

REC



4K USP



Projeto #CIDADÃOASE

Protocolo de monitoramento de atividade de voo em abelhas
sem ferrão utilizando Ciência Cidadã

Koffler e colaboradores

SÉRIE CIÊNCIA CIDADÃ

VOLUME 6

2021



REC



4K

USP



+

Projeto #CIDADÃOASF

Protocolo de monitoramento de atividade de voo em abelhas
sem ferrão utilizando Ciência Cidadã

Koffler e colaboradores

SÉRIE CIÊNCIA CIDADÃ

VOLUME 6

2021



SÉRIE CIÊNCIA CIDADÃ - Volume 6

Autores

Sheina Koffler
Natalia Pirani Ghilardi-Lopes
Tiago Mauricio Francoy
Bruno Albertini
Jailson Leocadio
Celso Barbiéri
Daniel Yudi Miyahara Nakamura
Bruno Schneider Caldeira
Lucas Silva
Yuuki Yamamoto
Antonio Saraiva

Organizadora da série

Profa. Dra. Natalia Pirani Ghilardi-Lopes

FICHA TÉCNICA

Ilustrações

Paula Marques Drago
Daniel Nakamura
Bruno Schneider Caldeira

Fotografias

Andre de Matos Alves

Diagramação

Raquel Prado |Tikinet

Projeto gráfico

Paula Marques Drago
Raquel Prado |Tikinet

Revisão

Andreza Silva |Tikinet

CATALOGAÇÃO NA FONTE SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

P964 Projeto #cidadãoasf : protocolo de monitoramento de atividade de voo em abelhas sem ferrão utilizando Ciência Cidadã / Sheina Koffler... [et al.]. — Santo André, SP : UFABC, 2021.

72 p. : il. — (Ciência Cidadã ; 6)

Este livro é resultado de projeto de pesquisa com a participação das seguintes instituições e agências de fomento: PRCEU-USP; UFABC; Projeto SURPASS2; Meliponicultura.org; FAPESP (processos 2018/14994-1, 2019/26760-8); CAPES e CNPq.

ISBN: 978-6-55-719028-9

1. Ciência Cidadã. 2. Abelhas. 3. Meliponicultura. 4. Conservação biológica. I. Koffler, Sheina. II. Ghilardi-Lopes, Natalia Pirani, org. III. Título. IV. Série.

CDD 22 ed. – 595.799

Realização:



Com apoio de:



Financiamento:



Agradecimentos	7
Prefácio: Ciência cidadã e abelhas	9
Método científico: Entenda como este manual foi organizado ...	13
Introdução e pergunta científica.....	19
Protocolo: seleção de amostras, tipos de monitoramento e medidas coletadas	29
 Registro de atividade de voo (filmagem do vídeo)	29
Escolha do ninho a ser monitorado e da espécie	29
Tipos de monitoramento.....	30
Descrição monitoramento e medidas coletadas	32
Validação de dados por pares (contagem).....	34
 Uso da plataforma de Ciência Cidadã	37
 Cadastro na plataforma e principais funcionalidades	37
Coleta e submissão de dados.....	39
Gravação de vídeo para monitoramento	40
Boas práticas para filmagem	42
Contagem da atividade de voo	46
Boas práticas para contagem	48
Como inserir um vídeo gravado previamente	50
Acesso aos dados submetidos	51
Minhas gravações	52
Minhas contagens	54
 Visualização de resultados	56
 Perguntas frequentes	59
Aplicação do protocolo.....	59
Abelhas	61
Filmagem	62
Envio Dos Vídeos	63
Contagem	63
 Referências e sugestões de leitura.....	67
 Você é o cientista cidadão!.....	71



Agradecimentos

O projeto #cidadãoasf - Monitoramento de atividade de voo em abelhas sem ferrão é um projeto em constante construção, fruto de uma parceria feita a muitas mãos através da ciência cidadã. Aqui, cientistas profissionais e cientistas cidadãos atuam em conjunto, gerando mais conhecimento sobre as importantes abelhas sem ferrão brasileiras, para que possamos cada vez mais entendê-las e preservá-las. Acreditamos que a ciência é de todos e para todos e, com este projeto, trazemos uma contribuição a fim de nos aproximarmos da natureza através do olhar da ciência.

Somos gratos aos parceiros que contribuíram para a criação, desenvolvimento e evolução deste projeto. Agradecemos inicialmente aos alunos do Curso de Extensão em Meliponicultura e Ciência Cidadã (turmas 1, 2 e 3), com quem este protocolo foi iniciado. As sugestões ao protocolo feitas durante cada edição do curso contribuíram significativamente para as melhorias do projeto, e agradecemos a todos pelo olhar atento e dedicação. Lembramos com carinho que o nome do projeto, #cidadãoasf, foi escolhido pela turma 2 do curso em 2021.

Agradecemos também aos cientistas cidadãos que se uniram ao projeto e vêm contribuindo com grande entusiasmo e comprometimento. Sua participação através dos dados coletados cuidadosamente, críticas construtivas e sugestões de melhoria são essenciais para o sucesso desta iniciativa. Esperamos que o aprendizado seja constante para vocês, durante e após este projeto. Assim como está sendo para nós.

Por fim, agradecemos aos grupos e instituições parceiras, assim como às agências de fomento que tornaram este projeto possível:

Pró-reitoria de Cultura e Extensão (PRCEU-USP) e Universidade de São Paulo (USP);

Universidade Federal do ABC (UFABC);

Projeto SURPASS2 (Salvaguardando o serviço de polinização em um mundo em mudança: teoria na prática);

Meliponicultura.org;

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processos 2018/14994-1, 2019/26760-8);

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



Prefácio: Ciência cidadã e abelhas

Atualmente, são reconhecidas cerca de 20 mil espécies de abelhas ao redor do planeta, dentre as quais encontram-se, aproximadamente, 550 espécies de abelhas sem ferrão (**Figura 1**). Estes números podem ser ainda maiores, uma vez que muitas espécies ainda não foram descritas pela ciência. As abelhas sem ferrão polinizam até cerca de 90% das árvores nativas nas regiões que habitam e um terço da alimentação humana depende, direta ou indiretamente, da polinização realizada por insetos, grupo ao qual as abelhas pertencem. As abelhas fornecem, portanto, o que chamamos de serviço ecossistêmico de polinização.

Serviços ecossistêmicos podem ser definidos como aqueles serviços prestados pelos bens naturais ao ser humano, gerando bem-estar e qualidade de vida. A polinização, por exemplo, é essencial para a qualidade da produção de diversas espécies de plantas de interesse comercial – açaí, quiabo, morango e melão, entre diversas outras – além da reprodução das plantas de matas nativas. As abelhas sem ferrão ocupam as regiões tropicais e subtropicais do planeta e, tal qual outros polinizadores, estão sofrendo uma série de ameaças, como a perda de seus habitats devido à fragmentação e alteração da paisagem, ocasionada pelas atividades antrópicas de desmatamento para conversão de áreas para cultivos agrícolas ou para pecuária, ou para ocupação por moradias. Nas áreas onde seus habitats ainda persistem, há influências negativas de agrotóxicos exportados das áreas cultivadas do entorno, bem como a ameaça das alterações climáticas, de doenças ou de espécies invasoras que podem competir com

as espécies nativas. Com as mudanças climáticas, algumas espécies podem apresentar alteração de suas distribuições geográficas ou mesmo sofrer extinção.

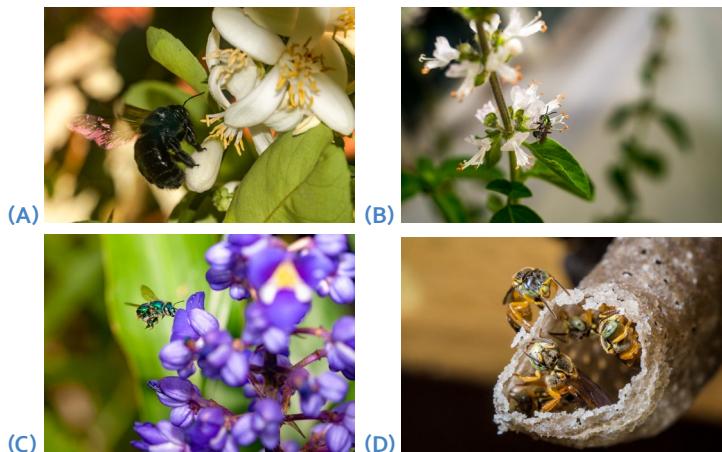


Figura 1. Há uma grande diversidade de abelhas no mundo, com variações no tamanho, cor, comportamento e grande importância na polinização das plantas com flores. Nesta prancha, temos exemplos de (A) mamangava de toco (*Xylocopa* sp.), (B) abelha da família Halictidae, (C) abelha das orquídeas (*Euglossa* sp.) e (D) abelha sem ferrão Jataí (*Tetragonisca angustula*).

Dentro desse contexto, a ciência cidadã pode auxiliar na geração de conhecimento científico sobre a composição, distribuição geográfica, abundância e comportamento de espécies de abelhas sem ferrão. A ciência cidadã pode ser definida como o processo de participação pública na geração de conhecimentos científicos (Figura 2). Os participantes deste processo, denominados cientistas cidadãos, podem contribuir com pesquisas científicas, por exemplo, coletando dados que: 1) podem ser úteis para o planejamento de estratégias de conservação; 2) podem auxiliar na detecção precoce de alterações nas populações de abelhas, auxiliando na prevenção da perda de biodiversidade e 3) contribuem para a geração de bancos de dados de monitoramento de longo prazo, os quais podem fornecer um panorama da situação das populações de abelhas no espaço e ao longo do tempo.

Ao mesmo tempo em que geram dados, os cientistas cidadãos podem ampliar seus conhecimentos a respeito da biologia e da ecologia das abelhas sem ferrão e sobre os processos envolvidos na geração de conhecimento científico, ampliar seu senso de corresponsabilidade pela conservação das espécies de abelhas e até mesmo agir em prol da conservação destas espécies. Os parâmetros que podem ser coletados pelos cientistas cidadãos em relação às abelhas incluem: registros de ocorrência de espécies de abelhas (presença ou ausência) em diferentes localidades; registros de abundância de indivíduos de abelhas em populações de espécies de diferentes localidades; registros de interações entre espécies de abelhas e espécies de plantas; registros de padrões de fenologia das plantas (por exemplo, floração e frutificação) e sua relação com a presença de indivíduos de abelhas; registros de atividade de voo; registros de padrões comportamentais; entre outros. Para que estes dados sejam coletados com qualidade, é importante que protocolos cientificamente validados sejam utilizados e que os cientistas cidadãos sejam capacitados para a aplicação desses protocolos.

Aqui, neste livro, você vai aprender a respeito de um protocolo de ciência cidadã voltado para o monitoramento de atividade de voo de abelhas sem ferrão, o qual visa verificar como as condições do clima e da paisagem podem influenciar nesta atividade. Com este protocolo, esperamos que você entre em contato com esses dois assuntos incríveis: as abelhas sem ferrão e a construção do conhecimento científico de forma simples e prática.



Figura 2. A ciência cidadã envolve a sociedade na produção de novos conhecimentos científicos.

Esperamos que goste!



Método científico: Entenda como este manual foi organizado

As seções deste guia seguem a lógica das etapas do método científico hipotético-dedutivo, que é um método utilizado pela ciência. A ciência pode ser definida como conhecimento sistematizado, ou seja, a organização, hierarquização e síntese dos conhecimentos através de modelos e princípios gerais. Segundo Chassot (2003), a ciência é uma linguagem construída pelos seres humanos para explicar o nosso mundo, ou seja, é a forma pela qual tentamos “traduzir” e compreender os fenômenos que observamos ao nosso redor. Para que isso ocorra, nós utilizamos algumas estratégias ou métodos, e um deles é o método hipotético-dedutivo, que será utilizado aqui neste protocolo.

Esse método é subdividido em etapas (**Figura 3**):



Figura 3. Etapas do método científico hipotético-dedutivo, descrito em detalhes no texto a seguir.

1) Observação de um fenômeno

No caso do presente protocolo, o fenômeno que está sendo investigado é a atividade de voo de abelhas sem ferrão, mais especificamente das espécies Jataí e Mandaçaia (**Figura 4**).

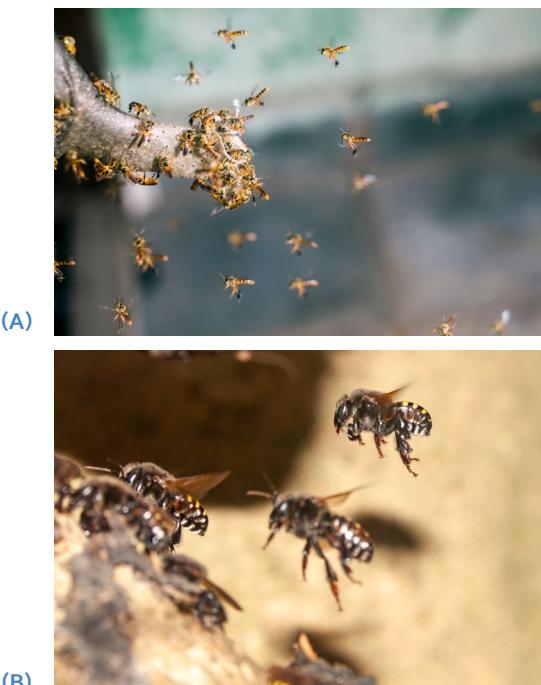


Figura 4. Atividade de voo das abelhas sem ferrão (A) Jataí (*Tetragonisca angustula*) e (B) Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*).

2) Elaboração de perguntas relacionadas àquele fenômeno observado

A observação da atividade de voo das abelhas gera diversos questionamentos que podem ser investigados, como:

- a) As condições climáticas podem afetar a atividade de voo das abelhas?
- b) Há alteração da atividade de voo das abelhas dependendo do horário do dia?
- c) A atividade de voo de espécies diferentes de abelhas é semelhante ou distinta?

3) Definição de hipóteses

A partir da definição das perguntas, é possível elaborarmos algumas hipóteses, que são suposições ou especulações passíveis de serem verificadas. Por exemplo:

- a) A atividade de voo é positivamente correlacionada com a temperatura do ambiente.
- b) A atividade de voo é positivamente correlacionada com a condição do céu (aberto, coberto parcialmente por nuvens, nublado).
- c) A paisagem do entorno dos ninhos (ex. se é ambiente rural ou urbano) tem relação com a intensidade da atividade das abelhas.
- d) As abelhas apresentam picos de atividade em horários de início de tarde.

Todas estas afirmativas podem ser testadas. Em geral, elaboramos as hipóteses a serem testadas sob a forma de afirmativas opostas, ou seja, se uma estiver correta a outra necessariamente estará errada (ou falsa). A ideia de testarmos as hipóteses é justamente encontrarmos qual das afirmativas é FALSA. Isso faz parte de um princípio da ciência que é chamado de falseamento de hipóteses, ou seja, só podemos ter certeza daquilo que é falso na ciência, pois a verdade é algo inalcançável para os cientistas, uma vez que não podemos ter todo o conhecimento do universo.

Veja algumas hipóteses no exemplo a seguir:

- a) A umidade não afeta a atividade de voo das abelhas;
- b) A umidade afeta a atividade de voo das abelhas.

No caso das duas afirmativas anteriores, a primeira é exatamente o oposto da segunda. Se uma for verdadeira, a outra será falsa. Veja outro exemplo:

- a) As abelhas do ninho 01 e as abelhas do ninho 02 apresentam atividade de voo iguais;
- b) As abelhas do ninho 01 e as abelhas do ninho 02 apresentam atividade de voo diferentes.

No caso destas últimas duas afirmativas, na primeira estamos supondo uma igualdade entre dois grupos de abelhas e, na segunda, uma diferença. Novamente, as duas frases são o oposto uma da outra.

Em ambos os exemplos, a afirmativa "a" representa o que chamamos Hipótese Nula, a qual indica ausência de efeito ou ausência de diferenças. Já, a afirmativa "b" de ambos os casos representa o que

chamamos Hipótese Alternativa, indicando presença de um efeito ou diferença entre grupos que estão sendo comparados.

4) Coleta de dados

O teste das hipóteses é realizado a partir da aplicação de um método de coleta e de análise de dados referentes a cada uma delas.

No caso do protocolo apresentado aqui neste livro, basicamente, você vai coletar dados relativos à atividade de voo de abelhas (entradas no ninho, saídas do ninho e entradas do ninho carregando pólen) em diferentes horários, especialmente das espécies Jataí e Mandaçaia, em ninhos naturais ou manejados. Além disso, vai coletar dados relativos às condições ambientais (temperatura, condições do céu) e características da paisagem (ambiente rural, urbano ou periurbano).

Depois que estes dados forem coletados por você e por vários outros cientistas cidadãos, será possível analisar estes dados em conjunto e verificar se existe correlação entre os parâmetros de atividade de voo das abelhas e os parâmetros ambientais coletados, bem como com o horário do dia. Para isso, são construídos gráficos e realizadas análises estatísticas.

5) Análise dos resultados obtidos e conclusões

Depois da análise dos gráficos produzidos e das análises estatísticas realizadas, é possível verificar se as hipóteses inicialmente levantadas foram corroboradas (confirmadas) ou se elas foram falseadas (rejeitadas). Geralmente, quando elaboramos hipóteses, esperamos que elas sejam corroboradas e, se isso não acontece, temos que voltar ao início das etapas do método novamente, ou seja, temos que observar novamente o fenômeno, elaborar novas hipóteses e testá-las. Esse processo contínuo de elaboração e teste de hipóteses permite que, ao longo do tempo, nosso conhecimento sobre um determinado fenômeno se amplie e, assim, podemos depois de muitos testes de hipóteses elaborar o que chamamos de Leis e de Teorias Científicas. Para que uma hipótese seja transformada em lei, é necessário que ela seja testada por muitas e muitas vezes e corroborada nestes vários testes. Já para a elaboração de uma Teoria Científica, é necessário que várias hipóteses diferentes sejam testadas e corroboradas, e o conjunto de conhecimentos gerados por estes vários testes e confirmações de hipóteses é que vai originar uma Teoria. Portanto, uma Teoria Científica pode ser considerada como um corpo de conhecimento

bastante confiável que descreve, da melhor forma possível e até aquele momento, um determinado fenômeno. Como o conhecimento científico é dinâmico e como o desenvolvimento de novas tecnologias pode nos ajudar a entender melhor determinados fenômenos de interesse, é possível que, com o tempo, Leis sejam substituídas e Teorias Científicas sejam reformuladas, mas é importante entendermos que alterações em Leis e Teorias ocorrem com uma frequência muito menor do que alterações em hipóteses.



Introdução e pergunta científica

A atividade de voo é o movimento de entrada e saída do ninho das abelhas sem ferrão, relacionada à busca de recursos ou limpeza do ninho. O trabalho externo é geralmente realizado pelas abelhas mais velhas, que já realizaram as demais atividades no interior do ninho, como: construção, limpeza, cuidado com as abelhas mais jovens, interação com a rainha e estocagem do alimento. O trabalho das forrageiras, ou seja, aquelas abelhas responsáveis pela coleta de recursos, é o mais perigoso, pois expõe as abelhas a predadores, parasitas ou mesmo intempéries climáticas (**Figura 5**). Assim, a divisão de trabalho por faixas etárias é uma interessante adaptação das abelhas sociais, pois um mesmo indivíduo realiza diversas tarefas ao longo da vida, maximizando sua contribuição ao ninho, até chegar na atividade externa que possui o maior risco.

Durante a atividade de voo, as abelhas deixam o ninho em busca de recursos alimentares (néctar e pólen das flores) ou demais recursos importantes para a manutenção do ninho (água, própolis e barro). Caso haja uma fonte de cera ou cerume (em um ninho abandonado ou fornecido artificialmente como reforço pelo criador), as abelhas também podem transportar cera para o ninho. Quando saem do ninho, as abelhas podem carregar pelotas de lixo contendo detritos, fezes e restos de abelhas mortas em suas mandíbulas, sendo uma importante tarefa para a manutenção da limpeza no interior do ninho (**Figura 6**).



Figura 5. Abelhas forrageiras coletam recursos alimentares em flores. (A) Mirim droryana (*Plebeia droryana*) coletando néctar e (B) Irapuá (*Trigona spinipes*) coletando pólen.

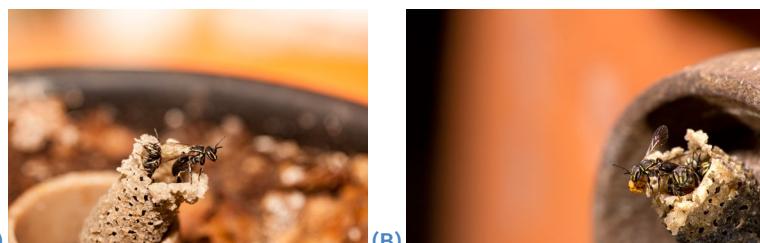


Figura 6. Observando a entrada do ninho das abelhas sem ferrão, podemos observar a atividade de voo das abelhas. Entrada do ninho da abelha sem ferrão Jataí-da-Terra (*Paratrigona subnuda*), que constrói ninhos em cavidades subterrâneas. (A) Abelha forrageira prestes a sair do ninho, (B) operária levando pelota de lixo para fora do ninho.

Na coleta de recursos, pólen, resinas, cera e barro são carregados nas corbículas das abelhas sem ferrão, uma extensão no último par de pernas (**Figuras 7 e 8**). Através da análise da cor, do brilho e da rugosidade do material carregado na corbícula, é possível determinar qual recurso que está sendo transportado. Já no caso da coleta de água e néctar, as abelhas carregam os recursos dentro de seu corpo, sendo mais difícil visualizar. Em alguns casos, as abelhas carregando água ou néctar apresentam o abdômen distendido ou “inchado”, devido ao volume carregado (**Figura 8**). Assim, abelhas retornando sem material nas corbículas podem estar carregando água, néctar ou mesmo nenhum recurso. Para diferenciar estes últimos casos, é necessário verificar se a abelha tem algum material sendo carregado no papo (pressionando a abelha gentilmente no tórax, fazendo com que

ela regurgite o líquido que carrega). Caso a abelha regurgite algum líquido, através da avaliação da concentração de açúcares é possível determinar qual é o recurso: se houver açúcares diluídos, a abelha estava carregando néctar; se não houver açúcares, a abelha estava carregando água.

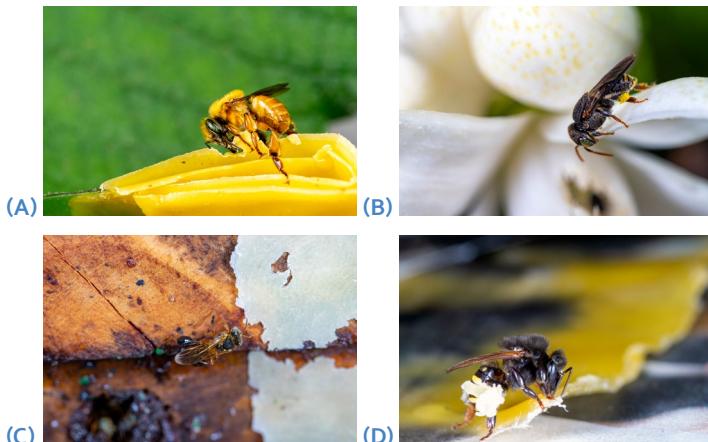


Figura 7. Abelhas sem ferrão carregam alguns tipos de recursos nas corbículas das pernas traseiras. É possível identificar o recurso carregado pela cor, textura e brilho do material. (A) Detalhe da corbícula vazia em uma Bugia (*Melipona mondury*), (B) Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*) carregando pólen, (C) Marmelada (*Frieseomelitta varia*) carregando resina vegetal ou própolis, (D) Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) carregando cera oferecida artificialmente pelo meliponicultor.

As abelhas utilizam o néctar para produzir mel, seu alimento energético, enquanto o pólen consiste em seu alimento proteico, essencial para o bom desenvolvimento das larvas e das abelhas jovens. A água é utilizada para a regulação térmica, ajudando algumas espécies a resfriar a temperatura do ninho em dias muito quentes através do resfriamento evaporativo (a água líquida é depositada no interior do ninho para evaporação, ajudando a reduzir a temperatura no interior do ninho). O própolis, formado por resinas coletadas de algumas plantas, é utilizado como material de construção e defesa. Misturado à cera produzida no próprio corpo das abelhas, forma o chamado cerume, material de construção das

estruturas do ninho, como favos de cria (conjunto de células em que são depositados os ovos e onde ocorre o desenvolvimento das abelhas de larva até adulto), potes de alimento (onde elas guardam reservas de mel e pólen) e invólucro (camadas que formam um envoltório no ninho) (Figura 9). Além disso, o própolis é utilizado para vedação e em depósitos mantidos no ninho, utilizado em casos de defesa. É também utilizado na defesa e proteção do ninho contra grandes invasores (formigas, lagartixas ou mesmo humanos) ou microorganismos causadores de doenças, já que possui atividade antimicrobiana e antifúngica. Algumas espécies ainda podem misturar própolis e barro, formando o geoprópolis ou batume, sendo importante na estrutura do ninho, regulação térmica e ventilação. O barro e o própolis também podem ser usados na construção da entrada do ninho.

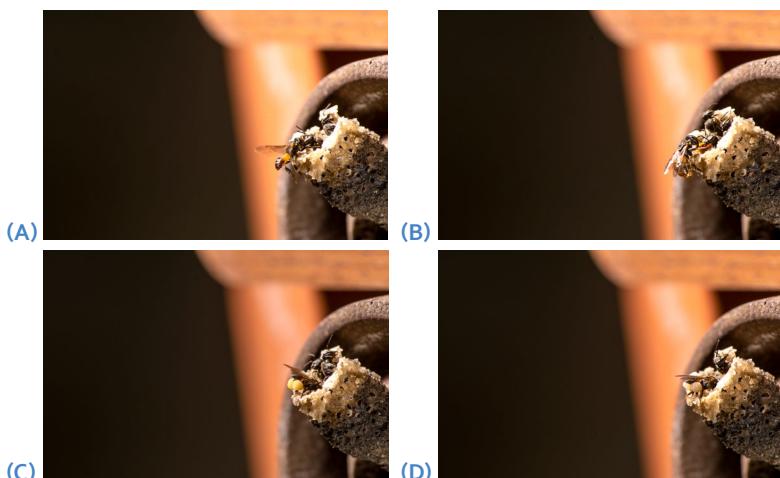


Figura 8. Detalhes de forrageiras entrando no ninho de abelha sem ferrão Jataí-da-Terra (*Paratrigona subnuda*). (A) Abelha chegando sem carga nas corbículas nas pernas traseiras e sem carregar néctar ou água (note o abdômen compacto). (B) Abelha chegando carregando néctar ou água (note o abdômen distendido). (C-D) Abelha chegando com carga de pólen nas corbículas (note as diferentes cores do pólen coletado).

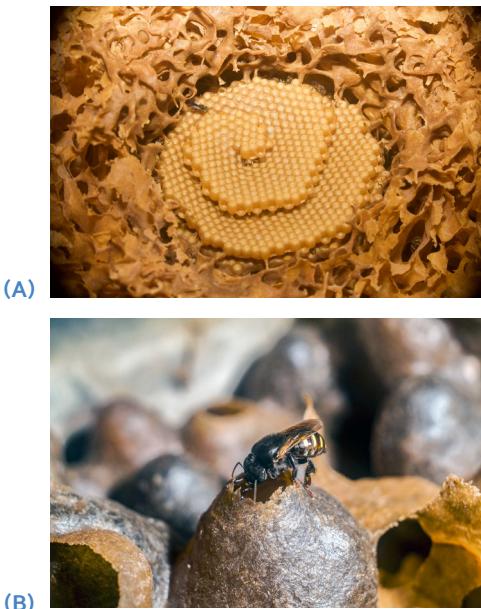


Figura 9. As abelhas sem ferrão coletam recursos no meio externo e os levam para o interior do ninho, onde são utilizados como alimento, material de construção ou resfriamento do ninho. (A) Área de cria com os favos de cria ao centro, envoltos pelo invólucro em Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*) e (B) Potes de alimento em um ninho de Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*).

Dessa forma, fica evidente a importância da atividade de voo na manutenção do ninho das abelhas sem ferrão. No entanto, algumas condições limitam a atividade das abelhas no meio externo. Por exemplo, sabemos que diferentes espécies apresentam atividade ótima em diferentes intervalos de condições ambientais. Além disso, condições do tempo, como temperatura, radiação solar, intensidade de chuvas e do vento, podem afetar quando as abelhas entram em atividade (Figura 10). A época do ano e a disponibilidade de recursos no ambiente, principalmente relacionada à sazonalidade de grandes floradas na vegetação do entorno, também afeta a atividade de voo das abelhas (Figura 11). Sabemos que em épocas de escassez de recursos florais, as abelhas podem diminuir a atividade de voo, e intensificá-las quando há floradas

massivas. Características da paisagem ambiental também podem afetar a atividade de voo, como a quantidade de estruturas construídas pelo ser humano (mais abundantes em ambientes urbanos) ou o tipo de vegetação (ex. formada por plantas cultivadas como ocorre em áreas de agricultura; ou por espécies de árvores, arbustos e ervas nativas, como nas florestas ou outros ambientes naturais). Por fim, as condições do ninho (quantidade de indivíduos que nele vivem e quantidade de recursos alimentares estocados) também irão afetar a quantidade de forrageiras alocadas para tarefas externas (**Figura 11**).



Figura 10. Abelhas forrageiras estão sujeitas a intempéries do tempo. Condições de temperatura, radiação solar, intensidade de chuvas e do vento podem afetar a atividade de voo das abelhas.

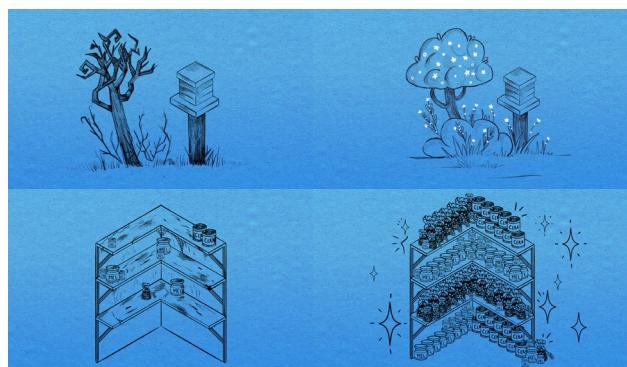


Figura 11. A atividade de voo é influenciada pela sazonalidade na oferta de recursos florais e por condições internas de estoque de alimento no ninho e tamanho da população.

Podemos ver que há vários fatores que podem influenciar a atividade de voo das abelhas sem ferrão. Trata-se de um tema complexo para estudo, pois os fatores descritos acima são bastante interligados. Além disso, cada espécie de abelha sem ferrão pode responder a cada fator de forma específica. Para simplificar esta complexidade, os estudos geralmente se concentram em poucos aspectos da atividade de voo e, com o tempo e o acúmulo de novos estudos, construímos o entendimento sobre este comportamento das abelhas. Com base no conhecimento já estabelecido sobre a atividade de voo das abelhas, neste projeto de ciência cidadã levantamos as seguintes perguntas e hipóteses:

- 1)** Pergunta: As condições do tempo (temperatura, vento, umidade....) afetam a atividade das abelhas?

Hipótese Nula	A atividade de voo não é afetada pelas condições do tempo.
Hipótese Alternativa	A atividade de voo é afetada pelas condições do tempo.

- 2)** Pergunta: Em qual horário do dia as abelhas ficam mais ativas?

Para responder a esta pergunta, vamos descrever, para diferentes espécies, qual o horário em que há picos de atividade de voo, ou seja, quando as entradas e saídas do ninho são mais intensas e comparar estes picos entre as diferentes espécies.

Hipótese Nula	O horário de pico de atividade das diferentes espécies é igual.
Hipótese Alternativa	O horário de pico de atividade das diferentes espécies é diferente.

- 3)** Pergunta: Quantas abelhas voltam ao ninho carregando pólen por tempo (minuto)?

Para responder essa pergunta, vamos calcular a quantidade de abelhas que entram no ninho carregando pólen por minuto, em diferentes momentos do dia.

Hipótese Nula	A quantidade de abelhas carregando pólen por minuto é igual para diferentes horários do dia.
Hipótese Alternativa	A quantidade de abelhas carregando pólen por minuto é diferente para diferentes horários do dia.

4) Como as características da paisagem influenciam a atividade das abelhas?

Hipótese Nula	A atividade de voo das abelhas em paisagens distintas é igual.
Hipótese Alternativa	A atividade de voo das abelhas em paisagens distintas é diferente.

5) Pergunta: Como se caracteriza a atividade de voo das espécies Jataí e Mandaçaia?

Hipótese Nula	A atividade de voo da Jataí e da Mandaçaia é igual.
Hipótese Alternativa	A atividade de voo da Jataí e da Mandaçaia é diferente.

Para investigar essas perguntas e testar nossas hipóteses, é necessário coletar dados a longo prazo, com grande extensão geográfica e cobrindo diferentes tipos de ambiente. Isso permitirá compreender com mais detalhes a atividade de voo das abelhas sem ferrão, ao mesmo tempo que pode gerar um sistema de monitoramento para abelhas nativas. As informações obtidas podem ser importantes fontes de dados para entender melhor o manejo das abelhas em ambientes modificados pelo homem e até como as abelhas podem ser afetadas pelas mudanças climáticas globais. Para que estes dados possam ser usados para responder a diferentes perguntas de pesquisa, é muito importante que eles sejam coletados de maneira padronizada, seguindo cuidadosamente um método contendo passos claramente descritos para que diferentes pessoas em diferentes localidades possam coletar dados que sejam comparáveis entre si. Esse passo-a-passo é chamado de protocolo de coleta de dados. Assim, descrevemos em seguida a metodologia

para aplicar o protocolo de coleta de dados desse projeto de ciência cidadã para monitoramento de atividade de voo das abelhas sem ferrão.



Protocolo: seleção de amostras, tipos de monitoramento e medidas coletadas

Registro de atividade de voo (filmagem do vídeo)

Escolha do ninho a ser monitorado e da espécie

Neste protocolo, iremos monitorar pelo menos um ninho de abelha sem ferrão por um ano. Você pode monitorar quantos ninhos quiser e puder! O monitoramento pode ser realizado tanto em **ninhos naturais** (em árvores ou construções humanas), como em **ninhos manejados** (em caixa racional ou iscas/abrigos provisórios).

Para isso, é necessário escolher um ninho em boas condições, que esteja forte e não vá precisar de manejo intenso ao longo do ano. Esse cuidado na escolha dos ninhos é importante, pois atividades de manejo como alimentação suplementar ou multiplicação do ninho podem alterar a atividade de voo das abelhas e, assim, influenciar os resultados da pesquisa. No entanto, caso seja necessário realizar algum manejo emergencial, não se preocupe! Apenas evite fazer isso próximo aos eventos de monitoramento.

Se tiver disponibilidade, monitore ninhos de **Jataí** (*Tetragonisca angustula*) e **Mandaçaia** (*Melipona quadrifasciata*), já que nossa pergunta científica tem como objetivo comparar a atividade de voo das duas espécies. Por fim, identifique o(s) ninho(s) a ser(em) monitorado(s) com alguma placa ou etiqueta de identificação, para que acompanhe o monitoramento de cada ninho corretamente ao longo do ano (veja como identificar o seu ninho na seção “Sobre o ninho” a seguir).

Tipos de monitoramento

Na sequência, escolha o tipo de monitoramento a ser realizado. Temos quatro tipos de monitoramento e você pode escolher de acordo com sua disponibilidade (**Figura 12**):



Figura 12. Tipos de monitoramento de atividade de voo para seguir o protocolo de ciência cidadã. *No caso dos monitoramentos verde e amarelo, procure monitorar em três horários ao longo do dia, para termos uma amostragem representativa do dia. Sugerimos os seguintes intervalos: (a) entre 7h e 9h, (b) entre 11h e 13h, (c) entre 15h e 17h.

Veja na **Figura 13** que a quantidade de registros feitos por ano é diferente em cada tipo de monitoramento. No monitoramento azul, serão realizados 12 monitoramentos por ano, para cada ninho. Já nos monitoramentos verde e vermelho, serão 36 monitoramentos ao ano por ninho, enquanto no monitoramento amarelo, serão 108 monitoramentos ao ano por ninho. Todas as modalidades de monitoramento são válidas, por resultarem em um acompanhamento a longo prazo dos ninhos. Escolha qual monitoramento mais se adequa a sua disponibilidade.

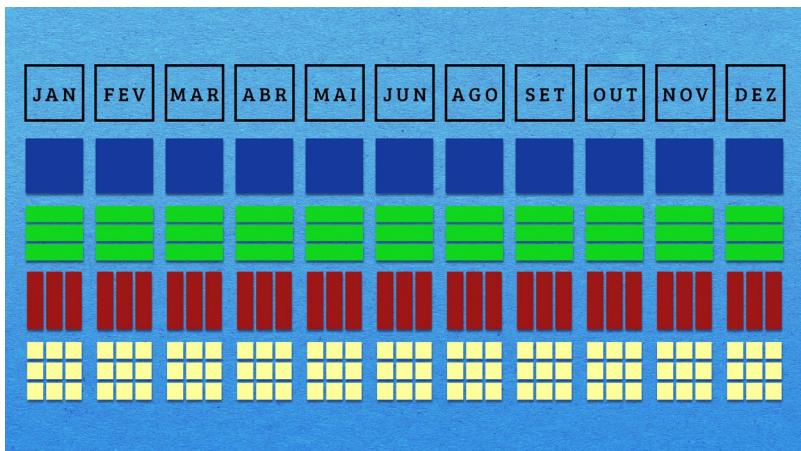


Figura 13. Distribuição anual da quantidade de monitoramentos ao longo de um ano para cada modalidade de monitoramento.

Para manter o controle dos monitoramentos, utilize as tabelas de controle a seguir. Você também pode baixar e imprimir as tabelas, de acordo com sua necessidade.

Tabelas De Controle Para Monitoramento De Ninhos



Monitoramento azul



Monitoramento verde



Monitoramento vermelho



Monitoramento amarelo

Descrição monitoramento e medidas coletadas

Para realizar o monitoramento, será necessário realizar uma filmagem da atividade de voo das abelhas. Você pode utilizar um celular com câmera ou uma câmera digital. O envio do vídeo pode ser feito no mesmo momento do monitoramento, sendo necessário haver conexão com a internet. Como os arquivos de vídeo são grandes, recomendamos utilizar uma rede wi-fi ao invés da internet móvel do celular para uma maior rapidez no envio.

Você também pode salvar o vídeo e enviar posteriormente pela plataforma do projeto. Para isso, salve o vídeo e nomeie o arquivo para saber qual ninho foi monitorado e quando. O envio pode ser feito pelo celular ou pelo computador. Lembre-se de anotar todas as informações do registro para depois preencher os dados do monitoramento na plataforma. Saiba mais detalhes na próxima sessão.

1) Sobre o ninho

Cada ninho monitorado deve receber um código único, para ser identificado da mesma forma ao longo das coletas. Para isso, você deve utilizar um código de três dígitos (números e/ou letras, por exemplo: Jo1). Lembre-se de utilizar uma etiqueta ou placa para identificar o ninho monitorado, assim você não irá se esquecer ou confundir caso esteja monitorando mais de um ninho.

Classifique o ninho de acordo com a espécie monitorada, tipo de ambiente e tipo de ninho. Há 22 opções de espécies na plataforma, com seus nomes populares e nomes científicos. Caso a espécie que esteja monitorando não esteja na lista, utilize a opção “outra”. Caso não saiba a espécie, sem problemas, apenas preencha “não sei”.

2) Localização

Cada ninho deve ser localizado por coordenadas de latitude e longitude, assim será possível saber exatamente onde foi feito o monitoramento. Para incluir a localização, aperte o botão GPS na plataforma. Note que é necessário ter acesso à internet para fazer esta operação. Caso faça o envio do registro posteriormente ao momento do monitoramento, é possível indicar manualmente o local do ninho no mapa disponibilizado na plataforma. É importante aproximar a visualização do mapa (zoom) para marcar a localização com precisão.

3) Data, horário e condições climáticas

Informe a data e horário em que realizou o monitoramento. O sistema já marca automaticamente a data e horário no momento do preenchimento, lembre-se apenas de conferir se estão corretos.

Em seguida, marque a temperatura no momento do monitoramento. Clicando em “Buscar Temperatura”, é possível acessar a temperatura do local no momento (é necessário haver conexão com a internet).

Marque também a condição do céu no momento do monitoramento. Há cinco opções para você escolher: céu aberto sem nuvens, parcialmente coberto por nuvens, coberto por nuvens de chuva/nublado, chuva fraca ou chuva forte.

Caso envie o registro posteriormente, preencha com cuidado os dados de data, hora, temperatura e condição do céu no momento do registro. Lembre-se de anotar esses dados para o preenchimento posterior.

4) Contagem da atividade de voo

Após a filmagem e envio do vídeo, você deve assistir à filmagem e fazer as contagens da atividade de voo das abelhas. Conte quantas abelhas **entraram**: você deve contar todas as abelhas que chegaram voando em direção ao ninho e entraram. Não conte as abelhas que já estavam paradas na entrada e caminharam para o interior do ninho, ou as abelhas-guarda pairando próximas à entrada (como no caso da Jataí). Nesta contagem, queremos contabilizar apenas as abelhas que retornam do ambiente externo para o ninho (e que provavelmente estão trazendo algum recurso).

Assista ao vídeo novamente e conte quantas abelhas saíram do ninho. Você deve contar as abelhas que deixam o ninho voando. Não conte as abelhas que saem caminhando do ninho e permanecem próximas à entrada.

Assista ao vídeo mais uma vez e conte quantas abelhas entram no ninho portando pólen nas corbículas. Observe com cuidado cada abelha que entra e se há algum indício de haver uma carga de pólen nas pernas traseiras. Caso não tenha certeza desta contagem, marque a caixa indicando que não foi possível fazer a contagem. Marque esta caixa apenas quando a contagem estiver realmente difícil. Essa informação vai nos ajudar a garantir um resultado de alta qualidade para as análises de dados.

Para fazer as contagens com precisão, assista ao vídeo quantas vezes precisar. Você também pode reduzir a velocidade de reprodução do vídeo para facilitar a visualização das abelhas. Para saber mais, veja a seção de boas práticas de contagem.

Validação de dados por pares (contagem)

A validação por pares ou replicação é o processo em que um mesmo vídeo é verificado por mais de uma pessoa para contagem da atividade de voo das abelhas. No caso, cientistas cidadãos participantes do projeto realizarão as contagens de atividade de voo nos vídeos de seus pares, ou seja, outros cientistas cidadãos. Dessa forma, para um único vídeo, pode ser gerado um conjunto distinto de contagens de entradas, saídas e abelhas carregando pólen e essas diferentes contagens podem ou não ser concordantes entre si. Essa abordagem de validação é empregada para a garantia da qualidade de dados do projeto, pois é esperado que, no conjunto, os participantes entrem em concordância.

No nosso protocolo, um cientista cidadão pode fazer o registro das atividades de voo das abelhas por meio da submissão de um vídeo, que deve ser seguida pela contagem da atividade de voo. Os demais usuários da plataforma têm a possibilidade de assistir esse mesmo vídeo e realizar as contagens solicitadas no protocolo. Geralmente, os vídeos que serão disponibilizados para contagem são aqueles que foram pouco visualizados por outros cientistas cidadãos, ou seja, o acesso aos vídeos já submetidos é realizado através de um ranking que os exibe em ordem crescente de contagens já realizadas. Essa visualização favorece o aumento da quantidade de contagens naqueles vídeos com nenhuma ou com pequena quantidade de contagens por pares.



Uso da plataforma de Ciência Cidadã

Cadastro na plataforma e principais funcionalidades

Acesse a plataforma aqui (<http://beekeep.pcs.usp.br/>):



Para acesso à plataforma, é possível utilizar contas externas como Facebook, Google e USP ou se cadastrar com e-mail e senha. Nos três primeiros casos, o sistema automaticamente utiliza as informações de login já existentes na plataforma selecionada (você precisa estar logado nela) e nenhum novo dado precisará ser informado. No caso de cadastro com e-mail e senha, será preciso preencher um formulário para fornecer esses dados (nome, e-mail e senha). O formulário de cadastro está disponível na opção “Crie uma conta!” na página inicial (**Figura 14**). Depois de *logado* na plataforma de ciência cidadã, você verá sua dashboard *dashboard*, a sua home page, com acesso a: dois protocolos no menu lateral da esquerda (um para submissão de vídeo e outro para contagem de abelhas), aos seus dados de vídeos e contagens na área central da página, e às configurações do seu perfil, no menu superior da direita (disponível ao clicar em seu nome e então, “Perfil”).

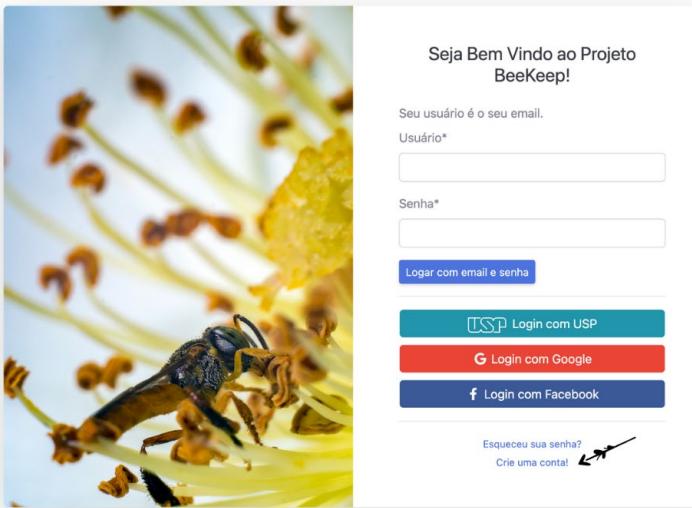


Figura 14. Página de entrada da plataforma para monitoramento de ninhos de abelhas sem ferrão. É possível se cadastrar na plataforma utilizando contas externas ou fazendo um cadastro (indicado pela seta). Depois de cadastrado, você pode fazer seu login e acessar as funções da plataforma.

O botão “Detalhes” na página inicial do *dashboard* dá acesso à lista dos seus vídeos e contagens realizadas, com a possibilidade de baixá-las como planilha ou arquivo PDF. Dessa forma, você pode ter o registro de quais dados você compartilhou na plataforma sem precisar acessá-la diretamente. Nas configurações de perfil – “opções de visibilidade” –, você tem a possibilidade de atualizar o apelido (um nome utilizado na lista de vídeos enviados e que é visível para todos), aceitar exibir seu e-mail para os demais usuários, além de atualizar os seus dados pessoais reais (**Figura 15**).

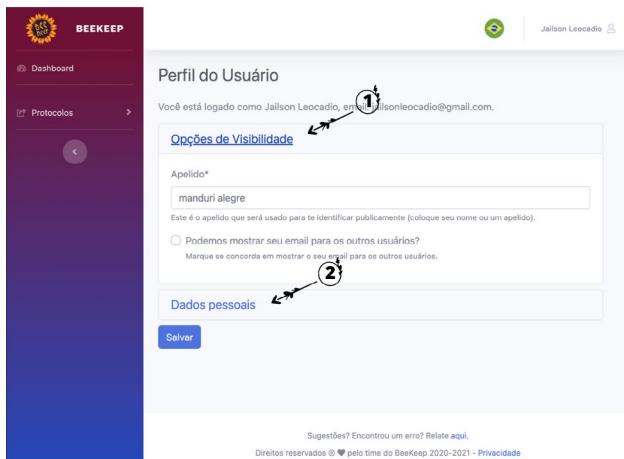


Figura 15. Tela para configurações de perfil de usuário. É possível alterar as opções de visibilidade (1) modificando seu apelido e escolhendo se seu e-mail ficará visível para outros usuários, e alterar seus dados pessoais (2).

Coleta e submissão de dados

Para coletar e submeter seus dados, você pode escolher entre submeter um novo vídeo de monitoramento ou realizar a contagem para um vídeo já submetido, clicando em “protocolos” na barra lateral esquerda da plataforma e escolhendo uma das opções (Figura 16).

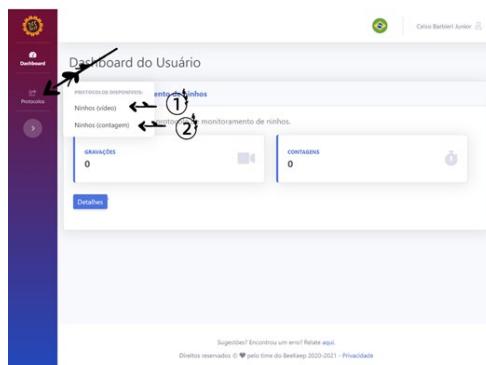


Figura 16. Para coletar e submeter dados na plataforma, clique em “Protocolos” e escolha se quer gravar e enviar um vídeo (1) ou fazer uma nova contagem em um vídeo da plataforma (2).

Gravação de vídeo para monitoramento

Caso você opte por submeter um vídeo na plataforma, você irá preencher um formulário com as informações do monitoramento descritas a seguir. Na Parte 1, estão suas informações pessoais e o número de vezes que você já executou o protocolo (**Figura 17**). Na parte 2, você irá informar as características do ninho que está monitorando. Há uma caixa de seleção com uma lista de espécies de abelhas sem ferão e você poderá: (a) selecionar uma entre as 22 espécies já inclusas, (b) declarar que não sabe a identificação da espécie na opção “Não sei” ou (c) escolher a opção “Outra”, caso a espécie que você está monitorando não esteja na lista. No passo seguinte, você deve apontar em que tipo de região está o ninho que você está monitorando. As opções são rural, urbano e periurbano (região com características intermediárias entre rural e urbano). Depois disso, você deve apontar se o ninho em questão é natural (se está instalado em uma árvore, muro, no chão ou em outro substrato que não permite manejo) ou manejado (em um abrigo, como ninho isca ou caixa racional). Por fim, insira na caixa de texto o código identificador do ninho, utilizando para isso um código de três dígitos (números e/ou letras, por exemplo: J01). Isso permitirá monitorar o mesmo ninho de forma contínua (**Figura 17**).

Agora estamos quase no final do processo de submissão do vídeo. Na Parte 3, você irá fornecer mais alguns dados do monitoramento (**Figura 18**). Quanto à localização do ninho monitorado, você deve inserir as coordenadas de GPS. Para isso, clique no botão “GPS” para obter as coordenadas automaticamente ou navegue pelo mapa para encontrar a localização (neste caso, certifique-se que as coordenadas estejam o mais precisas possível, utilizando o zoom do mapa). Na sequência, inclua a data e hora em que o protocolo foi executado. Na plataforma, essas informações são preenchidas automaticamente com a data e hora do momento do preenchimento. Certifique-se de que as informações estão corretas e modifique se necessário. Registre também a temperatura ambiente no momento de execução do protocolo. Para isso, clique no botão “buscar temperatura”, que obtém este dado automaticamente (é necessário haver conexão com a internet). Por fim, escolha a alternativa que melhor descreve a condição do céu no momento da coleta de dados. Caso vá realizar o envio dos dados e do vídeo posteriormente, não se esqueça de anotar essas informações para preencher corretamente no momento do envio (veja a sessão “como inserir um vídeo gravado previamente” abaixo).

Figura 17. No início do formulário para monitorar a atividade de voo de um ninho de abelha sem ferrão, encontram-se suas informações pessoais e o número de vezes que você já realizou o protocolo. Em seguida, você irá preencher um formulário com informações sobre o ninho monitorado (veja as informações detalhadas no texto).

Com todos os dados preenchidos, só falta fazer a gravação do vídeo (**Figura 18**). Para isso, você deve clicar no botão “Escolher arquivo”, que irá iniciar a câmera do celular. Grave um vídeo registrando a atividade de voo do ninho monitorado. O vídeo deve ter a extensão de 30 segundos, sendo gravado na posição horizontal e capturando toda a atividade das abelhas. Caso o vídeo seja mais longo, apenas os últimos 30 segundos serão enviados para a plataforma. Veja abaixo algumas dicas para gravar um vídeo de boa qualidade, o que irá facilitar a contagem da atividade de voo para você e para outros cientistas cidadãos que assistam ao vídeo. Após realizar a filmagem, clique em “Enviar” para submeter seu registro. Essa ação pode demorar um pouco devido ao tamanho do arquivo de vídeo, sendo melhor realizá-la com uma conexão wi-fi.

Figura 18. Informações necessárias para realizar o monitoramento de atividade de voo no ninho de abelha sem ferrão. Informe com cuidado a localização, data, hora, temperatura e condição do céu no momento da execução do protocolo. Por fim, grave seu vídeo registrando a atividade de voo das abelhas sem ferrão e envie para a plataforma.

Boas práticas para filmagem

1) Posição do cientista cidadão

Antes de iniciar o monitoramento, é importante garantir que sua posição em relação ao ninho permita a visibilidade da atividade de voo e evite a alteração do comportamento das abelhas durante a filmagem (**Figura 19**). Você deve evitar ficar na frente do ninho, pois isso pode atrapalhar a movimentação das abelhas e diminuir sua atividade de voo. Portanto, recomenda-se que quem estiver gravando o vídeo se posicione ao lado do ninho. Sugerimos também que aguarde alguns minutos antes da filmagem para as abelhas se acostumarem com a sua presença.

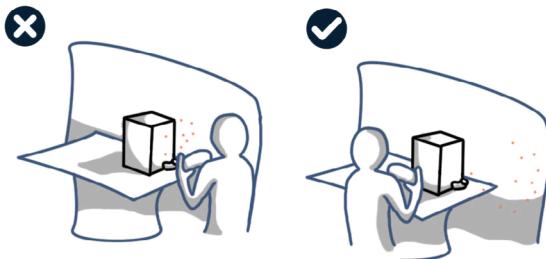


Figura 19. Posição recomendada para o cientista cidadão em relação à entrada do ninho durante a filmagem da atividade de voo das abelhas. À esquerda: frontal (não recomendado). À direita: lateral (recomendado).

2) Posição da câmera

O dispositivo de gravação (celular ou câmera digital) deve ser posicionado horizontalmente e não verticalmente (**Figura 20**). Com isso, é possível filmar uma maior área com as abelhas em atividade. A maioria dos reprodutores de vídeo gera faixas pretas no lado esquerdo e direito da tela quando o formato do vídeo está em modo retrato (filmagem na vertical). O cientista cidadão deve maximizar a qualidade do vídeo sem gerar faixas pretas nas laterais, fazendo a filmagem na posição horizontal. Caso contrário, você e outros cientistas cidadãos podem sentir dificuldade em contabilizar a atividade de voo, pois a imagem ficará muito pequena.

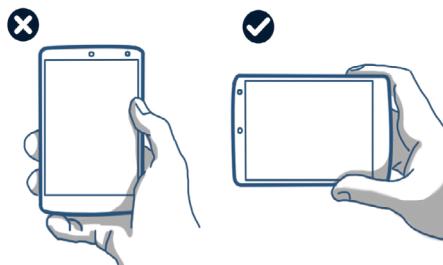


Figura 20: Posição da câmera nas mãos do cientista cidadão. À esquerda: vertical (não recomendado). À direita: horizontal (recomendado).

3) Enquadramento da filmagem

O cientista cidadão deve ter o cuidado ao enquadrar a imagem, pois abelhas sem ferrão são ainda mais rápidas próximas do ninho. Se não houver espaço suficiente para visualizarmos com antecedência

as abelhas chegando à entrada do ninho, você e outros cientistas cidadãos podem sentir dificuldade em monitorar a atividade de voo e fazer as contagens. Portanto, o ninho deve ser enquadrado de modo a ocupar $\frac{1}{3}$ da imagem e não mais do que esta proporção (**Figura 21**).

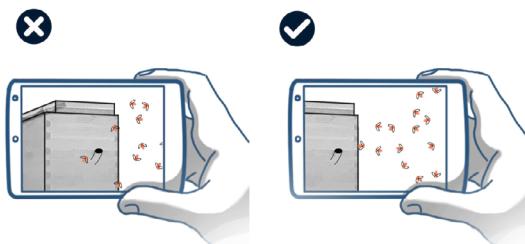


Figura 21. Enquadramento durante a filmagem. À esquerda: Ninho ocupando $\frac{2}{3}$ da imagem (não recomendado). À direita: Ninho ocupando $\frac{1}{3}$ da imagem (recomendado).

4) Fundo e contraste

Um fundo neutro de cor clara e sem muito movimento (**Figura 22**) pode facilitar tanto o ajuste do foco na entrada do ninho para o cientista cidadão que está filmando quanto uma melhor visualização e contagem das abelhas. O fundo complexo e com movimentos na paisagem gera distrações e mascaramento do voo de abelhas presentes na imagem do vídeo, causando interferência na contagem. Para isso, verifique o fundo da sua filmagem e, se necessário, utilize um anteparo para criar um fundo neutro e claro. Você pode utilizar um papel, um quadro ou uma placa de madeira, apenas durante os monitoramentos.

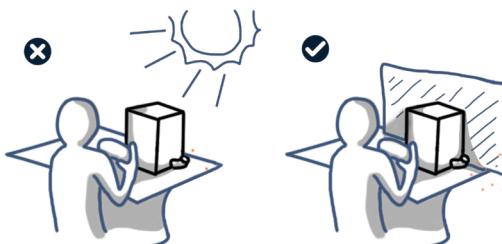


Figura 22. Fundo e contraste. À esquerda: Sem fundo de cor única e contra a luz do sol (não recomendado). À direita: Fundo de cor clara e com a luz do sol atrás do cientista cidadão (recomendado).

5) Foco e distância da filmagem

O cientista cidadão deve ajustar o foco da imagem na entrada do ninho, ou seja, essa área é a que ficará nítida na gravação, dando destaque para as ações que ocorrem nela (**Figura 23**). Os celulares normalmente focam a uma distância de aproximadamente 30 cm do alvo, sendo essa uma boa distância para realizar a filmagem, ajustando a imagem para não gerar dificuldades na contagem de abelhas. Uma filmagem com bom foco garante uma contagem confiável e permite que as abelhas portando pólen sejam identificadas com mais facilidade.

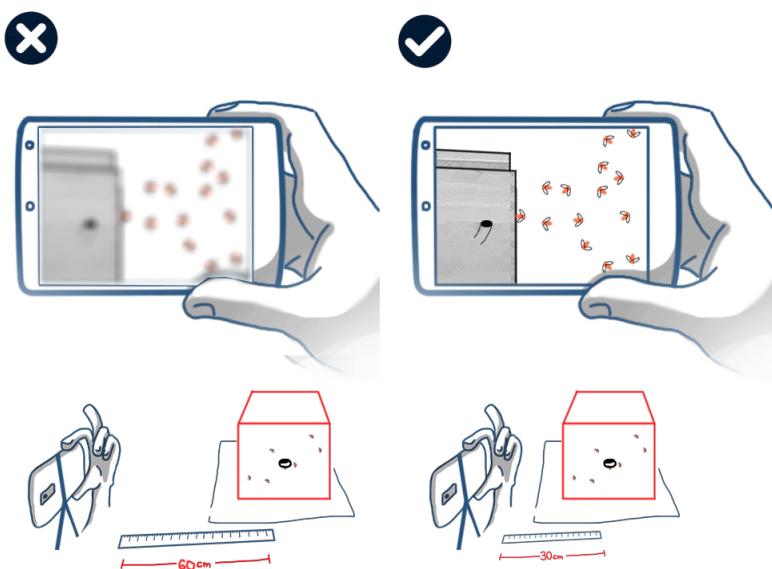


Figura 23. Foco da filmagem. À esquerda: imagem desfocada e posicionada a mais de 30 cm do ninho (não recomendado). À direita: imagem focada e posicionada a aproximadamente 30 cm do ninho (recomendado).

6) Fixar celular para estabilidade da filmagem

Para alcançar maior estabilidade na imagem, melhorando a qualidade do vídeo, é recomendado a utilização de apoios durante a filmagem, seja utilizando um suporte próximo ao ninho ou o próprio corpo como ponto de apoio para evitar a movimentação do braço que está

filmando (**Figura 24**). Fazer a gravação sem apoio, pode resultar em um vídeo tremido, dificultando a visualização das abelhas e prejudicando a contagem da atividade de voo.

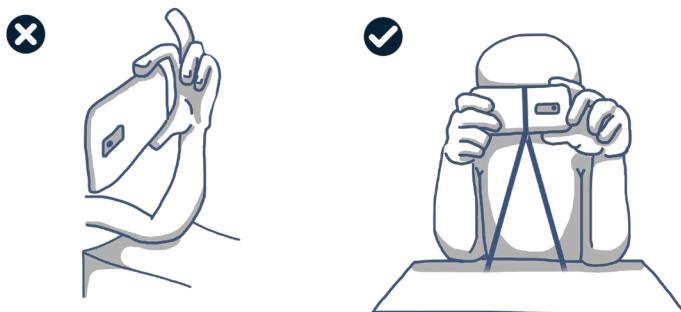


Figura 24. Pontos de apoio para a realização da filmagem. À esquerda: utilização dos próprios braços como suporte (não recomendado). À direita: utilização de um suporte como apoio dos braços para assegurar estabilidade (recomendado).

Contagem da atividade de voo

A contagem da atividade de voo pode ser feita em seu próprio vídeo ou em algum outro vídeo da plataforma, submetido por outro cientista cidadão. No caso de fazer a contagem em seu próprio vídeo, após a gravação e envio, você será direcionado para a página de contagem. Você também pode fazer a contagem posteriormente, mas não se esqueça de fazer essa etapa para completar o protocolo! Caso você opte por realizar a contagem de um vídeo já submetido na plataforma, clique em "Protocolos" - "ninho (contagem)". Basta escolher um dos vídeos da lista, que estarão classificados de acordo com o número de contagens já realizadas (do menor para o maior número de contagens). Além disso, é possível visualizar se você já contou um vídeo da lista, na coluna "Contei?". Para escolher o vídeo que deseja realizar a contagem, basta clicar no botão "Contar!" do lado direito da tela, e será direcionado para a tela de contagem (**Figura 25**).

Nos dois casos descritos acima, o procedimento de contagem é o mesmo. Você deve assistir ao vídeo do monitoramento e contar todas as abelhas que entraram, saíram e entraram portando pólen

nas corbículas (**Figura 26**). Inicialmente, conte todas as abelhas que entraram. Lembre-se de não contar as abelhas que já estavam paradas na entrada e caminharam para o interior do ninho, ou as abelhas-guarda pairando próximas à entrada (como no caso da Jataí). Assista ao vídeo novamente e conte quantas abelhas saíram do ninho. Você deve contar as abelhas que deixam o ninho voando, não conte as abelhas que saem caminhando do ninho e permanecem próximas à entrada. Assista ao vídeo mais uma vez e conte quantas abelhas entram no ninho portando pólen nas corbículas. Observe com cuidado cada abelha que entra e se há algum indício de haver uma carga de pólen nas pernas traseiras. Caso você não consiga fazer a contagem de abelhas portando pólen por algum motivo, assinale essa informação no formulário. Veja abaixo algumas dicas para fazer uma contagem de boa qualidade.

Gravações					
10 resultados por página	Procurar	Contagens	Contei?		
31 de Agosto de 2021 às 14:55	mombuca feliz	Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i>)	0	<input type="checkbox"/>	Contar!
8 de Agosto de 2021 às 11:15	papaterra bonita	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata</i>)	0	<input type="checkbox"/>	Contar!
13 de Setembro de 2021 às 11:46	Meliponário Aquapomar	Jataí (<i>Tetragonisca angustula</i>)	0	<input type="checkbox"/>	Contar!
8 de Agosto de 2021 às 11:15	papaterra bonita	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata</i>)	0	<input type="checkbox"/>	Contar!
9 de Setembro de 2021 às 12:55	Rodrigo	Mandaçaia (<i>Melipona quadrifasciata</i>)	0	<input type="checkbox"/>	Contar!

Figura 25. No protocolo para contagem de atividade de voo em abelhas sem ferrão, você pode escolher para qual vídeo irá realizar a contagem. A lista indica os dados do monitoramento (data, horário, cientista cidadão e espécie), número de contagens já realizadas e se você já fez alguma contagem para aquele vídeo. Para selecionar, clique em “Contar!”.

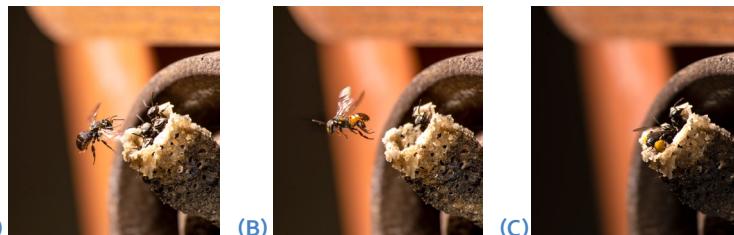


Figura 26. Contagem da atividade de voo de abelhas sem ferrão. Para fazer esse protocolo, é necessário contar (A) quantas abelhas entram no ninho, (B) quantas abelhas saem do ninho e (C) quantas abelhas entram no ninho portando pólen nas corbículas.

Boas práticas para contagem

Para facilitar a contagem das abelhas em atividade de voo, podemos aproveitar algumas dicas e funcionalidades da plataforma. A primeira dica é realizar as contagens utilizando a opção “tela cheia”, o que ajuda bastante na visualização das abelhas (**Figura 27**). Se você puder realizar a contagem em uma tela maior do que a do celular, como a de um computador ou tablet, isso também pode contribuir para visualizar melhor os detalhes do vídeo.

Além de usar a opção de tela cheia, você pode diminuir a velocidade do vídeo para acompanhar o movimento das abelhas com mais atenção. A opção 1x representa a velocidade normal do vídeo. Assim, a opção 0.5x reproduz o vídeo com metade da velocidade normal, a opção 0.2x com 20% da velocidade normal e a opção 0.1x com 10% da velocidade normal (**Figura 27**). Também é importante não realizar contagens de muitos vídeos em sequência, para evitar o cansaço. Quando estamos cansados a nossa atenção tende a cair e as contagens ficam menos precisas. É mais importante contar menos vídeos com bastante atenção e cuidado, do que muitos vídeos estando cansado.

Mesmo com todos esses cuidados para realizar a contagem, ainda pode ser difícil contar as abelhas que entram portando pólen. Preste atenção nas pernas traseiras das abelhas que retornam ao ninho, se elas estiverem com bolotas grudadas, e essas bolotas forem opacas (sem brilho), é muito provável que seja pólen. Se as bolotas forem brilhantes, é mais provável que se trate de resinas, que não devem ser contabilizadas. Caso ainda assim não seja possível contar as abelhas entrando com pólen, você pode selecionar a opção indicando isto. Recomenda-se que tente fazer

todas as contagens e marque a opção indicando que não foi possível realizar a contagem de abelhas portando pólen apenas quando for realmente necessário. Após concluir a contagem, basta clicar no botão “enviar” e você terá finalizado o protocolo com sucesso (**Figura 28**).



Figura 27. Boas práticas para contagem da atividade de voo. É recomendado utilizar a opção de “tela cheia” para ampliar a visualização do vídeo e, se necessário, reduzir a velocidade de reprodução do vídeo.

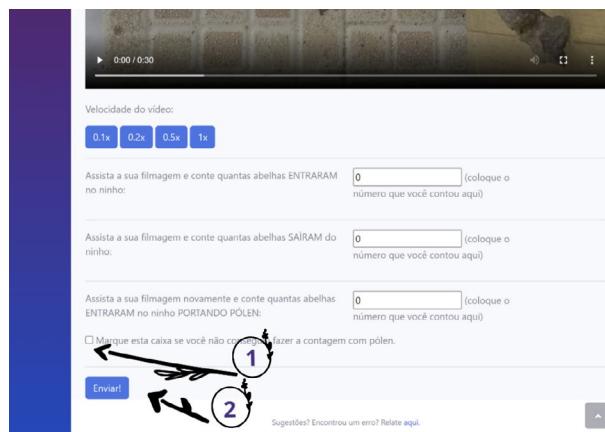


Figura 28. Caso não tenha sido possível contar as abelhas portando pólen, assinale essa opção no formulário (1). Após realizar as contagens de atividade de voo das abelhas, envie suas contagens (2).

Como inserir um vídeo gravado previamente

Ao realizar o protocolo, você pode optar por enviar um vídeo gravado previamente. Essa função pode ser utilizada em alguns casos, como quando não há conexão de internet, a conexão está muito lenta para envio do vídeo, ou quando o vídeo for gravado com uma câmera digital e depois passado para o computador. Como o envio será feito em outro momento após a gravação, lembre-se de anotar todos os dados da observação (data, horário, local, espécie, ninho, condições do céu e temperatura) para inserir essas informações de forma correta e precisa na plataforma. Confira abaixo o passo-a-passo para realizar o envio dos vídeos.

a) quando o vídeo foi gravado no celular

O vídeo ficará gravado na galeria do celular. Fique atento ao nome do arquivo e data, para não se confundir na hora de selecionar o arquivo para envio. Isso é especialmente importante caso faça vários vídeos em um mesmo dia (é sempre bom anotar todas as suas atividades em um caderno de campo, para ajudar a lembrar posteriormente). Quando for realizar o envio pela plataforma utilizando o celular, clique na opção de enviar um vídeo pré-gravado logo no início do formulário (**Figura 29**). Caso esteja fazendo o envio pelo computador, não é necessário informar essa opção, já que é apenas possível enviar vídeos já gravados. Em seguida, preencha as informações do registro e, ao final, clique em “escolher arquivo”. Selecione o arquivo desejado e faça o envio do registro.

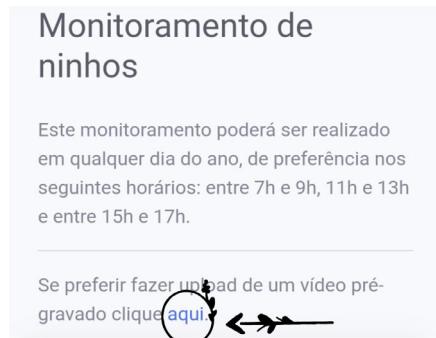


Figura 29. Para enviar um vídeo de monitoramento gravado previamente pelo celular, clique nesta opção no início do formulário do protocolo.

a) quando o vídeo foi gravado em uma câmera digital

Salve o arquivo do vídeo em um computador, de preferência com um nome que te ajude a lembrar qual ninho foi monitorado e quando. Na página de envio de registros da plataforma, preencha as informações do registro e, ao final, clique em “escolher arquivo”. Selecione o arquivo desejado e faça o envio do registro.

Acesso aos dados submetidos

Um dos princípios da ciência cidadã é que o cientista cidadão tenha acesso aos dados que coletou no projeto. Na plataforma, é possível acessar seus dados pelo “Dashboard do usuário”, no menu lateral (**Figura 30**). Para acessar seus dados, clique em “detalhes” e você verá duas tabelas: uma para seus registros de **gravação** e outra para seus registros de **contagem**.

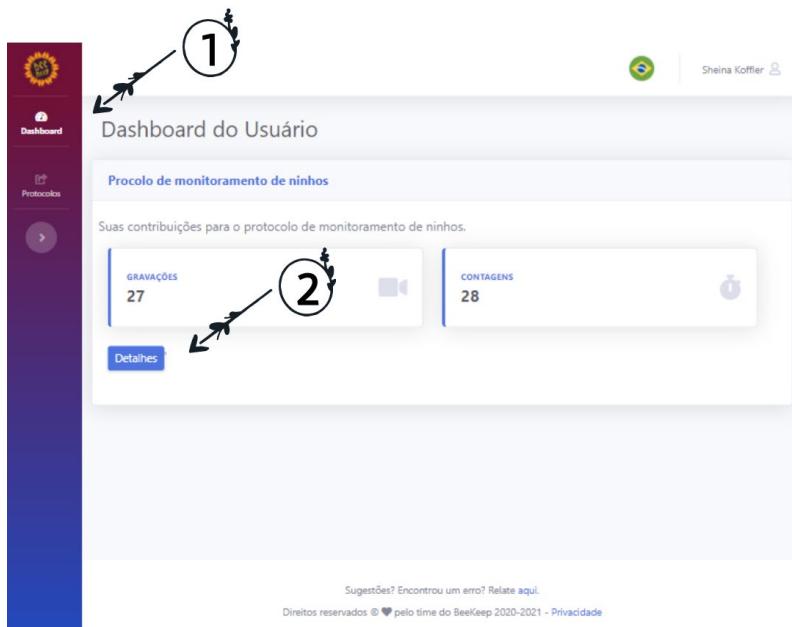


Figura 30. No “Dashboard do Usuário” (1) você pode ter acesso aos seus dados submetidos na plataforma. Para acessar as tabelas com suas contribuições, clique em “detalhes” (2).

Minhas gravações

Nesta tabela, você encontra a lista de todos seus vídeos enviados (**Figura 31**). É possível mostrar de 10 a 100 registros por página (você pode definir através das opções disponíveis). A data mostrada é a data que o vídeo foi gravado originalmente, como declarada pelo usuário. A coluna “ID” é a identificação do ninho como foi fornecida pelo usuário e a coluna “Contagens” mostra o total de contagens para o vídeo, de todos os usuários. A coluna “Contei?” mostra se você contou o seu próprio vídeo e, caso não tenha contado, pode clicar no botão “Contar!”. Assim, você não deixa de realizar a contagem em nenhum de seus vídeos.

Você também pode filtrar seus dados para uma melhor visualização (para isso, utilize as setas ↑↓ na primeira linha da tabela). Por exemplo, é possível deixar os resultados em ordem crescente ou decrescente de data. Ou filtrar de acordo com a identificação do ninho, mostrando todos os vídeos feitos para o mesmo ninho. Use também a ferramenta de “pesquisar” para buscar os dados por data ou por ninho.

É possível baixar esses dados para usar como preferir. Você pode utilizar essa planilha para organizar seus monitoramentos ou mesmo analisar os dados obtidos para seus ninhos. Clique nos botões para baixar uma planilha no formato: CSV (texto) ou Excel (essa planilha irá mostrar apenas os resultados sendo visualizados na página). A planilha para baixar contém os dados mostrados aqui e contém ainda as informações da espécie de abelha, temperatura e condições do céu, tipo de ninho e localização, e as coordenadas de latitude e longitude. Para baixar todos os seus dados em uma planilha, clique no arquivo abaixo da tabela.

Monitoramento de Ninhos

Aqui estão todas as suas contribuições para o protocolo de monitoramento de ninhos.

Minhas Gravações

10 resultados por página

Pesquisar

Mostrando de 1 até 10 de 27 registros

Data	ID	Contagens	Contei?	Contar!
2021-08-07 12:48	M01	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-05-16 13:47	J01	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-07-31 14:16	J01	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-05-30 12:58	J01	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-07-31 14:13	M01	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-04-24 11:18	M01	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-06-05 12:32	M01	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-06-05 12:37	J01	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-04-17 12:00	J02	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!
2021-06-26 12:03	M01	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Contar!

CSV Excel

Anterior 1 2 3 Próximo

A data mostrada é a data que o vídeo foi gravado originalmente, como declarada pelo usuário. A coluna "ID" é a identificação do ninho como fornecida pelo usuário e a coluna "Contagens" mostra o total de contagens para o vídeo, de todos os usuários. A coluna "Contei?" mostra se você contou o seu próprio vídeo e, caso não tenha contado, pode clicar no botão "Contar!". Clique nos botões para baixar uma planilha no formato: CSV (texto) ou Excel. A planilha que você download contém os dados mostrados aqui e contém ainda as informações da espécie de abelha, temperatura, condições do céu, tipo de ninho e localização, e as coordenadas de latitude e longitude. Clique no arquivo abaixo para baixar todos os seus dados de contagem (sem filtros).

3

Figura 31. Visualização dos dados de vídeos enviados na plataforma. É possível filtrar os dados para visualização (1), baixar os dados visualizados na tabela em diferentes formatos, e baixar todos os seus dados de vídeos enviados até o momento (3).

Minhas contagens

Nesta tabela, você encontra a lista de todas as contagens realizadas (**Figura 32**). É possível mostrar de 10 a 100 registros por página (você pode definir através das opções disponíveis). A data mostrada é a data que o vídeo foi gravado originalmente, como declarada pelo usuário. A coluna “Minha?” indica se a gravação é de um ninho seu. O “ID” é a identificação do ninho como fornecida pelo usuário. As contagens que você forneceu são: CE (entrando), CS (saindo) e CP (entrando com pólen). Clique nos botões para baixar uma planilha contendo os dados mostrados no formato: CSV (texto) ou Excel. A planilha para baixar contém os dados mostrados aqui e contém ainda as informações da espécie de abelha, temperatura e condições do céu, tipo de ninho e localização, e as coordenadas de latitude e longitude. Clique no arquivo abaixo para baixar todos os seus dados de contagem (sem filtros). Assim como na tabela de gravações, aqui é possível filtrar os dados utilizando as setas ↑↓ na primeira linha da tabela ou a ferramenta de “pesquisar”.

É possível baixar esses dados para usar como preferir. Clique nos botões para baixar uma planilha no formato: CSV (texto) ou Excel (essa planilha irá mostrar apenas os resultados sendo visualizados na página). A planilha para baixar contém os dados mostrados aqui e contém ainda as informações da espécie de abelha, temperatura e condições do céu, tipo de ninho e localização, e as coordenadas de latitude e longitude. Para baixar todos os seus dados em uma planilha, clique no arquivo abaixo da tabela.

Minhas Contagens

10 resultados por página

Pesquisar

Mostrando de 1 até 10 de 28 registros

Data	Minha?	ID	CE	CS	CP
2021-08-07 12:53	<input checked="" type="checkbox"/>	J01	0	0	0
2021-08-07 12:48	<input checked="" type="checkbox"/>	M01	1	0	1
2021-08-21 12:46	<input type="checkbox"/>	Gx2	3	22	0
2021-07-31 14:16	<input checked="" type="checkbox"/>	J01	0	0	0
2021-07-31 14:13	<input checked="" type="checkbox"/>	M01	1	0	0
2021-07-10 13:21	<input checked="" type="checkbox"/>	J01	4	12	0
2021-07-10 13:01	<input checked="" type="checkbox"/>	M01	0	0	0
2021-06-26 12:08	<input checked="" type="checkbox"/>	J01	3	9	1
2021-06-26 12:03	<input checked="" type="checkbox"/>	M01	1	0	0
2021-05-08 13:16	<input checked="" type="checkbox"/>	J01	1	5	0
Data	Minha?	ID	CE	CS	CP

CSV Excel PDF

Anterior 1 2 3 Próximo

A data mostrada é a data que o vídeo foi gravado originalmente, como declarada pelo usuário. A coluna "Minha?" indica se a contagem é de um ninho seu. O "ID" é a identificação do ninho como fornecida pelo usuário. As contagens que você pode classificar: CE (entrando), CS (aindom) e CP (com pôlen). Clique nos botões para baixar uma planilha contendo os dados registrados no formato: CSV (texto), Excel ou PDF. A planilha para baixar é como à mostrada aqui. Clique no link abaixo para baixar todos os seus dados de contagem (sem filtros).

[Baixar todos](#)

Figura 32. Visualização dos dados de contagens enviados para a plataforma. É possível filtrar os dados para visualização (1), baixar os dados visualizados na tabela em diferentes formatos e baixar todos os seus dados de vídeos enviados até o momento (3).

Visualização de resultados

Para acessar a plataforma de visualização de dados, acesse:



Os dados coletados no protocolo podem ser visualizados de forma interativa através da plataforma desenvolvida no R Shiny (<http://beekeep.pcs.usp.br:3838>). Na parte superior da plataforma, é possível verificar o volume total de dados coletados e de abelhas contadas, o número de cientistas cidadãos que já participaram, entre outros números informativos (**Figura 33**). É possível filtrar os dados exibidos por espécie, condição do céu, data da observação, temperatura, tipo da área onde o ninho está localizado e o tipo de ninho. Ao filtrar essas informações, as informações mostradas na plataforma também serão modificadas de acordo, sendo possível interagir e definir quais informações queremos analisar. Na plataforma, há quatro gráficos disponíveis para visualização: atividade por horário, atividade por temperatura, atividade por condição do céu e abelhas portando pólen por entrada. Ao analisar esses gráficos, podemos verificar possíveis tendências e padrões nos dados. Abaixo, também há um mapa com a posição de todos os registros enviados para a plataforma (as coordenadas não são mostradas de forma precisa, sem comprometer a privacidade e segurança dos cientistas cidadãos participantes).

O objetivo da plataforma é fornecer acesso visual aos dados pelos cientistas cidadãos e um meio de estudar relações entre as variáveis para responder às perguntas de pesquisa definidas. Os dados dessa plataforma são atualizados assincronamente pela equipe do projeto. Isso significa que a submissão de um novo vídeo ou de uma nova contagem, não refletirá automaticamente nas visualizações dos gráficos.

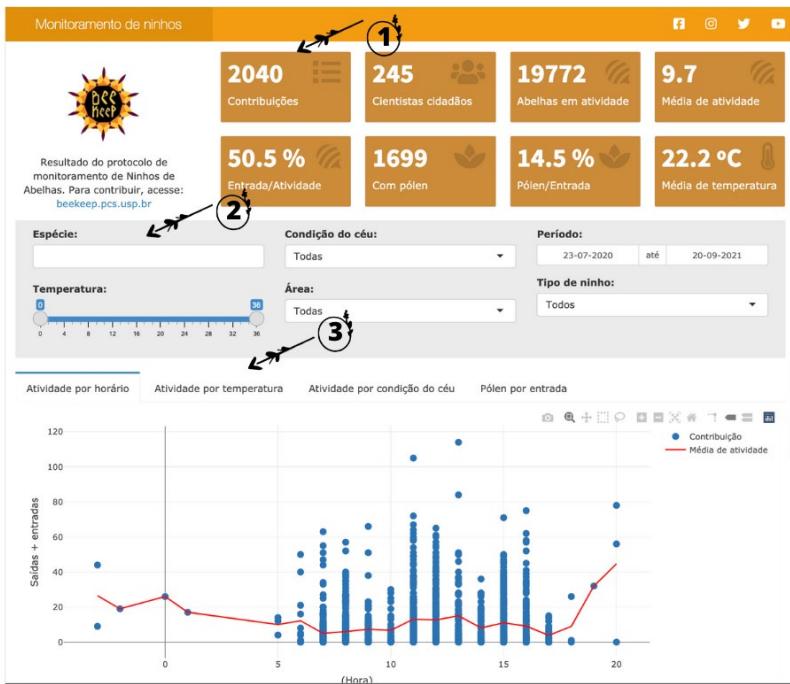


Figura 33. Visualização interativa dos dados coletados na plataforma. É possível visualizar um sumário dos dados submetidos (1), utilizar filtros para modificar os dados visualizados (2) e ver os dados organizados em diferentes tipos de gráficos (3).



Perguntas frequentes

Acesse a página de perguntas frequentes aqui (https://beekeep.pcs.usp.br/site/perguntas_frequentes.html):



Aplicação do protocolo

1) quantas vezes posso aplicar o protocolo?

É importante que o protocolo seja aplicado várias vezes e por várias pessoas diferentes para que possamos criar uma base de dados ampla. Sendo assim, aplique o protocolo quantas vezes quiser! Quanto mais dados, melhor.

2) Como os dados deste protocolo serão utilizados?

Como esse protocolo faz parte de uma iniciativa de ciência cidadã, os dados produzidos pelos cientistas cidadãos serão utilizados para responder às perguntas científicas. No caso do protocolo de monitoramento, as perguntas são:

- As condições ambientais (temperatura, condições do céu, entre outras) afetam a atividade de voo das abelhas?
- Em qual horário do dia as abelhas ficam mais ativas?

- Quantas abelhas voltam ao ninho carregando pólen por tempo?
- Como as características do ambiente influenciam a atividade das abelhas ao longo de um ano?

3) Os dados coletados por mim serão divulgados?

Como um princípio da ciência cidadã, os dados gerados devem ser disponibilizados para o público geral. Além disso, os dados poderão ser utilizados para pesquisa científica e divulgados em artigos, relatórios, redes sociais, mídias de massa etc. Você pode escolher registrar seus dados de forma anônima ou não (para isso, acesse a página de “perfil” da plataforma).

4) Posso aplicar o protocolo em qualquer horário do dia?

Sim, mas PREFERENCIALMENTE aplique o protocolo nesses três intervalos de horário:

7:00 às 9:00;
11:00 às 13:00;
15:00 às 17:00.

5) Vou participar do monitoramento durante um ano. Quantas vezes por mês devo aplicar o protocolo?

Há quatro tipos de monitoramento e você pode escolher de acordo com sua disponibilidade de tempo:

- Monitoramento azul (1x/mês): um dia de monitoramento por mês, em um horário definido.
- Monitoramento verde (3x/mês): um dia de monitoramento por mês, em três horários.
- Monitoramento vermelho (3x/mês): três dias de monitoramento por mês, em um horário definido.
- Monitoramento amarelo (9x/mês): três dias de monitoramento por mês, em três horários em cada dia.

6) Não tenho experiência com abelhas e não realizei o curso, posso aplicar o protocolo?

Recomendamos fortemente que antes de aplicar o protocolo você assista às aulas que contém os procedimentos para a coleta de dados e procedimentos para garantir a qualidade desta coleta. As aulas estão disponíveis no Youtube (canal Meliponicultura.org).

Abelhas

1) Quais espécies podem ser monitoradas?

Qualquer espécie de abelha sem ferrão pode ser monitorada utilizando o protocolo. Para este projeto de ciência cidadã, o foco será as abelhas sem ferrão Jataí (*Tetragonisca angustula*) e Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), pois pretendemos comparar essas duas espécies. Assim, se puder, priorize a Jataí e a Mandaçaia ao realizar os monitoramentos!

2) Não encontrei a espécie que monitorei nas opções do protocolo. É possível incluí-la?

No item “espécie”, marque a opção “outra”. Se quiser sugerir uma espécie nova para a lista de espécies do protocolo, escreva para beekeep.science@gmail.com.

3) Se minhas abelhas não estiverem ativas, devo executar o protocolo?

SIM. A ausência de atividade é um resultado importante a ser registrado pelo protocolo, pois as perguntas de pesquisa referem-se justamente à relação entre a atividade de voo, horário do dia e condições ambientais e, por isso, é importante saber quando elas estão ativas e quando elas não estão.

4) Posso monitorar um ninho que possui mais de uma entrada?

Sim, mas é importante que todas as entradas estejam enquadradas e focadas no vídeo que você irá gravar. Como isso é um pouco difícil de acontecer, dê preferência para ninhos com apenas uma entrada.

5) Posso monitorar ninhos em isca?

Sim. Para isso, identifique o ninho como “manejado” durante a coleta de dados.

Caso a captura seja recente, recomendamos que você espere o ninho se estabilizar antes de realizar o monitoramento. Ninhos recém-formados possuem uma conexão com o ninho mãe e sua atividade de voo pode ser diferente dos ninhos já estabilizados. Um sinal de estabilização é a entrada de abelhas com pólen nas corbículas, indicando que esse ninho já coleta recursos de forma independente.

- 6)** Posso monitorar ninhos enxameando ou que receberam alimentação artificial recentemente?

Para responder às perguntas científicas do projeto (sobre o horário da atividade das abelhas e influência das condições ambientais) precisamos que as abelhas estejam se comportando naturalmente. Condições específicas, como a enxameagem ou mudanças por causa da alimentação, podem levar a vieses nos dados. Então recomendamos realizar o protocolo nas condições mais naturais possíveis.

Filmagem

- 1)** como devo posicionar a minha câmera para fazer as filmagens?

A câmera deve ser posicionada na HORIZONTAL e deve ser mantida estática durante todo o tempo da gravação. Procure apoiá-la em uma superfície para que a imagem não saia tremida. Ainda, posicione a câmera de lado em relação à entrada do ninho (não coloque a câmera de frente ou acima da entrada). Procure não se mover durante a gravação para não alterar o comportamento das abelhas que estão sendo filmadas.

- 2)** Como fazer para manter o foco na entrada do ninho durante a filmagem?

Antes de começar a filmagem, posicione a câmera e garanta que a entrada do ninho está em foco. Na maioria dos celulares, o foco é realizado pressionando na tela a parte da imagem que deseja focar. Note que cada celular tem uma distância mínima de foco, dependendo do conjunto de lentes. Caso não consiga focar, afaste o celular e tente novamente. Caso tenha disponível no seu equipamento, use a função “macro” limitada ao zoom óptico do seu dispositivo (na dúvida não use ou limite a 2x). Utilizar um fundo claro e liso também ajuda a manter o foco na entrada e nas abelhas em atividade. Mantenha a câmera estática para que o foco não saia do lugar durante o registro. Você pode facilmente conseguir isso com um tripé ou mantendo a câmera junto ao corpo ou apoiada em algo estático (evite segurar a câmera com o braço estendido).

- 3)** Por quanto tempo devo filmar? Posso ultrapassar o limite de 30 segundos?

Sim, mas a plataforma irá automaticamente cortar o seu vídeo e selecionar apenas os últimos 30 segundos da filmagem. As contagens só poderão ser realizadas nestes 30 segundos de vídeo que ficarem

disponíveis na plataforma. Note que vídeos muito grandes não são aceitos pela plataforma, portanto evite gravar muito mais que 30 segundos.

Envio Dos Vídeos

1) Não consigo enviar o vídeo (o envio não é finalizado), o que fazer?

Recomendamos que faça o envio utilizando uma conexão wi-fi, pois os arquivos de vídeo podem ser grandes e o envio será demorado. Se o envio foi feito com sucesso, você receberá uma mensagem.

2) Fiz um vídeo e pretendo enviá-lo pelo computador, é possível?

Quais são os formatos aceitos?

Sim, você pode fazer um vídeo utilizando uma câmera comum e enviar pelo computador. O tamanho máximo do vídeo é 150Mb e todos os formatos de vídeo são aceitos pela plataforma.

Contagem

1) Posso fazer a contagem de quantos vídeos?

Você pode realizar as contagens em quantos vídeos desejar, quanto mais dados você produzir melhor! Entretanto, procure fazer pausas durante a tarefa de contagem, pois o cansaço pode prejudicar uma boa análise das informações por parte do cientista cidadão, está bem?

2) Não consigo fazer a contagem de abelhas com pólen, o que fazer?

Para facilitar a contagem, você pode deixar o vídeo no modo “tela cheia” e reduzir a velocidade de reprodução. Caso ainda não seja possível visualizar as abelhas portando pólen, marque a opção indicando que não conseguiu fazer a contagem com pólen. Lembramos que a qualidade dos dados é muito importante, então, caso você não consiga contar as abelhas com pólen é preferível que você não coloque nenhum dado do que colocar dados que você não tenha certeza.

3) Se o meu ninho tiver mais de uma entrada, como faço a contagem?

Se ao posicionar a câmera de LADO para o ninho as duas entradas aparecerem na imagem, faça as contagens para ambas e some os resultados. Por exemplo, se o seu ninho tem duas entradas e na

primeira contagem entraram 10 abelhas por uma entrada e 5 abelhas por outra entrada, então o valor a ser colocado no formulário será $10 + 5 = 15$. O mesmo procedimento deve ser realizado para as demais contagens. Ressaltamos, porém, que é difícil filmar as duas entradas com foco usando o celular, o que pode dificultar a contagem.

4) Consigo postar um vídeo e realizar a contagem posteriormente?

Sim, caso você não tenha tempo de realizar a contagem no momento em que fez a gravação, não se preocupe, pois você poderá fazer isso em outro momento. Grave seu vídeo e salve para postar na plataforma posteriormente. Lembre-se de guardar as informações sobre localização, data, hora, temperatura e condição do céu para incluir essas informações em seu registro.



Referências e sugestões de leitura

Prefácio: Ciência cidadã e abelhas

- Kerr WE., 1997. Meliponicultura – A importância da meliponicultura para o país. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, 1:42–44.
- USDA, 1976: McGregor, S. E. (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants* (No. 496). US Department of Agriculture.
- Potts et al., 2010 Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, 25(6), 345-353.
- Lander, T., 2019. Network modelling, citizen science and targeted interventions to predict, monitor and reverse bee decline. *Plants, people, planet*, 2(2): 111-120.
- Soroye et al., 2020 Soroye, P., Newbold, T., & Kerr, J. (2020). Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. *Science*, 367(6478), 685-688.
- Bonney et al., 2009 Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.
- Robinson et al., 2018; Robinson, L. D., Cawthray, J. L., West, S. E., Bonn, A., & Ansine, J. (2018). Ten principles of citizen

- science. In *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (pp. 27-40). UCL Press.
- Phillips et al., 2018 Phillips, T., Porticella, N., Constas, M., & Bonney, R. (2018). A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2).

Método científico - entenda como este manual foi planejado

- Chassot (2003) Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista brasileira de educação*, 89-100.

Introdução e pergunta científica

- Hilário, S. D., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Kleinert, A. (2000). Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Revista brasileira de biologia*, 60, 299-306.
- Hilário, S. D., Ribeiro, M. D. F., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2007). Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). *Biota Neotropica*, 7, 135-143.
- Kaluza, B. F., Wallace, H., Heard, T. A., Klein, A. M., & Leonhardt, S. D. (2016). Urban gardens promote bee foraging over natural habitats and plantations. *Ecology and evolution*, 6(5), 1304-1316.
- Oliveira-Abreu, C., Hilário, S. D., Luz, C. F. P., & dos Santos, I. A. (2014). Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. *Sociobiology*, 61(4), 441-448.
- Neto, A. V. (2011). Biologia térmica de *Scaptotrigona depilis* (Apidae, Meliponini): adaptações para lidar com altas temperaturas (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Ciências, área Entomologia)-Universidade de São Paulo FFCLRP).
- Nogueira Neto, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão (No. 595-799 N778). Nogueirapis.



Você é o cientista cidadão!

Gostou de participar do projeto? Qual é seu próximo passo como cientista cidadão/cientista cidadã?

Escreva aqui suas ideias de como dar sequência ao projeto ou uma nova pergunta científica que gostaria de testar.

Conte para nossa equipe em beekeep.science@gmail.com ou através das nossas redes sociais [@beekeep.life](https://www.instagram.com/beekeep.life).

