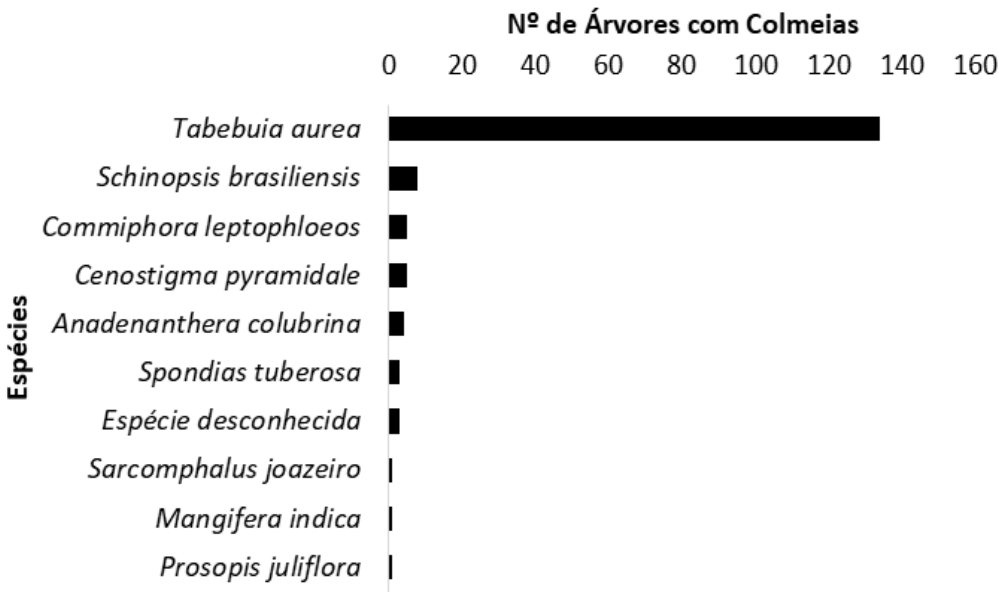
Dentre as espécies de árvores ocupadas por *A. mellifera* ($n = 165$), a maioria foi *T. aurea* ($n = 134$) totalizando 81,21% das árvores (Gráfico 1). Apenas três dentre as caraibeiras levantadas eram espécimes mortos.

Foram ainda encontradas colmeias em: *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Baraúna, $n = 8$; 4,84%), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (Umburana-de-cambão, $n = 5$; 3,03%), *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis (Catingueira,

$n = 5$; 3,03%), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Angico, $n = 4$; 2,42 %) e *Spondias tuberosa* Arruda (Umbuzeiro, $n = 3$; 1,81%).

Sarcomphalus joazeiro (Mart.) Hauenschild (Juazeiro, $n = 1$), *Mangifera indica* L. (Mangueira, $n = 1$) e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba, $n = 1$) representaram cada uma, 0,60% das espécies colonizadas por *A. mellifera*. Do total de colmeias, três ($n = 3$; 1,81%) encontravam-se em troncos de árvores mortas de espécies não identificadas.

Gráfico 1 – Distribuição do número de árvores com colmeias de abelhas africanizadas por espécie vegetal na Área de Proteção Ambiental e no Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023.



Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Variação temporal do número de colmeias das abelhas africanizadas

Em quatro das unidades amostrais não houve alteração do número de enxames ao longo do período de estudo. Em duas unidades houve apenas incremento de novos enxames. Nas demais unidades

(n = 18), houve o incremento do número de colônias ou perda de alguma colmeia levantada em expedição anterior. As colmeias previamente levantadas que não foram mais encontradas em expedições posteriores (n = 34; 19,10%) foram consideradas colmeias transitórias. As colônias estabelecidas representaram 80,89% (n = 144) do total de colmeias (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Ordenação seriada em matriz de presença e ausência da variação do número de colmeias por unidade amostral na Área de Proteção Ambiental e no Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023.

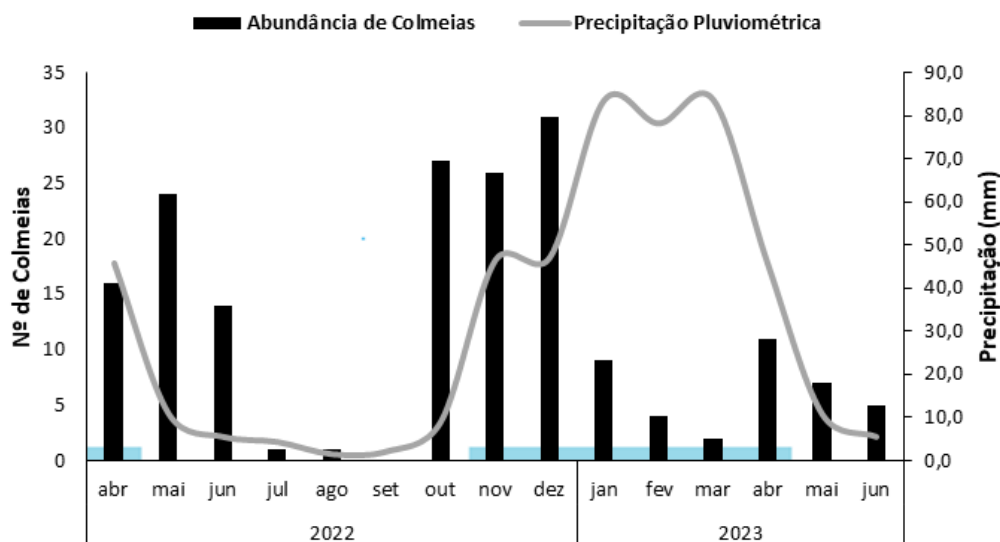
Unidades Amostrais	2022										2023					
	A	M	J	J	A	S	O	N	D		J	F	M	A	M	J
Gangorra _A																
Gangorra _B																
Cabaceiras _A																
Cabaceiras _B																
Caraibeira _A																
Caraibeira _B																
Saco da Mina _A																
Saco da Mina _B																
Maria Preta _A																
Maria Preta _B																
Cajueiro _A																
Cajueiro _B																
Melancia _A																
Melancia _B																
Cacimba da Torre _A																
Cacimba da Torre _B																
Riacho Banguê _A																
Riacho Banguê _B																
Pau de Colher _A																
Pau de Colher _B																
Água Branca _A																
Água Branca _B																
Água Fria _A																
Água Fria _B																
Total: 144 Colmeias																

Legenda: Quadrados verdes representam a presença de colmeias, a partir do levantamento inicial. Quadrados vermelhos, representam o incremento de novos enxames. Quadrados laranja representam ambos, o acréscimo e a perda de colmeias. Quadrados azuis representam a perda de colônias anteriormente presentes. Quadrados em branco representam a ausência de colmeias. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

O pico no número de novas colmeias levantadas ($n = 31$) ocorreu no mês de dezembro de 2022. A maior variação ocorreu na unidade da Melancia_A, onde houve o incremento de 11 novas

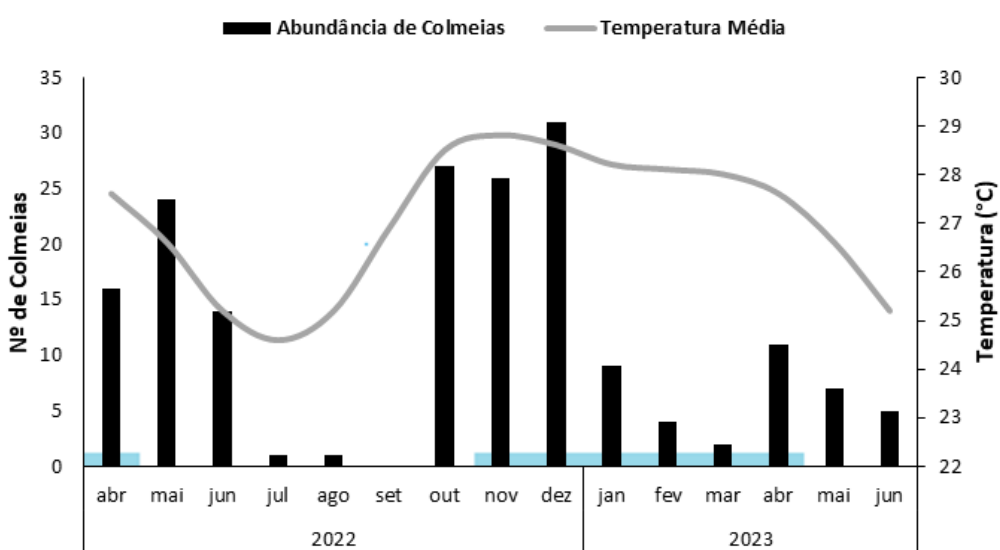
colônias de AA em curto intervalo de tempo após o início do período de chuvas na região, entre os meses de novembro e dezembro de 2022 (Gráficos 3 e 4).

Gráfico 3 – Variação mensal do número de colmeias e precipitação pluviométrica nas UCs da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023.



Observação: A barra azul representa os períodos historicamente chuvosos na Caatinga. Fonte: dados de precipitação pluviométrica do Instituto Nacional de Meteorologia, 2022. Organizado pelo autor, 2023.

Gráfico 4 – Variação mensal do número de colmeias e temperatura média nas UCs da Ararinha Azul, no período de abril de 2022 a junho de 2023.



Observação: A barra azul representa os períodos historicamente chuvosos na Caatinga. Fonte: dados de temperatura média do Instituto Nacional de Meteorologia, 2022. Organizado pelo autor, 2023.

Nesse estudo, não houve correlação entre a precipitação pluviométrica e a abundância mensal de colmeias de *A. mellifera* (r Pearson = 0,0274, p = 0,9228). Entretanto, houve correlação entre

a temperatura média e o número de colmeias encontradas (r Pearson = 0,5268, p = 0,0435) nas UCs da Ararinha Azul.

Densidade de colmeias das abelhas africanizadas

Foram encontradas 178 colmeias em uma área de 480 ha (4,8 km²), revelando uma densidade média de $36,59 \pm 22,42$ colônias de AA por km².

O número total de enxames variou entre os períodos de estiagem (n = 79) e de ocorrência das chuvas na região (n = 99), resultando na modificação da densidade de colônias de *A. mellifera* encontrada para as diferentes estações: período historicamente seco (16,45 colmeias/km²) e chuvoso (20,62 colmeias/km²). Apesar da diferença na densidade entre os períodos seco e chuvoso, o teste t de Student ($t = -0,7638$; GL = 13; $p = 0,4586$) demonstrou que esse resultado não é estatisticamente significativo.

Controle de abelhas africanizadas e monitoramento pós-tratamento

Gás carbônico

Em relação ao tratamento com descargas de gás carbônico, quatro colmeias (26,66%; n = 15) necessitaram de reaplicação de T₁ devido à persistência das abelhas na ocupação das cavidades após a realização da primeira aplicação. Para essas quatro cavidades, T₁ foi reaplicado. No entanto, em três dessas árvores (20%; n = 15), as colmeias não foram controladas (Figura 8).

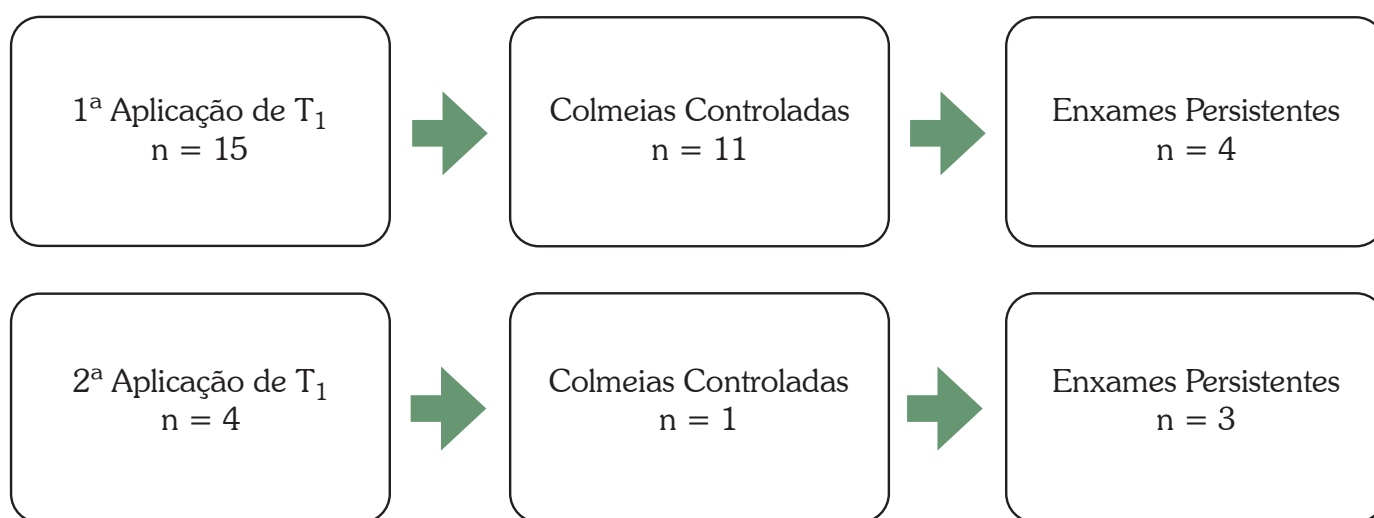


Figura 8 – Resultados do tratamento realizado com descargas de CO₂ nas UCs da Ararinha Azul, entre julho de 2022 e junho de 2023. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Após a repetição do controle, apesar de ter sido observada a diminuição da atividade e do número de abelhas no dia posterior, as colmeias permaneceram ativas. Além disso, em uma das árvores foi observado que um novo enxame ocupou a cavidade, oito dias após a segunda aplicação do controle com as descargas de CO₂.

Permetrina

Todas as colmeias tratadas com permetrina (n = 15) foram removidas na primeira aplicação (Figura 9). Uma caraibeira (6,66%) possuía duas colmeias ativas e após o tratamento de apenas um único oco com T₂, a colmeia da outra cavidade abandonou a árvore. A reocupação por abelhas, da cavidade não tratada foi observada 113 dias após a data de realização do controle.

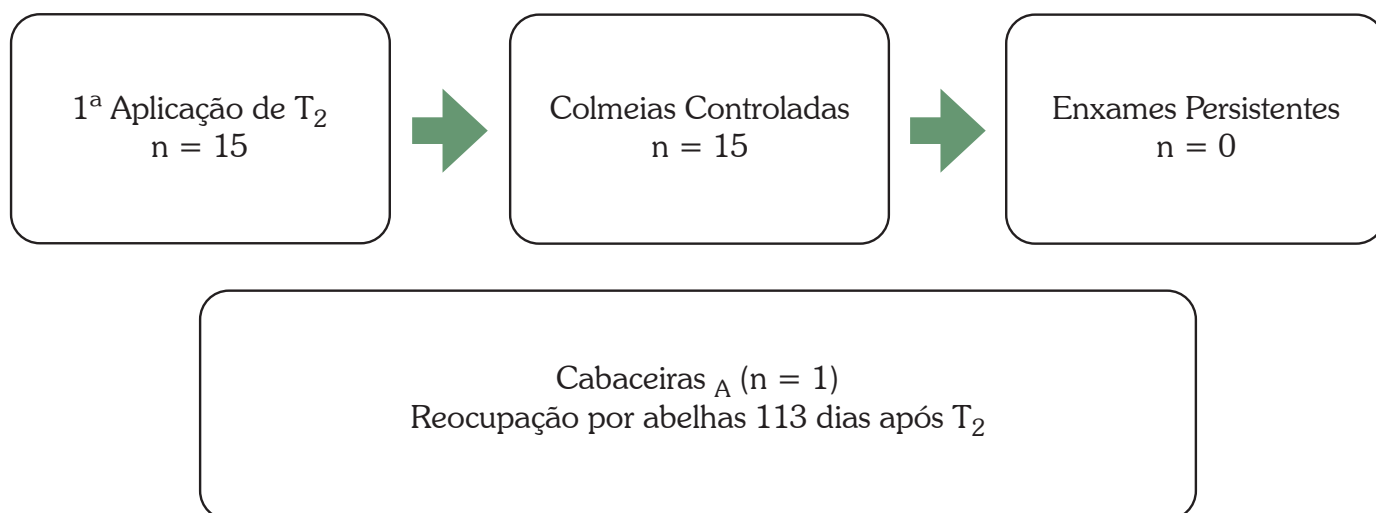


Figura 9 – Resultados do tratamento realizado com aplicações de permetrina nas UCs da Ararinha Azul, entre julho de 2022 e junho de 2023. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Em outra unidade amostral, decorridos 154 dias do tratamento foram observados 18 espécimes de aratinga-de-testa-azul, *Thectocercus acuticaudatus* (Vieillot, 1818), empoleirados nesta caraibeira ocupando diversos ocos. No entanto, nenhum casal persistiu na ocupação da árvore e não houve atividade reprodutiva no local.

Após 56 dias do controle realizado com permetrina em uma árvore, um dos ocos foi acessado por técnica de arboricultura e no seu interior foram encontrados dois ovos de maracanã. Porém, não houve reprodução bem-sucedida, pois os ovos foram atingidos pela chuva e apodreceram dentro da cavidade.

Em uma terceira unidade amostral com T₂, na manhã seguinte ao dia do tratamento, foi observado um novo enxame de *A. mellifera* explorando e se acomodando na caraibeira tratada. Porém, o enxame não se estabeleceu e não foi mais encontrado no local na semana seguinte.

Fipronil

Onde houve a utilização do fipronil (n = 15), todas as colônias foram removidas na primeira aplicação (Figura 10). Em duas das caraibeiras tratadas com T₃ (13,33%) foram observadas reocupações por novas colmeias de AA, 134 e 11 dias, respectivamente, após a realização do primeiro controle.

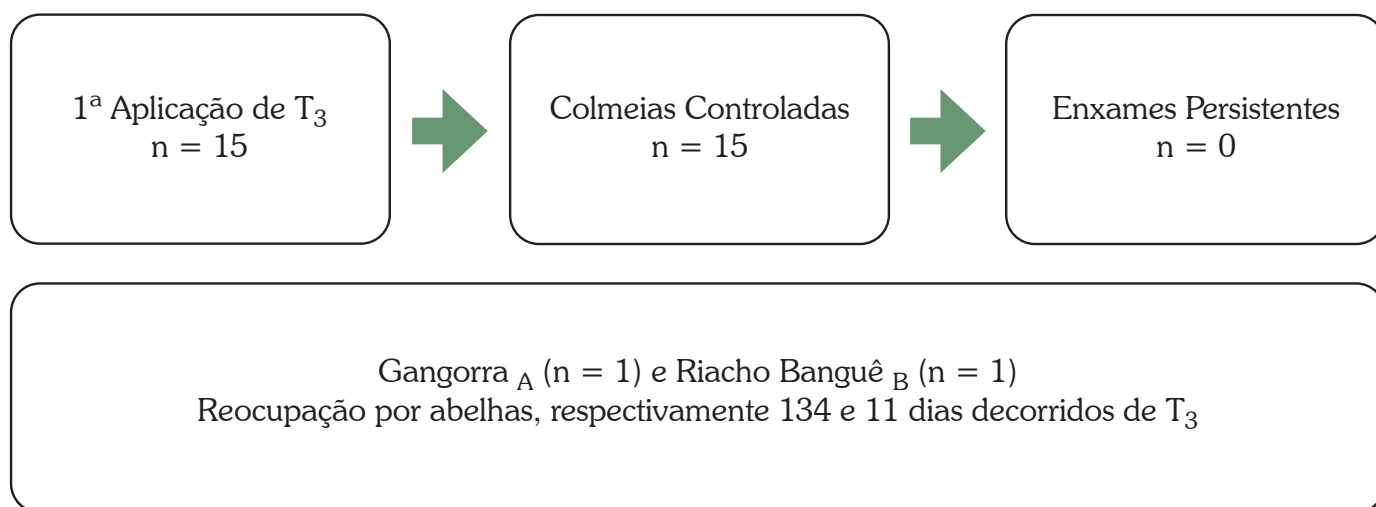


Figura 10 – Resultados do tratamento realizado com aplicações de fipronil nas UCs da Ararinha Azul, entre julho de 2022 e junho de 2023. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Decorridos 131 dias do controle realizado com fipronil em uma caraibeira, um dos ocos foi acessado através de ascensão vertical e nele foi encontrada uma “cama” preparada pelas maracanãs para a postura de ovos. Todavia, não houve sucesso reprodutivo nessa árvore, possivelmente, por abandono natural do local de nidificação, sem relação com as abelhas.

Outra caraibeira possuía duas colmeias. Devido a dificuldades em realizar a ascensão vertical para o controle da colmeia de cima, apenas o oco mais abaixo foi controlado com T_3 . Decorridos 14 dias da realização desse controle, a segunda colmeia não foi mais encontrada na unidade amostral, havendo apenas resquícios de favos espalhados pelo local.

Grupo controle

As unidades amostrais da Caraibeira ($n = 5$) permaneceram como grupo controle e não receberam tratamento para a retirada das colmeias de AA. Durante o período de estudo, uma das colônias não foi mais encontrada, em abril de 2023.

Caixas-isca

De três caixas-isca para captura de abelhas que foram utilizadas neste estudo, uma foi ocupada por vespas (Hymenoptera, Vespidae). A caixa-isca instalada próxima aos aviários não foi ocupada.

Análise estatística da variação nos tratamentos

Quando se comparou apenas as aplicações de CO_2 , permetrina e fipronil, o teste de Kruskal-Wallis indicou que não houve diferença estatística significativa entre esses três tratamentos (valor-p = 0,2702).

Ao adicionar o grupo controle à comparação, houve diferença estatística no teste de Kruskal-Wallis entre as amostras dos quatro tratamentos (valor-p = 0,001). O teste de Dunn foi utilizado para indicar as diferenças entre as comparações do grupo controle com os demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Diferenças entre as amostras dos tratamentos e o grupo controle comparadas pelo teste de Dunn.

Tratamentos	Grupo Controle
T_1	0,0063
T_2	0,0002
T_3	0,0006

Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Discussão e Conclusões

Levantamento de colmeias das abelhas africanizadas

Neste estudo, realizou-se o levantamento de colmeias de AA nas UCs da Ararinha Azul como forma de verificar a competição entre abelhas e psitacídeos por cavidades utilizadas para nidificação. Encontramos ocos ocupados por *A. mellifera* principalmente em espécimes de *Tabebuia aurea* (81,21%), espécie vegetal de importância para a reprodução das ararinhas-azuis no passado [19] e maracanãs, no presente [20]. Além disso, cabe salientar que 7,87% dentre as 165 árvores encontradas com colmeias já abrigaram ninhos de maracanãs em estações reprodutivas anteriores.

Como agravante, a estação reprodutiva das aves na Caatinga coincide com o período de chuvas na região [33] e o esperado é que a maior abundância de abelhas ocorra após o aumento da precipitação pluviométrica, ainda no período chuvoso [34]. Decorrido algum tempo após o início das chuvas no semiárido, há o aumento da oferta de alimento proporcionando condições favoráveis para a reprodução rápida na colônia, de modo que o enxame pode se dividir ou partir em busca de um novo local para se estabelecer [35]. Desta forma, a enxameação pode coincidir com a época da estação reprodutiva das maracanãs e como há sobreposição de nicho entre aves que dependem de cavidades e AA [12], a existência de enxames em deslocamento pode levar a uma competição pela ocupação dos

ocos, impactando negativamente na reprodução dos psitacídeos.

A variação temporal observada na abundância das AAs não mostrou correlação com a precipitação pluviométrica na região. O período em que há maior abundância e diversidade de abelhas na Caatinga não é definido pela ocorrência de chuvas, mas sim pela oferta ou escassez de recursos florais [34].

Foi observada correlação direta significativa, entre o aumento da temperatura do ambiente e a abundância mensal de *A. mellifera*. A floração da maioria das espécies vegetais na região se inicia no mês de setembro, ainda na estação seca [36] e algumas espécies apresentam picos de floração entre novembro e março como resultado da interação das plantas com estresses de água, calor e irradiação solar [37]. Desta forma, a maior oferta de recursos florais na Caatinga está diretamente relacionada ao aumento da temperatura.

Apesar do esforço no levantamento de 178 cavidades ocupadas por abelhas, os 4,8 km² percorridos (0,40% do todo) nas planícies aluviais de riachos temporários representam pouco em relação às áreas do RVS (aproximadamente 290 km²) e da APA da Ararinha Azul (810 km²). Para o levantamento realizado no presente estudo, verificou-se uma densidade de $36,59 \pm 22,42$ colônias de AA por km².

Estudo realizado na Austrália avaliou que o impacto ecológico causado por colônias de *A. mellifera*, depende da densidade de sua população. Uma densidade que seja suficiente para polinizar monoculturas (a partir de 50 colônias por km², a depender do tipo de cultivo) pode ser considerada alta quando comparada ao necessário para as interações entre abelhas e flora silvestre. Altas densidades de colmeias de AA provavelmente levam à competição com outros visitantes florais e por oportunidade de nidificação em ocos com a fauna dependente de cavidades, principalmente em paisagens degradadas [38].

Controle de abelhas africanizadas

Controle de abelhas e ocupação de ninhos por psitacídeos

Após a realização do controle de abelhas, verificou-se a ocupação de ocos em árvores por dois pares de maracanãs. No primeiro caso, não houve sucesso reprodutivo e foi observada apenas a preparação da “cama” para a postura dos ovos. Em contrapartida, o segundo par reprodutor de maracanãs realizou a postura de dois ovos em uma cavidade antes ocupada por abelhas. Porém, os ovos não eclodiram. Além disso, em outra unidade amostral controlada, registrou-se a presença de 18 espécimes de aratinga-de-testa-azul ocupando diferentes ocos, porém não houve atividade reprodutiva. Em estudo precedente [39], houve a ocupação por casais de maracanãs em três das árvores que receberam tratamentos para controle de *A. mellifera* e, de forma semelhante, não houve sucesso reprodutivo. Cabe destacar que, em duas ocasiões, a atividade reprodutiva foi interrompida pela reincidência das abelhas.

A ausência de reprodução bem-sucedida de psitacídeos observada neste estudo, pode estar relacionada ao fato de que, em geral, psitacídeos de grande porte apresentam baixas taxas de reprodução, devido a posturas pequenas e baixa sobrevivência dos filhotes [40]. Além disso, fatores externos ao processo reprodutivo, como eventos estressantes, indisponibilidade de alimentos, doenças e predação podem prejudicar o processo reprodutivo, interrompendo-o de forma imediata e completa [41].

Reincidência de enxameamento pós-tratamentos

Três cavidades tratadas com descargas de gás carbônico persistiram sendo ocupadas por AAs, mesmo após a repetição da aplicação do tratamento. A permanência das abelhas, nesses casos, foi favorecida pela disposição da colmeia de forma compartimentalizada ao longo dos troncos, juntamente com orifícios de entrada pequenos que dificultaram com que os jatos de CO₂ atingissem toda a colônia de forma eficiente e, além disso, impediram a remoção manual das partes da colmeia (Figura 11).

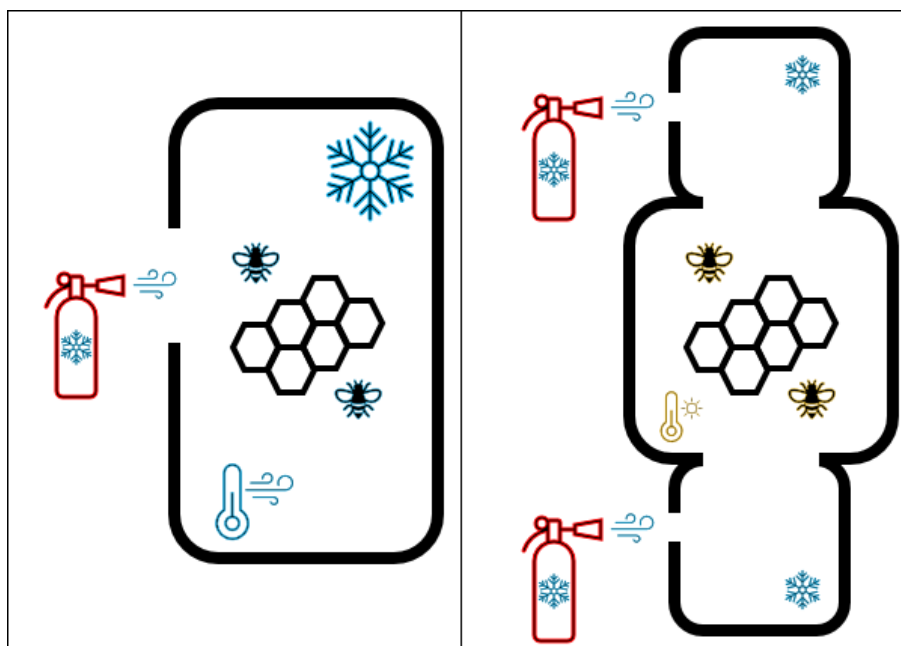


Figura 11 – Esquema representando a resposta satisfatória ou não à aplicação das descargas de CO_2 , respectivamente, em cavidades não subdivididas e cavidades compartimentalizadas. Fonte: organizado pelo autor, 2023.

Em estudo anterior [39], os resultados sugeriram que ocos tratados com CO_2 foram mais suscetíveis à reocupação por enxames.

Em relação ao uso da permetrina, apenas uma unidade amostral foi reocupada por *A. mellifera* após a realização do controle, o que corrobora com a capacidade descrita para essa substância de dissuadir a ocupação por abelhas em locais tratados [27]. A meia-vida da permetrina é de 45,5 dias podendo variar a depender de fatores como umidade e temperatura [42].

Para o fipronil, foram observadas reocupações por abelhas em duas das unidades amostrais controladas. Portanto, o efeito repelente em longo prazo esperado para o fipronil, de acordo com o trabalho de Pacífico et al. (2020), não foi observado nesses casos.

A concentração de fipronil utilizada nesse estudo (0,072%) pode ter influenciado na persistência da substância no ambiente e na sua ação repelente. O tempo de meia-vida da substância no solo varia entre 122 e 128 dias em estudos de laboratório. Em estudos de campo, pode variar de 3 a 7,3 meses, embora uma meia-vida de 24 dias tenha sido relatada em um experimento de campo de algodão. A depender do teor de umidade do solo, a meia-vida pode aumentar

de 68 dias a 60% da máxima capacidade de retenção de água do solo (MCRA) para 198 dias quando a umidade diminui para 15% MCRA [43].

É necessário testar o emprego do fipronil em outras concentrações que proporcionem o efeito repelente desejado. Todavia, é preciso cautela, pois a permanência dessas substâncias no ambiente pode ser prejudicial para outras espécies devido à sua toxicidade. O uso incorreto do fipronil foi apontado como um dos fatores responsáveis pela morte de quase meio bilhão de abelhas na região sul do Brasil entre o fim do ano de 2018 e início de 2019 [44].

Em junho de 2023 nas cidades de Sorriso, Sinop e Ipiranga do Norte/MT ocorreu a morte de mais de 100 milhões de AAs, por conta do uso irregular do agrotóxico Fipronil, pulverizado por aviões em uma fazenda produtora de algodão na região de Sorriso [45]. O impacto certamente foi maior, pois não foram contabilizadas as perdas em relação às abelhas nativas no ambiente silvestre também afetado.

Incremento do uso caixas-isca

Durante o período de estudo não houve a disponibilidade de caixas-isca de papelão para serem distribuídas, de acordo com o plano de trabalho, em

todas as unidades amostrais controladas. Apenas três caixas-isca foram utilizadas e somente uma caixa foi ocupada por vespas.

Em estudo realizado anteriormente na mesma área, Oliveira e colaboradores [39], utilizaram esse recurso para a captura de enxames transitórios e as caixas tiveram pouca ocupação por abelhas. Somente uma caixa-isca (5,88%; $n = 17$) foi ocupada por *A. mellifera*. A mesma encontrava-se próxima a uma árvore tratada com descargas de CO_2 , cuja cavidade foi também reocupada [39].

Uma maneira de otimizar a ocupação das caixas-isca é torná-las mais atraentes para as abelhas utilizando iscas de feromônio, aumentando a probabilidade de as caixas serem escolhidas, ao invés das cavidades nas árvores [27].

Diferenças entre tratamentos

Não houve diferença estatística significativa quando comparamos apenas os três tratamentos (aplicações de CO_2 , permetrina e fipronil), sugerindo que os resultados observados para os métodos utilizados no controle de AA podem ser resultado de variações casuais entre os grupos comparados.

Ao adicionar o grupo controle à comparação, os resultados encontrados mostraram que o uso de aplicações de substâncias (gás carbônico, permetrina e fipronil) apresenta eficácia diferente para o controle das colmeias de AA, quando comparados ao método utilizado no grupo controle.

Tratamento a ser empregado nas UCs

O tratamento T_1 apresenta vantagem, pois não deixa resíduos no ambiente e não afeta outras espécies de abelhas nativas nas proximidades [25]. Embora T_1 tenha demonstrado menor eficácia, a presença das espécies nativas reforça a necessidade da utilização do método não químico dentro das UCs, visando a conservação da diversidade de abelhas e polinizadores da região.

Teoricamente, a desvantagem das descargas de gás carbônico seria a incapacidade de manter as abelhas afastadas das cavidades a longo prazo, a ausência do efeito repelente. Na prática, a utilização do dióxido de carbono apresentou obstáculos para ser realizada, pois emprega o uso de um extintor de 18,7 kg manuseado em alturas que ultrapassam 10 m. O transporte do cilindro de CO_2 juntamente

com todos os equipamentos de ascensão vertical até uma unidade amostral distante, pelo leito arenoso dos riachos temporários, é um desafio de difícil superação. O tratamento com CO_2 foi considerado mais laborioso e custoso, visto a dificuldade para a sua realização e maior necessidade de reaplicações do tratamento.

Vale ressaltar que, para combater um incêndio, o gás carbônico atua principalmente por abafamento, reduzindo os níveis de oxigênio necessários para que possa ocorrer a combustão [46]. Ao utilizar o CO_2 em cavidades no interior de árvores, não se conhece a conformação interna dos seus troncos. O oco onde foi aplicada a descarga do gás pode, por exemplo, comunicar-se com outras cavidades que abrigam espécies de animais vertebrados, onde a elevação da concentração do dióxido de carbono poderia levá-los à morte por asfixia.

A permetrina é um inseticida não tóxico para aves, mas tóxico e repelente para AA [27]. Como observado neste estudo, o emprego da permetrina e do fipronil pode proporcionar um efeito repelente capaz de impedir a reocupação das cavidades por enxames de *A. mellifera* [7] e a aplicação dessas substâncias necessita apenas de um pulverizador manual, de uso simplificado no trabalho em altura. Porém, o uso indiscriminado do fipronil é o responsável pela morte ou desaparecimento de colônias de abelhas, indicando que essa substância deve ter o seu uso restrito ou proibido.

Em decorrência do uso incorreto em época de floração ou através de pulverização aérea, o fipronil atinge as populações de abelhas causando a morte dos insetos por hiperexcitação ou provocando o colapso das colônias por alterar o comportamento das abelhas, causando dificuldade de aprendizagem e desorientação, que afetam a navegação e o forrageamento [44]. A substância química permanece muito tempo no ambiente, é absorvida por todas as partes das plantas, penetra no solo e contamina as águas, prejudicando desde microrganismos a espécies de vertebrados, representando uma ameaça aos ecossistemas [47].

O uso do fipronil foi proibido em países como Vietnã, Uruguai e África do Sul após pesquisas comprovarem que a substância é altamente tóxica em mínimas quantidades e letal para as abelhas [48]. Desde 2004, o seu uso foi proibido na França e em vários países da Europa, por provocar a mortalidade de abelhas. Além disso, em 2017 o fipronil contaminou ovos na Holanda, Reino Unido e França, levando

ao sacrifício de milhões de galinhas no continente europeu [49].

Enquanto o mundo proíbe a comercialização de substâncias responsáveis pela mortalidade de abelhas, no Brasil elas continuam no mercado. Entretanto, os acidentes constantes têm provocado discussões e mudanças.

Santa Catarina foi o primeiro estado brasileiro a restringir o uso de fipronil. As pesquisas apontaram o fipronil, utilizado em plantações de soja, como o agente causador da morte de 50 milhões de abelhas em 2019 [50]. Em abril de 2023, foi sancionada lei no Estado de Goiás que proíbe a aplicação do agrotóxico fipronil próximo a propriedades que realizam atividade de apicultura [51].

Em diversos Estados brasileiros existem propostas em tramitação, para mudanças nas respectivas legislações estaduais que dispõem sobre a restrição do uso de fipronil (Paraná [Projeto de Lei 288/2022]; Rio Grande do Sul [Projeto de Lei 329/2021]; Minas Gerais [Projeto de Lei nº 623/2023]; e, Pernambuco [Projeto de Lei Ordinária 404/2023]), na tentativa de mitigar os casos de mortalidade de *A. mellifera*.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em dezembro de 2023, em razão de risco ambiental inaceitável às abelhas, suspendeu a aplicação de agrotóxicos à base de fipronil por meio de pulverização foliar visando a proteção aos insetos polinizadores até que a reavaliação do agrotóxico seja concluída pelo instituto [52].

Conclusões

As abelhas africanizadas estão presentes em grande quantidade ocupando principalmente as caribeiras, o que sugere que possam interferir no sucesso reprodutivo da ararinha-azul reintroduzida, sendo necessário um esforço intensivo de controle da espécie nas UCs da Ararinha Azul.

Foram verificados somente dois ninhos ativos de maracanãs após o tratamento com fipronil (T_3) e permetrina (T_2), porém não houve reprodução bem-sucedida.

Somente os tratamentos com permetrina (T_2) e fipronil (T_3) se mostraram eficazes para remover as abelhas na primeira aplicação. Entretanto, houve reocupação de abelhas africanizadas no período do estudo.

O tratamento com CO_2 deverá ser empregado em situações específicas como, por exemplo, quando existam ninhos de abelhas nativas sem ferrão em uma árvore ocupada por abelhas africanizadas.

Considerando a toxicidade em relação às abelhas e as consequências dos acidentes com a utilização incorreta do fipronil, o seu emprego para o controle de *A. mellifera* dentro das UCs deve ser reavaliado.

O trabalho deve continuar. O aumento do esforço amostral permitirá a obtenção de dados essenciais para o incremento dos resultados obtidos nesse estudo e a utilização de caixas-isca com feromônio sintético atrativo irá aumentar a taxa de ocupação das caixas, reduzindo o número de ninhos de aves colonizados por abelhas africanizadas invasoras.

Agradecimentos

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa. Às comunidades, proprietários rurais e às equipes do Núcleo de Gestão Integrada (NGI – Juazeiro/BA), do Centro de Conservação e Manejo de Fauna da Caatinga (CEMAFAUNA – UNIVASF) e da BlueSky Caatinga pelo suporte. À Association for the Conservation of Threatened Parrots (ACTP) pelo acesso à propriedade privada e ao suporte oferecido.

Referências

1. Sampaio AB, Schmidt IB. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. Biodiversidade Brasileira - BioBrasil [Internet]. 2013 [cited 2023 June 21]; (2): 32-49. Available from: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/351/362>.
2. Garibaldi LA, Pérez-Méndez N, Cordeiro GD, Hughes A, Orr M, Alves-dos-Santos I et al. Negative impacts of dominance on bee communities: does the influence of invasive honey bees differ from native bees? Ecology, 2021; 102(12): e03526.
3. Oliveira ML, Cunha JA. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? Acta Amazonica, 2005; 35(3): 389-394.

4. Moritz RF, Härtel S, Neumann P. Global invasions of the western honey-bee (*Apis mellifera*) and the consequences for biodiversity. *Ecoscience*, 2005; 12(3): 289-301.
5. Melo MA. Efeito de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) sobre a utilização de fontes de pólen por *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) na região de Viçosa/MG [tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2004. 59 f.
6. Santos AMM, Mendes EC. Abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) em áreas urbanas no Brasil: necessidade de monitoramento de risco de acidentes. *Revista Sustinere*, 2016; 4(1): 117-143.
7. Pacífico EC, Efstathion CA, Filadelfo T, Horsburgh R, Cunha RA, Paschotto FR et al. Experimental removal of invasive Africanized honey bees increased breeding population size of the endangered Lear's macaw. *Wiley Online Library*, 2020; 76(12): 4141-4149.
8. Oliveira PA, Sá MS, Melo HF, Melo AL, Cavalcante MC. Dinâmica de nidificação de *Apis mellifera* na Caatinga pernambucana: Chuvas e floradas apícolas influenciam no processo? *Revista Verde*, 2021; 16(1): 40-48.
9. Newton I. The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review. *Biological Conservation*, 1994; 70(3): 265-276.
10. Sánchez S, Cuervo JJ, Moreno E. Suitable cavities as a scarce resource for both cavity and non-cavity nesting birds in managed temperate forests. A case study in the Iberian Peninsula. *Ardeola*, 2007; 54(2): 261-274.
11. Cockle KL, Martin K, Drever MC. Supply of tree-holes limits nest density of cavity-nesting birds in primary and logged subtropical Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 2010, 143(11): 2851-2857.
12. Nascimento AFR, Silva ACRA, Araujo HFP, Lugarini C, Assis ECP. Sobreposição de nicho reprodutivo entre abelhas africanizadas e aves que se reproduzem em ocos no Refúgio de Vida Silvestre e Área de Proteção Ambiental da Ararinha Azul: implicações para o recrutamento de ninhos e conservação de psitacídeos. *Anais do XII Seminário de Pesquisa e XIII Encontro de Iniciação Científica do ICMBio*, 2021, Online. Brasília: ICMBio; 2021. P. 149.
13. Francisco LR. Resposta reprodutiva de psitacídeos neotropicais em cativeiro à retirada de ovos e filhotes [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012. 77 f.
14. Inigo-Elias EE. Ecology and breeding biology of the Scarlet Macaw (*Ara macao*) in the Usumacinta drainage basin of Mexico and Guatemala [tese]. Gainesville: University of Florida; 1996.
15. Vaughan C, Nemeth N, Marineros L. Ecology and management of natural and artificial Scarlet Macaw (*Ara macao*) nest cavities in Costa Rica. *Ornitologia Neotropical* 14; 2003. P. 381-396.
16. Johnstone RE, Kirkby T. Western Australian Museum [homepage na internet]. Black Cockatoo Research Project [acesso em 21 jun 2023]. Disponível em: <https://museum.wa.gov.au/sites/default/files/Black%20Cockatoo%20Research%20Project%20-%20Final%20Report%202019%20DOH.pdf>.
17. White Jr TH, Barros YM, Develey PF, Llerandi-Románd IC, Monsegur-Riverad OA, Trujillo-Pinto AM. Improving reintroduction planning and implementation through quantitative SWOT analysis. *Journal for Nature Conservation* 28; 2015. P. 149-159.
18. Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Portaria nº 148, de 07 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: Diário Oficial da União. 2022 jun 8 [citado em 2023 jun 21]. P. 74.
19. Juniper AT, Yamashita C. The habitat and status of Spix's Macaw *Cyanopsitta spixii*. *Bird Conservation International*, 1991; 1(1): 1-9.
20. Barros YM, Soye I, Miyaki CY, Watson R, Crosta RL, Lugarini C. Plano de Ação Nacional para a Conservação da ararinha-azul: *Cyanopsitta spixii*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio; 2012. 140 p.
21. Velloso AL, Sampaio EVSB, Pareyn FGC. Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga. Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga; 28-30 novembro 2001; Aldeia. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil; 2002. 76 f.
22. Freitas LCS. Diagnóstico geoambiental das Unidades de Conservação da Ararinha Azul (*Cyanopsitta spixii*), Curaçá/BA [graduação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2022.
23. Cavalcanti LCS, Rafael LM, Barbosa LCS, Braz AM, Ribeiro JR. Can landscape units map help the conservation of Spix's Macaw (*Cyanopsitta spixii*)? *RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise*, 2020; 8(2): 181-198.
24. Barnett JM, Silva CLG, Araujo HFP, Roos AL, Machado CG, Uejima AMK et al. The avifauna of Curaçá (Bahia): the last stronghold of Spix's Macaw. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 2014; 22(2): 121-137.

25. Soares EMG, Souza APDB. Captura de abelhas: procedimento operacional com potencial de salvar vidas e garantir a preservação do meio ambiente [conclusão de curso]. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal; 2020.
26. Amorim M, Andrade e Silva ACR, Lugarini C, Guerra É. Protocolo de controle e monitoramento de abelhas Africanizadas. Juazeiro: ICMBio; 2021.
28. Araujo HFP, Silva JMC. The avifauna of the Caatinga: biogeography, ecology, and conservation. In: Caatinga. Springer; 2017. P. 181-210.
27. Efstathion CA, Bardunias PM, Boyd JD, Kern Jr WH. A push-pull integrated pest management scheme for preventing use of parrot nest boxes by invasive Africanized honey bees. *Journal of Field Ornithology*, 2015; 86(1): 65-72.
29. Pacífico EC, Barbosa EA, Filadelfo T, Oliveira KG, Silveira LF, Tella JL. Breeding to non-breeding population ratio and breeding performance of the globally endangered Lear's macaw (*Anodorhynchus leari*): conservation and monitoring implications. *Bird Conservation International*, 2014; 24(4): 66-476.
30. Barros YM. Biologia comportamental de *Propyrrhura maracana* (Aves, Psittacidae): fundamentos para conservação *in situ* de *Cyanopsitta spixii* (Aves, Psittacidae) na Caatinga [tese]. Rio Claro: Universidade Estadual de São Paulo; 2001.
31. Instituto Nacional de Meteorologia [homepage na internet]. Normais Climatológicas do Brasil / Período 1991-2020 [acesso em 21 jun 2023]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>.
32. França FF, Lugarini C, Oliveira RN, Silva ACRA e. Impacto do controle das abelhas africanizadas sobre as populações de abelhas nativas no Refúgio de Vida Silvestre e na Área de Proteção Ambiental da Ararinha Azul. Anais do XIV Seminário de Pesquisa e XV Encontro de Iniciação Científica; 2023. Brasília: ICMBio; 2023. P. 101.
33. Cavalcanti LMP. Oscilação intra e interanual na reprodução de uma comunidade de aves na caatinga, um semiárido neotropical [tese]. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido; 2016. 45 p.
34. Zanella FC, Martins CF. Abelhas da Caatinga: Biogeografia, ecologia e conservação. Ecologia e conservação da Caatinga; 2003. P. 75-134.
35. Almeida GF de. Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2008. 120 p.
36. Moura JDR, Araujo HFP, Lugarini C. Variação temporal na disponibilidade de alimento para a maracanã (*Primolius maracana*) no Refúgio de Vida Silvestre e Área de Proteção Ambiental da Ararinha Azul. Anais do XIII Seminário de Pesquisa e XIV Encontro de Iniciação Científica; 2022; Online. Brasília: ICMBio; 2022. P. 186.
37. Moura GKA, Rufino MKG, Silva FKG, Prado CHBA, Trovão DMBM. Leaf deciduousness and flowering of woody Caatinga species. *Biotemas*, 2020; 33(4): 1-10.
38. Cunningham SA, Crane MJ, Evans MJ, Hingee KL, Lindenmayer DB. Density of invasive western honey bee (*Apis mellifera*) colonies in fragmented woodlands indicates potential for large impacts on native species. *Scientific Reports* 12: 3603; 2022.
39. Oliveira RN, Lugarini C, Silva ACRA e. Eficácia de tratamentos para controle de abelhas africanizadas em áreas de nidificação de psitacídeos no Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul. Anais do XIII Seminário de Pesquisa e XIV Encontro de Iniciação Científica; 2022; Online. Brasília: ICMBio; 2022. P. 114.
40. Francisco LR, Valduga MO, Moreira N. Resposta reprodutiva à retirada de ovos e filhotes de psitacídeos neotropicais em cativeiro. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 2014; 38(1): 25-31.
41. Lima TO, Saldanha A, Silva WF, Almeida EC. Manejo reprodutivo de aves psitacíformes em cativeiro. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal - CBRA; 15-17 maio 2019; Gramado. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 2019; 43(2): 269-275.
42. Júnior RPS, Rigitano RLO. Dissipação dos inseticidas bifentrina, permetrina e metamidofós em folhas de soja (*Glycine max* L.) em ambiente protegido. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 2008; 18: 123-132.
43. Bonmatin J-M, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreutzweiser DP, Krupke C et al. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environmental Science and Pollution Research International*, 2015; 22(1): 35-67.
44. Silva RCM, Torre PAD, Matos JC. O uso incorreto do inseticida fipronil e sua influência na morte das abelhas no sul do Brasil. *Revista Processando o Saber*, 2021; 13: 93-110.
45. Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso [homepage na internet]. Uso indevido de agrotóxico causou mortalidade de abelhas em Sorriso [acesso em 28 julho 2023]. Disponível em: <https://www.indea.mt.gov.br/-/uso-indevido-de-agrot%C3%B3xico-causou-mortalidade-de-abelhas-em-sorriso>.

46. Paraná (Brasil). Secretaria da Agricultura e do Abastecimento [homepage na internet]. Apostila Brigada de Incêndio, 2019 [acesso em 21 junho 2023]. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-07/apostila_brigada.pdf.
47. Gibbons D, Morrissey C, Mineau P. A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environmental Science and Pollution Research*, 2014; 22: 103-118.
48. Torres A. BBC News Brasil [homepage na internet]. O agrotóxico que matou 50 milhões de abelhas em Santa Catarina em um só mês, 2019 [acesso em 18 jul 2023]. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49657447>
49. Sanchez I. Instituto Humanitas Unisinos [homepage na internet]. Pivô da crise dos ovos na Europa, pesticida fipronil é utilizado em larga escala no Brasil, 2017 [acesso em 18 julho 2023]. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/categorias/186-noticias-2017/571317-pivo-da-crise-dos-ovos-na-europa-pesticida-fipronil-e-utilizado-em-larga-escala-no-brasil>.
50. Santa Catarina (Brasil). Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC. Resolução nº 1, de agosto de 2021. Dispõe sobre a proibição do uso na modalidade foliar, dos produtos agrotóxicos que contenham o princípio ativo Fipronil em sua formulação, no estado de Santa Catarina. Diário Oficial de Santa Catarina. 2021 ago 24 [citado em 2023 jun 21]. P. 50.
51. Goiás (Brasil). Lei nº 21.894, de 28 de abril de 2023. Dispõe sobre a proibição de aplicação foliar de produtos agrotóxicos que contenham em sua composição o princípio ativo fipronil nas áreas que especifica. Goiânia: Diário Oficial do Estado de Goiás, ano 186, nº 24.030; 2023. P. 6.
52. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [homepage na internet]. Ibama suspende cautelarmente aplicação de agrotóxicos à base de fipronil [acesso em 09 mar 2024]. Disponível em: [https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2024/ibama-suspende-cautelarmente-aplicacao-de-agrotoxicos-a-base-de-fipronil#:~:text=Bras%C3%ADlia%20\(02%2F01%2F2024](https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2024/ibama-suspende-cautelarmente-aplicacao-de-agrotoxicos-a-base-de-fipronil#:~:text=Bras%C3%ADlia%20(02%2F01%2F2024).

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edições Temáticas:

- Sustentabilidade da Araucária
- Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora n.2, 2025

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



ANEXO A: Tratamentos

O Controle de Abelhas Exóticas

Práticas atuais para o controle de abelhas exóticas invasoras abrangem a remoção manual das colônias, o tamponamento de cavidades após a estação reprodutiva das aves e a utilização de caixas isca para a captura dos enxames, além do uso repetido de um piretroide como a permetrina, em altas dosagens [1][2][3].

Inseticida do Grupo dos Piretroides

Dentre os piretroides, a permetrina é um inseticida de contato similar às piretrinas naturais, extraídas de espécies botânicas do gênero *Crysanthemum*. Essas substâncias são quimicamente modificadas com a adição de grupos funcionais e possuem ação menos tóxica do que a das piretrinas naturais que lhes dão origem [4].

A permetrina atua nos canais de sódio, deixando-os abertos por mais tempo, bloqueando o potencial de ação no sistema nervoso central dos insetos [5][6].

Doses subletais de permetrina reduzem o nível de atividade das abelhas, pois dificultam a sua capacidade de orientação. À medida que a substância química sofre degradação, as abelhas campeiras que foram expostas ao inseticida apresentam dificuldade em realizar as danças de recrutamento, causando o definhamento da colônia [7][8]. A permetrina age por ingestão, é considerada de baixa toxicidade para animais vertebrados e não persistente no ambiente [2][9].

Pacífico e colaboradores (2020) observaram o aumento no recrutamento de araras para 71,4% e sucesso na ocupação por araras-azuis-de-lear em 15,4% das cavidades tratadas, ao utilizarem a aplicação de permetrina associada ao fipronil, um inseticida hidrofóbico pertencente ao grupo fenilpirazol[3].

Fipronil

O fipronil é amplamente utilizado devido à facilidade e flexibilidade com que pode ser aplicado e à sua elevada toxicidade para os invertebrados. Sua

meia-vida indica que é moderadamente persistente, com duração de vários meses no ambiente [10] [11]. É empregado na clínica veterinária para o tratamento de ectoparasitas [12]. No Brasil, é utilizado no tratamento clínico de ácaros de penas em aves silvestres ou exóticas, sem apresentar efeitos colaterais [13].

Este composto possui modo de ação por contato ou ingestão, embora apresente maior toxicidade quando administrado por contato do que por ingestão [9]. Age no sistema nervoso central dos insetos como bloqueador não competitivo do receptor do ácido gama-aminobutírico e afeta os canais cloro dependentes de glutamato, causando hiperexcitação e paralisia, seguida de morte [14].

Mesmo em doses subletais o fipronil pode levar à alteração de enzimas-chave responsáveis pela regulação de processos fisiológicos e de comunicação, prejudicando habilidades cognitivas e locomotoras das abelhas, bem como aumenta a predisposição para contrair enfermidades [15][16].

A sua toxicidade não está restrita às AAs [16] [17] e pode estender-se às abelhas nativas [18] [19], pois a probabilidade dos resíduos de fipronil permanecerem no ambiente é alta [11]. Entretanto, atualmente no Brasil, o uso do fipronil foi ampliado e autorizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para pulverização foliar e tratamento de sementes e solo de culturas que são diariamente visitadas por diferentes tipos de abelhas [20]. O fipronil é altamente tóxico para peixes e invertebrados aquáticos e moderadamente tóxico para pequenos mamíferos quando ingerido [21].

Apesar da eficácia demonstrada no controle de AA [2][3], a utilização de compostos químicos pode levar à diminuição de polinizadores. Portanto, experimentou-se o manejo de AA com a utilização de um método não químico e menos invasivo, o dióxido de carbono, buscando obter a mesma eficácia observada com o uso de compostos químicos, sem causar danos aos polinizadores nativos.

Gás Carbônico

Em toda a região do Vale do São Francisco, dentre os mais diversos incidentes vivenciados diariamente pelo Corpo de Bombeiros do municí-

pio de Juazeiro/BA, distante das Unidades de Conservação da Ararinha Azul em aproximadamente 90 km, a captura de AA merece destaque. Em 2020, houve um total de 642 casos relacionados a esses insetos. O grupo “S.O.S. Abelhas” da prefeitura de Petrolina/PE, que trabalha em parceria com o corpo de bombeiros e é responsável pelo recolhimento de enxames no perímetro urbano da cidade, realizou o manejo de 1.799 colônias de *A. mellifera* no ano de 2020; 707 enxames em 2021; e 261 enxames até o mês de maio, em 2022 [22]. Condições ambientais desfavoráveis e a escassez de alimentos em seu habitat são fatores que podem desencadear a enxameação de colmeias, o que favorece a ocorrência de acidentes com a população humana ou com os animais [23].

O Corpo de Bombeiros utiliza extintores de 6kg com dióxido de carbono (CO_2) para realizar o controle dessas abelhas nos ambientes urbanos. Embora não seja tóxico, pode ocasionar asfixia, pois quando liberado provoca o deslocamento do ar respirável, substituindo o oxigênio. São armazenados em cilindros de aço e quando liberado da compressão, se vaporiza e sua rápida expansão abaixa violentamente a temperatura que pode chegar a -78°C , sendo que parte do gás se solidifica em pequenas partículas formando uma neve carbônica conhecida como “gelo seco” [24]. A exposição prolongada ao CO_2 e suas baixas temperaturas afetam o comportamento de forrageamento e a sobrevivência das abelhas [25].

Os cuidados com a captura de abelhas sempre requerem atenção devido ao risco de acontecerem ataques. O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal recomenda que, após o controle com o jato compacto de CO_2 , o local seja isolado por 24h, parte dos favos da colmeia seja colocado em árvore próxima para que as abelhas remanescentes lá se concentrem até o dia seguinte, quando deverão ser recolhidas. O restante dos favos deve ser descartado em área distante para que não atraiam mais abelhas [26].

Caixas Isca para a Captura de Enxames

A caixa isca é um método passivo no qual os enxames em voo de deslocamento são atraídos e se alojam dentro de caixas previamente preparadas para a captura das abelhas [27]. Essa técnica pode ser utilizada como uma maneira de mitigar a ocupação

por abelhas de cavidades em árvores, uma vez que as abelhas poderiam ocupar as caixas isca, deixando os ocos nas árvores livres para a nidificação das aves [2].

Uma vez estabelecidos dentro das caixas, os enxames podem ser manejados e migrados para outras áreas [28], distante das UCs.

Referências

1. García-Anleu R, Ponce-Santizo G, McNab RB. Wildlife Conservation Society - WCS. WCS Guatemala Program. Integrated interventions to conserve Scarlet Macaws as flagships for the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. 2009-2010 Report to BBC Wildlife Fund; 2011.
2. Efstathion CA, Bardunias PM, Boyd JD, Kern Jr WH. A push-pull integrated pest management scheme for preventing use of parrot nest boxes by invasive Africanized honey bees. *Journal of Field Ornithology*, 2015; 86(1): 65-72.
3. Pacífico EC, Efstathion CA, Filadelfo T, Horsburgh R, Cunha RA, Paschotto FR et al. Experimental removal of invasive Africanized honey bees increased breeding population size of the endangered Lear's macaw. *Wiley Online Library*, 2020; 76(12): 4141-4149.
4. Sassine A, Moura SC, Vega Bustillos JOW. Estudo comparativo entre as técnicas de ionização por impacto de elétrons e ionização química na análise do inseticida permetrina via GC/MS-IT. *Anais da Associação Brasileira de Química*, 2000; 49(4): 208-213.
5. Gusmão MR, Picanço M, Gonring AHR, Moura MF. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(4): 681-686.
6. Gusmão MR, Picanço M, Leite GLD, Moura MF. Seletividade de inseticidas a predadores de pulgões. *Horticultura Brasileira*, 2000; 18(2): 130-133.
7. Taylor KS, Waller GD, Crowder LA. Impairment of a classical conditioning response of the honey bee (*Apis mellifera* L.) by sublethal doses of synthetic pyrethroid insecticides. *Apidologie*, 1987; 18: 243-252.
8. Ingram EM, Augustin J, Ellis MD, Siegfried BD. Evaluating sub-lethal effects of orchard-applied pyrethroids using video-tracking software to quantify honey bee behaviors. *Chemosphere*, 2015; 135: 272-277.
9. Callou SMS. Revisão sobre toxicidade de inseticidas a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) [graduação]. Pombal: Universidade Federal de Campina Grande; 2021. 41 f.

10. Scharf ME, Siegfried BD, Meinke LJ, Chandler LD. Fipronil metabolism, oxidative sulfone formation and toxicity among organophosphate- and carbamate-resistant and susceptible western corn rootworm populations. *Pest Management Science* 56; 2000. P. 757-766.
11. Bonmatin J-M, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreutzweiser DP, Krupke C et al. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environmental Science and Pollution Research International*, 2015; 22(1): 35-67.
12. Akhtar S, Durrani UF, Mahmood AK, Akbar H, Hussain R, Matloob K et al. Comparative efficacy of ivermectin and fipronil spot on against *Knemidocoptes pilae* in budgerigars. *Indian Journal of Animal Research*. 2021 Feb 1; 55(1): 105-108.
13. Manetta BP, Costa ALM, Matos CRL. Uso de Fipronil no controle de ácaros plumícolas e piolhos malófagos em aves de companhia. *Nosso Clínico*, 2015; 18(105): 60-62.
14. Gunasekara AS, Truong T, Goh KS, Spurlock F, Tjeerdema RS. Environmental fate and toxicology of fipronil. *Journal of Pesticide Science*, 2007; 32: 189-199.
15. El Hassani AK, Dacher M, Gauthier M, Armengaud C. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 2005; 82: 30-39.
16. Roat TC, Carvalho SM, Nocelli RCF, Silva-Zacarin ECM, Palma MS, Malaspina O. Effects of sublethal dose of fipronil on neuron metabolic activity of Africanized honeybees. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2013; 64: 456-466.
17. Roat TC, Carvalho SM, Palma MS, Malaspina O. Biochemical response of the Africanized honeybee exposed to fipronil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2017; 36: 1652-1660.
18. Lourenço CT, Carvalho SM, Malaspina O, Nocelli RCF. Determination of fipronil LD50 for the Brazilian bee *Melipona scutellaris*. *Julius Kühn-Institut*, 2012; 437: 174-178.
19. Jacob CRO, Soares HM, Carvalho SM, Nocelli RCF, Malaspina O. Acute toxicity of fipronil to the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latreille. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2013; 90: 69-72.
20. Agência Nacional de Vigilância Sanitária [homepage na internet]. F43 – Fipronil [acesso em 29 mar 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/f/4351json-file-1/view>.
21. Coutinho CFB, Tanimoto ST, Galli A, Garbellini GS, Takayama M, Amaral RB et al. Pesticidas: mecanismos de ação, degradação e toxidez. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 2005; 15: 65-72.
22. Gama M. Os desafios e a importância do S.O.S. abelhas. Petrolina: Agência Municipal de Vigilância Sanitária (AMVS) – Prefeitura Municipal de Petrolina; 2022.
23. Almeida GF de. Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2008. 120 p.
24. Paraná (Brasil). Secretaria da Agricultura e do Abastecimento [homepage na internet]. Apostila Brigada de Incêndio, 2019 [acesso em 21 junho 2023]. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-07/apostila_brigada.pdf.
25. Ebadi R, Gari NE, Lorenzen K. Effects of carbon dioxide and low temperature narcosis on honey bees, *Apis mellifera*. *Environmental Entomology*, 1980; 9(1): 144-150.
26. Soares EMG, Souza APDB. Captura de abelhas: procedimento operacional com potencial de salvar vidas e garantir a preservação do meio ambiente [conclusão de curso]. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal; 2020.
27. Wolff LF. Como capturar enxames com caixas-isca [homepage na internet]. Informação Tecnológica [acesso em 26 jun 2023]. Brasília: Embrapa; 2009. 41 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128251/1/ABC-Como-capturar-enxames-com-caixa-isca-ed01-2009.pdf>.
28. Souza DC. Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília: Sebrae; 2007. 186 p.