



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
ATAS ANTONINA-GUARAQUEÇABA

Rua Paula Miranda nº 10, - Bairro Centro - Guaraqueçaba - CEP 83390-000
Telefone: (41) 3482-1286

PLANO DE TRABALHO - PIBIC/ICMBIO
19º EDITAL DE SELEÇÃO – CICLO 2024/2025



Título do Plano de Trabalho: Efeito da antropização sobre a dinâmica das populações de abelhas nas Unidades de Conservação da ararinha-azul, Estado da Bahia.

Grande Área do Conhecimento

<input type="checkbox"/> Ciências Exatas e da Terra	<input type="checkbox"/> Ciências da Saúde	<input type="checkbox"/> Ciências Humanas
<input checked="" type="checkbox"/> Ciências Biológicas	<input type="checkbox"/> Ciências Agrárias	<input type="checkbox"/> Linguística, Letras e Artes
<input type="checkbox"/> Engenharias	<input type="checkbox"/> Ciências Sociais Aplicadas	<input type="checkbox"/> Outras áreas

Orientador: CAMILE LUGARINI
Unidade do orientador: NGI Antonina-Guaraqueçaba
Coorientador: Aline Candida Ribeiro Andrade e Silva
Instituição do coorientador: Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF
Estudante: Mariana Barroso Cruz
Instituição do Estudante (Cidade/UF): Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF
Curso de graduação e semestre atual do estudante: Ciências Biológicas – 8º período

Escolha do(s) eixo(s):	Eixos temáticos prioritários de pesquisa - Conforme anexo I do 19º Edital PIBIC - 2024 /2025
	A tabela disponível no modelo do SEI foi totalmente atualizada e deve ser substituída por esta.
	1 - Sociobiodiversidade, serviços ecossistêmicos e patrimônio espeleológico
x	2/3 - Gestão da informação sobre a biodiversidade para subsidiar o planejamento das ações de conservação
	4 - Planejamento e implementação da gestão nas unidades de conservação
	5 - Expansão e conectividade das áreas protegidas
	6 - Avaliação de impacto e licenciamento ambiental
	7 - Gestão pesqueira e cadeias produtivas em unidades de conservação de uso sustentável
	8 - Uso da fauna em unidades de conservação
	9 - Uso de produtos da sociobiodiversidade em unidades de conservação
	10 - Gestão e monitoramento participativos
	11 - Inteligência e efetividade na fiscalização e proteção da biodiversidade
	12 - Manejo de espécies exóticas invasoras
	13 - Restauração de habitats terrestres e aquáticos
	14 - Conservação de espécies ameaçadas
	15 - Manejo integrado do fogo

Indique – assinalando com um X – o(s) tema(s) no qual a proposta está inserida:

1- INTRODUÇÃO:

A melitofilia, *i.e.* polinização por abelhas, é o meio de polinização mais comum para as plantas nativas no Domínio da Caatinga (DC), representando 43% da frequência. Portanto, as abelhas são fundamentais para a manutenção em curto e longo prazo dos diferentes ecossistemas que compõem o DC e os demais domínios fitogeográficos brasileiros (Machado e Lopes 2004).

Redes de polinização ajudam a entender a influência da antropização sobre a apifauna. Um estudo com abelhas coletoras de óleos (*Epicharis* e *Centris*) revelou um grande número de interações e espécies, com redes locais apresentando até 80 espécies de abelhas visitando 83 espécies de plantas. No entanto, espécies vegetais com estratégias de polinização mais especializadas (*e.g.* relacionadas a diferentes traços da biologia floral) não estão presentes em áreas de regeneração natural relacionadas ao uso agrícola, e no geral, estratégias de polinização são menos especializadas em florestas secundárias e áreas degradadas. Este empobrecimento das relações ecológicas pode promover o colapso de populações inteiras de plantas e abelhas polinizadoras (Leal et al. 2017), criando ecossistemas emergentes, simplificados e pobres em biodiversidade.

O DC, por sua vez, também é um dos mais modificados por perturbações antrópicas. Desde a colonização portuguesa durante o século XVI, em primeiro momento ao longo do Vale do São Francisco, foi iniciada a criação de bovinos, posteriormente, se expandindo para o interior, junto ao desenvolvimento de outros ciclos econômicos como a monocultura de cana-de-açúcar, e mais recentemente, a industrialização e fruticultura irrigada (Siqueira Filho 2012). Atualmente, estima-se que a maior parte (*ca.* 63%) do DC é antropizado. Este cenário é particularmente visível nas paisagens da depressão sertaneja, onde a vegetação original permanece somente nos topos das serras em grande parte de sua extensão (Silva e Barbosa 2017; Fernandes e Queiroz 2018).

No Brasil existem cinco famílias de abelhas (Anthophila), com uma riqueza estimada de 3000 espécies (Silveira et al. 2002) e o DC por sua vez apresenta a menor riqueza conhecida de abelhas dentre todos os domínios fitogeográficos, com 187 espécies descritas. Em contraste, numa área no Cerrado de apenas 100 hectares, a riqueza foi de 193 espécies. Apesar da menor diversidade observada para a Caatinga como todo (diversidade gama), diferentes localidades apresentam espécies exclusivas, caracterizando alta diversidade beta (Zanella 2000; Zanella e Martins 2003).

É sabido que a perda da biodiversidade provocada pela antropização dos ambientes naturais, causa também, a perda de serviços ecossistêmicos importantes (Dornelas 2010; Cardinale et al. 2012). Estudos em comunidades de abelhas demonstram maiores índices de dominância e menor diversidade e equitabilidade que são provocados pela perda do habitat devido a distúrbios antrópicos (Lima et al. 2023; Zanella e Martins 2003; Ramírez et al. 2013), os quais têm como consequência indireta alterações nos serviços de polinização realizados pela comunidade de abelhas na Caatinga. Esses serviços são essenciais para manutenção das comunidades vegetais que contêm espécies chaves para alimentação e reprodução da ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), espécie criticamente ameaçada de extinção, reintroduzida em 2022, e de diversos outros animais no DC.

Conforme o Plano de Ação Nacional para Conservação da Ararinha-azul (Barros et al., 2012), há uma série de espécies vegetais utilizadas pelas ararinhas-azuis, como carabeira (*Tabebuia aurea*), pinhão (*Jatropha mollissima*), favela (*Cnidocolus phyllacanthus*), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), marizeiro (*Geoffrea Spinosa*), juazeiro (*Sarcophalus joazeiro*), facheiro (*Pilosocereus piauhiensis*) e baraúna (*Schinopsis brasiliensis*). Além de se destacarem com oferta alimentícia, o uso de facheiros como dormitório e de carabeiras para nidificação, é também relatado.

Dentre as ameaças à disponibilidade de habitat para as ararinhas, fatores antrópicos exercem impactos notavelmente negativos, ocasionando na degradação do ecossistema, a exemplo do desmatamento, sobrepastoreio e agricultura exacerbada (Barros et al., 2012). Estes elementos comprometem abelhas nativas, principais polinizadoras das espécies de importância para a Ararinha-azul, acarretando, portanto, em consequências diretamente relacionadas a sua conservação.

Considerando o exposto, a presente proposta busca responder, através do levantamento de áreas específicas, como as perturbações antrópicas nas Unidades de Conservação (UCs) da Ararinha Azul modificam a dinâmica da comunidade de abelhas.

2 - OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS DO PLANO DE TRABALHO

Este estudo tem como objetivo geral de verificar a dinâmica das abelhas nativas em áreas sob pressão antrópica do DC, especificamente nas UCs da Ararinha Azul. Os objetivos específicos são:

- Determinar a riqueza, abundância e diversidade de espécies em áreas sob diferentes níveis de perturbação antrópica;
- Determinar a variação na riqueza e abundância de espécies entre as áreas;
- Verificar a interação entre abelha-planta;
- Determinar a beta diversidade entre as áreas e seus componentes de aninhamento e *turnover*.

3 - METODOLOGIA**3.1. Área de Estudo**

As UCs Ararinha Azul (REVIS – Refúgio de Vida Silvestre e APA – Área de Proteção Ambiental) estão estabelecidas no Domínio Fitogeográfico da Caatinga, nos mu

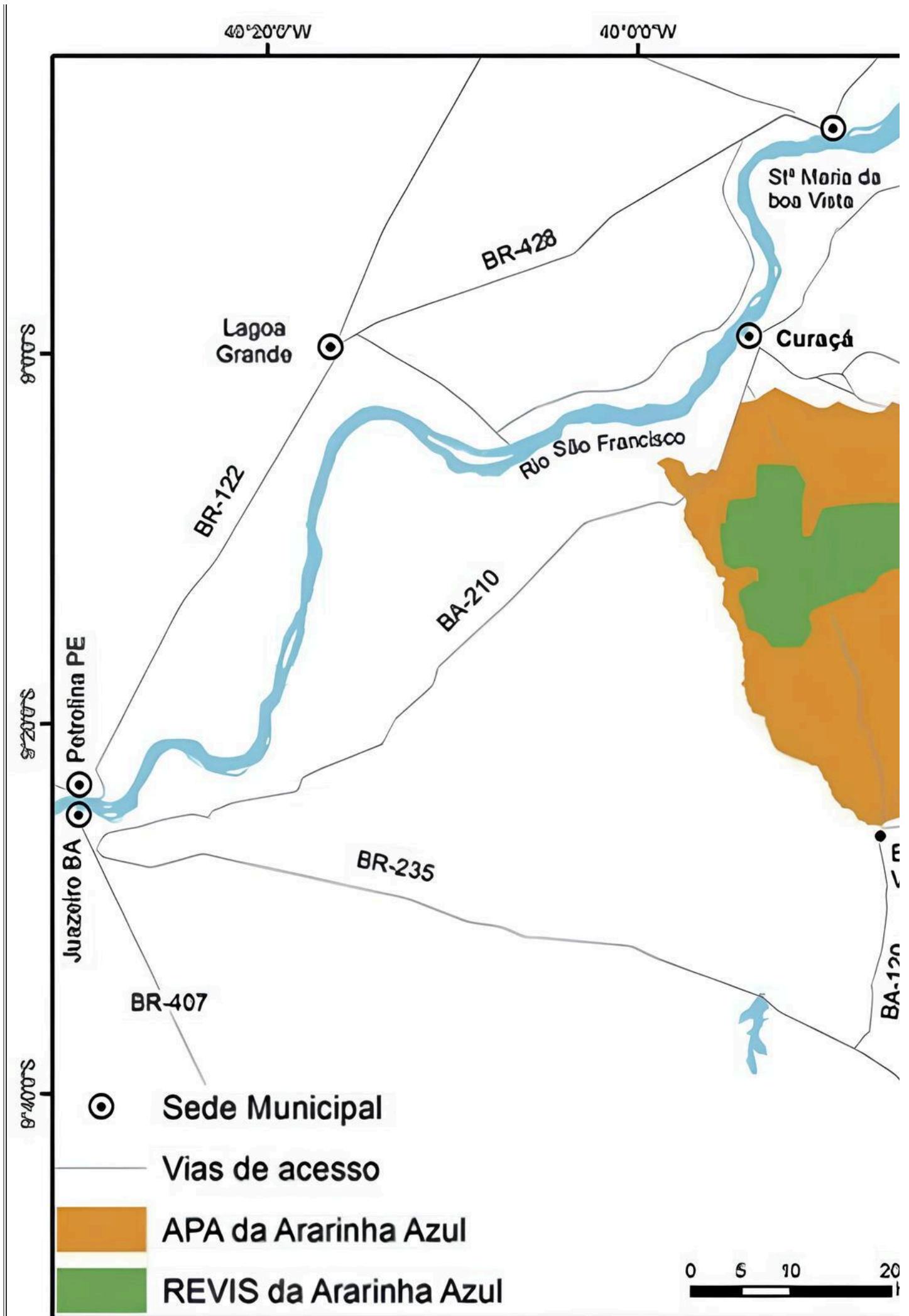


Figura 1 - Área de estudo na região centro-norte da Bahia: Área de Proteção Ambiental (APA) e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) da Ararinha Azul. Fonte: ICMBio

O clima predominante na região é quente e semiárido (Velloso et al., 2002). A média de temperatura anual é de 24°C, enquanto a precipitação média anual é de 454 mm; e formação arbórea aberta a fechada. Há quatro grupos de paisagem principais ocorrentes nesta área: caatinga de pediplanos, caatinga de pavimentos desertos, c

3.2. Delineamento Amostral

Duas Unidades Amostrais (UAs) serão definidas em desenho de *buffer* de 2,5 km dividido em sítio A e B a partir de um centroide (Figura 2), as unidades serão demar



Figura 2 - Desenho amostral de um buffer em amarelo com raio de 2,5 km e os sítios A e B. Fonte: França, no Avenza Maps, 2023.

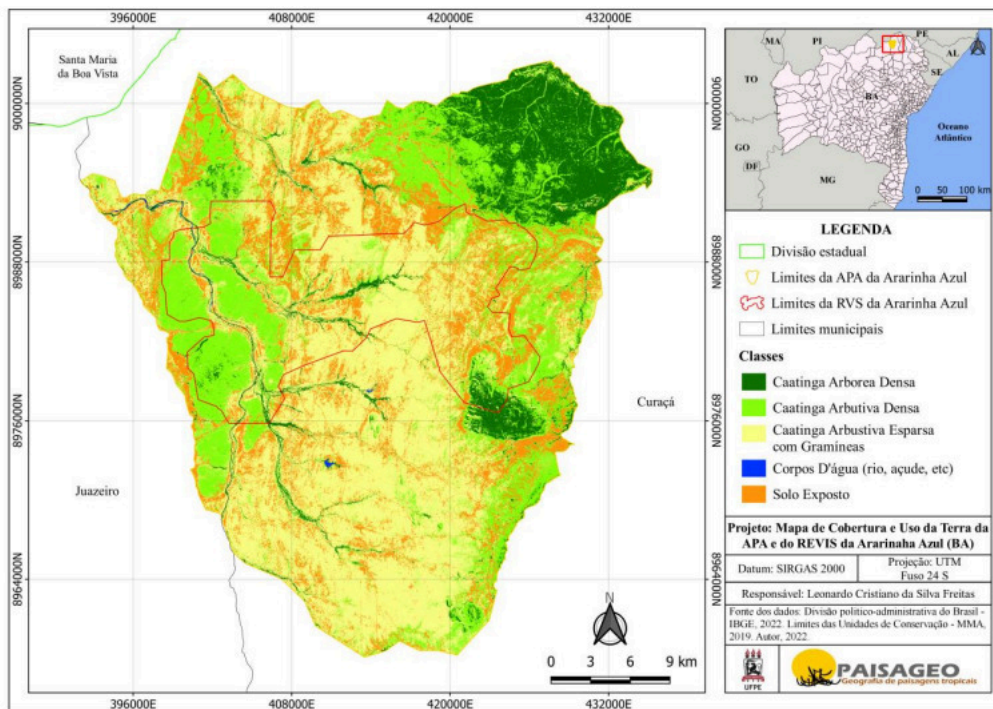


Figura 3 – Mapa de cobertura e uso de terra nas Ucs Ararinha Azul. Fonte: Freitas, 2022.

3.3 Inventário das Abelhas

Ocorrerão quatro visitas às áreas das UCs Ararinha Azul, onde serão coletados indivíduos em manchas florais, por meio de busca ativa com auxílio de pucá, assim cor coordenadas. A localização dos indivíduos coletados e ninhos encontrados será realizada no aplicativo Avenza Maps®. As espécies vegetais também serão coletadas e

Serão realizadas pelo menos duas visitas por semestre, duas durante o período seco (entre maio e dezembro) e duas durante o período chuvoso (entre janeiro e abril). C

A identificação das espécies será realizada de acordo com a determinação da professora Dra. Favízia Freitas de Oliveira, curadora da Coleção de Invertebrados Terrestres Laboratório de Entomologia do Cemafauna/UNIVASF.

3.4 Biologia Floral

Seguindo a metodologia e classificação citada por Machado e Lopes (2004), a partir da observação em campo dos indivíduos, a visualização da biologia floral também caracterização de atributos, como formato, cor, simetria e tamanho da corola das flores, bem como recursos florais.

3.5 Análise dos dados

As seguintes análises serão realizadas com os dados obtidos.

Diversidade e Equitabilidade. Serão mensuradas através do índice de Shannon-Wiener (H'), que quantifica a incerteza em prever a identidade de uma espécie a partir das abundâncias relativas, aproximando-se de zero quando uma espécie é fortemente dominante, e de um quando as espécies da comunidade apresentam abundâncias

Índice de Dominância de Berger-Parker. Abundância relativa da espécie dominante, sendo medida para identificar a importância da espécie mais abundante para co

Modelos Lineares Generalizados. Serão construídos para verificar os efeitos do grau de antropização sobre a riqueza e abundância de abelhas.

Diversidade Beta. Medirá a diferença entre as diversidades nas UAs utilizando o índice de Sørensen, em conjunto com a diferença nas riquezas e índice de Simpson f UAs.

Teste G. Será utilizado para análise das frequências de caracteres florais. Trata-se de um teste de hipóteses de homogeneidade, que não depende de parâmetros populacionais. O teste G será realizado por meio do Software BioEstat 2.0 (Machado e Lopes, 2004), os demais testes serão efetuados através do Software R 4.3.2 (R Development Core Team, 2023).

4 - RESULTADOS ESPERADOS

A partir deste estudo espera-se:

- Conhecer a dinâmica da comunidade de abelhas em diferentes estágios de antropização na área de estudo;
- Incrementar a lista de espécies que ocorrem na área de estudo;
- Identificar e mapear áreas estratégicas para conservação;
- Elaborar uma tabela das interações abelha-planta;
- Compreender a dinâmica de abelhas com espécies vegetais de interesse para a ararinha-azul.

5 - IMPORTÂNCIA DA EXECUÇÃO DA PESQUISA PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Este projeto irá contribuir com o Plano de Ação Nacional para a Conservação da Ararinha-azul (PAN Ararinha-azul), assim como auxiliar na implementação da PAN Insetos Polinizadores, seguindo a ação 2.4, "Identificar e mapear áreas estratégicas e monitorar a perda e alteração da qualidade de habitats para promoção da conectividade visando a manutenção de insetos polinizadores".

Visa concomitantemente colaborar com o 15º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que pretende "Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade".

A recuperação e reintrodução da ararinha-azul de forma bem-sucedida depende da análise adequada e de estratégias a partir destas sobre os fatores que afetam seus hábitos. Desse modo, a compreensão a partir do monitoramento de abelhas nativas, juntamente a biologia floral e análise de impactos antrópicos, é uma etapa crucial para sua conservação e do ecossistema como um todo. Os resultados obtidos servirão como suporte para mais pesquisas relacionadas e busca por estratégias de conservação, promovendo um melhor entendimento dos sistemas e assim na manutenção do equilíbrio ecológico.

6 - ETAPAS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

Etapa 1 – Levantamento bibliográfico e discussão de artigos.

Etapa 2 – Coleta sistemática de dados em campo.

Etapa 3 – Comunicação com a comunidade.

Etapa 4 – Análise de dados.

Etapa 5 – Redação de relatórios, resumos para apresentação em congressos e artigo.

Etapa	Set/24	Out/23	Nov/24	Dez/24	Jan/25	Fev/25	Mar/25	Abr/25	Mai/25	Jun/25	Jul/25	Ago/25
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x			x			x			x		
3	x			x			x			x		
4						x	x				x	x
5	x			x			x			x	x	x

Marque com um X o período correspondente a cada uma das etapas. Podem ser acrescentadas novas etapas caso necessário

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, M. et al. **Bioestat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Belém: Sociedade Civil Mamirauá, CNPq, 2007.

BARROS, Y. M. et al. **Plano de ação nacional para a conservação da ararinha-azul: *Cyanopsitta spixii*.** Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 2012. 140 p.

CARDINALE, B. J. et al. **Biodiversity loss and its impact on humanity.** Nature 486: 7401, 59-67, 2012.

CAVALCANTI, L. C. S.; RAFAEL, L. M.; BARBOSA, L. C. S.; BRAZ, A. M.; RIBEIRO, J. R. **Can landscape units map help the conservation of Spix's Macaw (*Cyanopsitta spixii*)?** Ra'eGa 49: 181-198, 2020.

DORNELAS, M. **Disturbance and change in biodiversity.** Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 365: 1558, 3719-3727, 2010.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. **Vegetação e flora da Caatinga.** Cienc. Cult.. 70(4): 51-56.

- FREITAS, L. C. S. **Diagnóstico Geoambiental das Unidades de Conservação da Ararinha Azul (*Cyanopsitta spixii*)**, Curaçá (BA). Recife, 2022. 66 p.
- KEVAN, P.; MELÉNDEZ-RAMIREZ, V.; CALVILLO, L. **Effects of Human Disturbance and Habitat Fragmentation on Stingless Bees**. 2013.
- LEAL, I. R. et al. **Plant-animal interactions in the Caatinga: overview and perspectives**. Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. [S.l.], p. 255-278, 2017.
- LIMA, N. O. et al. **Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apidae) como bioindicador de qualidade ambiental na região dos fragmentos florestais naturais "Ipuças"**. Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins 3(1), 2023.
- MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. **Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest**. Annals of Botany 94(3): 365-376, 2004.
- NASCIMENTO, A. F. R. **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**. Relatório Parcial de PIBIC. Juazeiro: ICMBio, 2021.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2023.
- RAMÍREZ, V. M.; CALVILLO, L. M.; KEVAN, P. G. **Effects of human disturbance and habitat fragmentation on stingless bees**. Pot-Honey: A legacy of stingless bees. New York, NY: Springer New York, 2012. p. 269-282.
- SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F. **Impact of human activities on the Caatinga**. Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. [S.l.], p. 359-368, 2017.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Ministério do Meio Ambiente, 2002.
- SIQUEIRA FILHO, J. A. **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Andrea Jakobsson Estúdio, 2012.
- VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Ecorregiões para o bioma caatinga**. Brasília: Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil; Recife: Associação de Plantas do Nordeste, 2002.
- ZANELLA, F. C. V. **The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution**. Apidologie, 31: 579-592, 2000.
- ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. **Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação**. Ecologia e conservação da Caatinga. [S.l.], p. 75-134, 2003.

8- AJUSTES E COMPLEMENTAÇÕES PARA SANAR RESSALVAS

AVALIADOR 1:

1- O TÍTULO APRESENTADO LEVA A CRER QUE O PROJETO LEVANTARIA AS ABELHAS E A RELAÇÃO COM AS PLANTAS QUE POLINIZAM, EM ÁREAS COM ANTROPIZAÇÃO E SEM ANTROPIZAÇÃO, CONTUDO NÃO ABORDA QUE ISSO SERIA ANALIZADO DO PONTO DE VISTA DA CONSERVAÇÃO DA ARARINHA AZUL.

RESPOSTA: O TÍTULO foi MODIFICADO para: Interações entre populações de abelhas e espécies vegetais de interesse para a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) em áreas sob diferentes níveis de pressão antrópica nas Unidades de Conservação da Ararinha Azul.

A relação com a conservação da ararinha-azul foi melhor descrita ao longo da **INTRODUÇÃO MODIFICADA**, conforme adicionado nos parágrafos 15 e 16, conforme abaixo:

No Brasil há uma riqueza estimada de 3.000 espécies de abelhas (Anthophila), distribuídas em cinco famílias: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae (Silveira et al., 2002). Dentre estas espécies, cerca de 200 já foram descritas para o Domínio da Caatinga (DC), com registros de espécies raras e endêmicas (Zanella, 2000; Zanella e Martins, 2003).

Conforme o MMA/IBAMA (2011), o DC compreende cerca de 12 fitofisionomias (savânicas à florestais), se caracterizando por um mosaico de vegetações. Representa a maior área contínua de Floresta Tropical Sazonalmente Seca da América do Sul (FTSS) e endêmica do Brasil, com aproximadamente 850.000 km² de extensão, cobrindo cerca de 10% do território nacional e 70% do nordestino. O DC apresenta aspectos comuns à FTSS, a exemplo de temperaturas elevadas, precipitação baixa e irregular, assim como vegetação xerófila com alto nível de descuidade foliar em época seca (Bullock; Mooney; Medina, 1995; Prado, 2003; Santos et al., 2023).

As abelhas usufruem particularmente de pólen e néctar para alimentação, se destacando dentre os polinizadores ao visitarem grande quantidade de flores (Freitas e Silva, 2015). A polinização se trata de um serviço ecossistêmico regulatório crucial, relacionado diretamente à estabilidade da diversidade biológica, considerando tanto as plantas quanto os animais associados. Desse modo, envolve a manutenção de processos ecológicos essenciais (Barbosa et al., 2017; Silva et al., 2021).

De acordo com Freitas e Silva (2015), as abelhas são responsáveis por mais de 50% da polinização em florestas tropicais. No DC, a melitofilia (polinização por abelhas) é o meio de polinização mais comum para as plantas nativas, representando 43% da frequência da síndrome de polinização. Portanto, as abelhas são fundamentais para a manutenção em curto e longo prazo dos diferentes ecossistemas que compõe a Caatinga e os demais domínios morfoclimáticos brasileiros (Machado e Lopes, 2004).

As pressões antrópicas modificam negativamente as comunidades, ocasionado em um empobrecimento funcional, a partir de homogeneização das interações e, portanto, reduzindo a resiliência. Ameaças como fragmentação/destruição de *habitats* naturais e incompatibilidade fenológica são retratados (Arroyo-Rodríguez; Mandujano, 2006; Melito et al., 2017; Silva et al., 2021; Fisogni et al., 2022; Schneiberg et al., 2020; Tavares-Brancher et al., 2024). Além disso, há a introdução de espécies exóticas, que são favorecidas a partir dessas alterações, podendo se destacar espécies vegetais invasoras, assim como visitantes florais de comportamento generalista (Prinzing; Durka; Brandl, 2002; Pakeman, 2004; Silva et al., 2021). Um exemplo claro é *Apis mellifera* (abelha africanizada), abelha eussocial, exótica, com capacidade de forrageamento em todas as morfologias florais e que compete fortemente com espécies nativas (Barbosa et al., 2017; Geslin et al., 2013). O estudo realizado por Geslin et al. (2013) expôs que enquanto *A. mellifera* permaneceu resiliente em diferentes níveis de antropização, houve uma redução significativa na frequência de visitação de outras espécies.

Um alto grau de antropização confere efeitos como: alteração nas rotas de forrageamento, na frequência e visitação floral, de modo que mais tempo e energia são gastos para o suprimento das necessidades das abelhas. Ademais, os recursos florais fornecidos a partir da presença de vegetação exótica podem não ser adequados se comparados nutricionalmente a plantas nativas (Silva et al., 2021). A menor eficiência nas visitas florais realizadas por espécies generalistas, considerando a taxa de sucesso de polinização é também citada, sendo mais um fator desfavorável atrelado a antropização em níveis elevados (Geslin et al., 2013).

O DC, por sua vez, também é um dos mais modificados por perturbações antrópicas e relatado como o terceiro ecossistema mais degradado do país (Castelletti et al., 2003). Na região do Vale do São Francisco, o histórico de pressão antrópica ocorre desde a colonização portuguesa durante o século XVI, inicialmente a partir da criação de bovinos, com expansão de outras atividades econômicas como a monocultura de cana-de-açúcar, e mais recentemente, a industrialização e fruticultura irrigada (Siqueira Filho, 2012). Atualmente, estima-se que a maior parte (cerca de 60%) do DC é antropizado. Este cenário é particularmente visível nas paisagens da depressão sertaneja, onde a vegetação original permanece somente nos topos das serras em grande parte de sua extensão (Silva e Barbosa, 2017; Fernandes e Queiroz, 2018).

De acordo com Souza, Artigas e Lima (2015), supõe-se que mais de 80% da vegetação no DC esteja integralmente modificada, com grande parte das áreas em estágio inicial ou intermediário de sucessão ecológica. O tipo de perturbação ocorrente se caracteriza como crônica, onde atividades constantes gradualmente modificam as paisagens (Singh, 1998). Esta categoria de pressão antrópica pode ser exemplificada por extração madeireira e pela pecuária extensiva (Jackson et al., 2003; Martorell; Peters, 2005, 2008; Pereira et al., 2014). Os ecossistemas secos são caracterizados por uma recuperação mais lenta e especificamente em florestas tropicais, a extinção local de espécies é uma consequência comum. Ao se acumularem efeitos provenientes de perturbação crônica, não há recuperação completa e pode acarretar em uma “sucessão travada” (Nilsson e Grelsson, 1995; Sarmiento, 1997; Singh, 1998).

O Submédio Vale do São Francisco, em especial Curaçá (Bahia), retrata essa problemática, a partir das alterações de paisagens no decorrer dos anos. As modificações foram provenientes, sobretudo, da criação de caprinos, extração de recursos naturais sem recuperação posterior e caça de animais silvestres, incluindo espécies ameaçadas (INEMA, 2013). Consequentemente, a regeneração de espécies vegetais nativas é inviabilizada, pois grande parte dos solos passou a ser infértil, altamente salinos e sem camada superficial, possibilitando, além disso, a introdução de espécies invasoras mais resistentes às condições manifestadas (Córdoba et al., 2011).

Um método para assimilar como os processos de degradação de área e perturbação humana influenciam nas funções ecológicas, é a teoria de redes de interações (Vosguerichian, 2010). Redes tróficas conferem como diferentes espécies se interrelacionam dentro de comunidades ecológicas, sendo então moldados a partir de interações variadas e atuando sobre a estrutura das comunidades. Tais associações são essenciais para manutenção do equilíbrio ecológico (Lewinsohn et al. 2006; Giacomini e Petreire, 2010). A análise de padrões de organização ocorrentes em redes de interações permite, portanto, uma melhor compreensão acerca da operacionalidade de espécies dentro do ecossistema em que estão inseridas, além de exibir a sua influência sobre a estabilidade das espécies, incluindo sua capacidade de resistência e recuperação a fenômenos, como extinção (Rohr et al., 2014; Pigozzo e Viana, 2010; Pinheiro et al., 2019). Segundo Silva et al. (2021), os impactos antrópicos sobre as interações abelhas-plantas ainda são insuficientemente conhecidos, principalmente no que diz respeito a regiões tropicais.

Um exemplo que demonstra como a construção de rede de interações viabiliza uma melhor compreensão acerca das pressões antrópicas sobre espécies é o estudo de Leal et al. (2017). O trabalho com abelhas coletoras de óleos (*Epicharis* e *Centris*) revelou um grande número de interações, com redes locais apresentando até 80 espécies de abelhas visitando 83 espécies de plantas. No entanto, espécies vegetais com estratégias de polinização mais especializadas (e.g. relacionadas a diferentes traços da biologia floral) não estão presentes em áreas de regeneração natural relacionadas ao uso agrícola, e no geral, estratégias de polinização são menos especializadas em florestas secundárias e áreas degradadas. Este empobrecimento das relações ecológicas pode promover o colapso de populações inteiras de plantas e abelhas polinizadoras, criando ecossistemas emergentes, simplificados e pobres em biodiversidade.

É sabido que a perda da biodiversidade provocada pela antropização dos ambientes naturais causa também, a perda de serviços ecossistêmicos importantes (Dornelas, 2010; Cardinale et al., 2012; Lugarini et al., 2021). Estudos em comunidades de abelhas demonstram maiores índices de dominância e menor diversidade e equitabilidade que são provocados pela perda do *habitat*, devido a distúrbios antrópicos (Lima et al., 2023; Zanella e Martins, 2003; Ramirez et al., 2013), os quais têm como consequência indireta alterações nos serviços de polinização realizados pela comunidade de abelhas na Caatinga. Esses serviços são essenciais para manutenção dos tipos vegetais, como espécies chave para alimentação e reprodução da ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), espécie criticamente ameaçada de extinção, reintroduzida em 2022, e de diversos outros animais no DC.

Conforme o Plano de Ação Nacional para Conservação (PAN) da Ararinha-azul (Barros et al., 2012) e o guia de espécies vegetais relevantes para o ciclo de vida da ararinha-azul organizado pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF) (Rodrigues et al., 2022), há uma série de espécies vegetais utilizadas por esse psitacídeo para finalidades distintas, como oferta alimentícia: e.g. barauína (*Schinopsis brasiliensis*), favela (*Cnidocolus quercifolius*) e juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*); para nidificação: e.g. carabeira (*Tabebuia aurea*), mulungu (*Erythrina velutina*) e muquém (*Albizia inundata*) e como dormitório: e.g. facheiro (*Pilosocereus piauhiensis* e *P. pachycladus*).

O *habitat* histórico das ararinhas-azuis compreendia matas de galeria dominadas por carabeiras e Caatinga de pediplanos (Juniper e Yamashita, 1991; Barros et al., 2012). Estes ambientes foram intensamente degradados, apresentando alto índice espécies ruderis (Cavalcanti et al., 2020). Dentre as ameaças à disponibilidade de habitat para as ararinhas, fatores antrópicos exercem impactos notavelmente negativos, ocasionando na degradação do ecossistema, a exemplo do desmatamento, sobrepastoreio e agricultura exacerbada (Barros et al., 2012; Cavalcanti et al., 2020; Juniper e Yamashita, 1991; Purchase et al., 2024). Estes elementos comprometem abelhas nativas, principais polinizadoras das espécies de importância para a Ararinha-azul, acarretando, portanto, em consequências diretamente relacionadas a sua conservação.

Referente a reintrodução da ararinha azul, a ação 4.4 relacionada aos “experimentos de manejo *in situ*” presente no PAN da Ararinha-azul, possui atividades previstas e efetuadas para a recuperação de *habitat* nas Unidades de Conservação, a exemplo do Programa Cercados de Conservação, viveiro de mudas e cercamento de carabeiras (Barros et al., 2012). De acordo Snyder (2000) e White et al. (2005), considerando os hábitos dos psitacídeos de forrageamento, reprodução e nidificação, a correlação entre os psitacídeos e ambientes florestados é indiscutível, com mais de 70% das espécies deles sendo dependentes destes ambientes. Para viabilização de regeneração, além da análise histórica de uso da área, a disponibilidade de propágulos e presença de polinizadores são fatores essenciais que contribuem com a resiliência do ambiente (Newton e Cantarello, 2015).

A partir disso, a abordagem de redes de interação poderá dar suporte aos projetos de recuperação da área, funcionando como ferramenta poderosa de orientação e auxílio para estratégias de conservação (Tavares-Brancher et al., 2024; Fisogni et al., 2022; Schneiberg et al., 2020). Desse modo, pode contribuir com a resiliência da comunidade vegetal e melhor qualidade de *habitat*, beneficiando indiretamente a reintrodução da ararinha-azul.

Considerando o exposto, a presente proposta busca responder, por meio do levantamento de áreas específicas, como as perturbações antrópicas nas Unidades de Conservação da Ararinha Azul modificam a dinâmica da comunidade de abelhas e plantas chave para a ararinha-azul.

2- ESTE PROJETO ESTÁ MAIS VOLTADO PARA A CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS PARA NIDIFICAÇÃO DA ARARINHA AZUL DO QUE PARA A CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NATIVAS. CASO O PROJETO ABORDASSE ESSE TEMA, O TÍTULO E OS OBJETIVOS ESTARIAM MAIS CONSISTENTES COM O REAL PROPOSITO DO PROJETO.

RESPOSTA: Embora as diferentes utilizações dos itens vegetais pela ararinha-azul tenham sido especificadas na versão anterior, tais informações foram reorganizadas visando melhor compreensão.

Texto modificado: “Conforme o Plano de Ação Nacional para Conservação (PAN) da Ararinha-azul (Barros et al., 2012) e o guia de espécies vegetais relevantes para o ciclo de vida da ararinha-azul organizado pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF) (Rodrigues et al., 2022), há uma série de espécies vegetais utilizadas por esse psitacídeo para finalidades distintas, como oferta alimentícia: e.g. barauína (*Schinopsis brasiliensis*), favela (*Cnidocolus quercifolius*) e juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*); para nidificação: e.g. carabeira (*Tabebuia aurea*), mulungu (*Erythrina velutina*) e muquém (*Albizia inundata*) e como dormitório: e.g. facheiro (*Pilosocereus piauhiensis* e *P. pachycladus*).”

Em relação a coerência do tema do projeto com o título e objetivos, as devidas modificações foram executadas. Considerando o enfoque na análise da rede de interações entre espécies vegetais relacionadas ao ciclo de vida da ararinha-azul e apifauna, a metodologia e introdução foram modificadas contemplando o tema.

Texto modificado: “Este estudo tem como objetivo principal analisar a interação das abelhas nativas com espécies vegetais chave para a ararinha-azul em áreas com diferentes perturbações antrópicas nas Unidades de Conservação da Ararinha Azul.”

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar as áreas de coleta (conservadas e antropizadas) por meio da composição florística, cobertura vegetal e histórico de uso;
- Determinar a riqueza, abundância e diversidade de espécies de abelhas e plantas associadas em áreas sob diferentes níveis de perturbação antrópica;
- Caracterizar os tipos florais, morfológicamente, das espécies vegetais visitadas;
- Verificar a interação entre abelhas-plantas com montagem de redes de interações;
- Determinar a beta diversidade entre as áreas e seus componentes de aninhamento e *turnover*.

3- NESTE SENTIDO, A METODOLOGIA ENCONTRA-SE INADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DOS RESULTADOS ESPERADOS, PRICIPALMENTE "COMPREENDER A DINÂMICA DE ABELHAS COM ESPÉCIES VEGETAIS DE INTERESSE PARA A ARARINHA AZUL", TENDO EM VISTA QUE A ARARINHA AZUL APENAS CONTEXTUALIZA A PROBLEMÁTICA, SEM FAZER PARTE DO PROJETO PROPOSTO.

RESPOSTA: A metodologia foi alterada e foram adicionadas informações acerca da realização de redes de interação entre espécies vegetais relacionadas à ararinha-azul e abelhas, essas informações permitirão analisar essas relações, atuando na conservação das plantas e abelhas e contribuindo indiretamente com a recuperação de área e reintrodução da ararinha-azul.

Considerando a mudança de foco para análise de padrões de interação abelha-planta, não se faz necessário realizar a busca em ninhos ativos em cavidades de árvores, de modo que a etapa foi devidamente removida da metodologia:

Texto modificado: “Ocorrerão quatro visitas às áreas das Unidades de Conservação Ararinha Azul, onde serão coletados indivíduos em manchas florais por meio de busca ativa com auxílio de puçá. Os indivíduos serão armazenados em tubos contendo as informações essenciais para posterior identificação: área amostral, sítio e coordenadas. Ocorrerá a demarcação de localização dos indivíduos coletados e ninhos encontrados no aplicativo Avenza Maps®.”

Texto adicionado (Subseção 3.6 – Rede de interações): “Visando a análise da rede de interações das abelhas e plantas, serão organizadas matrizes contendo dados de presença e ausência, com base nas coletas. As métricas a serem calculadas são: conectância, grau médio, distribuição dos graus e índice de aninhamento, conforme exposto na metodologia por Pigozzo e Viana (2010).”

Texto adicionado – análise dos dados (subseção 3.7): “Conectância. Medirá a proporção das conexões observadas, considerando a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações possíveis, sendo este dado pelo produto do número plantas (P) e abelhas (A) da rede ($C = E/A.P$). Para valores percentuais, o valor de C será multiplicado por 100. Grau médio. Obtido a partir da média aritmética dos graus de todas as espécies. O grau reflete o número médio”.

3 – METODOLOGIA MODIFICADA

3.1. Área de Estudo

As Unidades de Conservação da Ararinha Azul (REVIS – Refúgio de Vida Silvestre e APA – Área de Proteção Ambiental) estão situadas entre os municípios de Curaçá e Juazeiro, centro-norte da Bahia. Possuem área de Caatinga aproximada de 89.996 ha (APA) e 29.986 ha (REVIS) (Figura 1) (Nascimento, 2021).

O clima predominante na região é quente e semiárido (Velloso et al., 2002). A média de temperatura anual é de 24°C, enquanto a precipitação média anual é de 454 mm, com as chuvas mais concentradas entre janeiro e abril. A região apresenta três padrões de fisionomia vegetal: formação arbustivo-arbórea aberta a esparsa; formação arbustiva densa; e formação arbórea aberta a fechada. Há quatro grupos de paisagem principais ocorrentes nesta área: Caatinga de pediplanos, Caatinga de pavimentos desertos, Caatinga de ambientes de rios e riachos secos e Caatinga de terrenos residuais (Cavalcanti et al., 2020).

3.1.1. Delineamento Amostral

O estudo será realizado em duas Unidades Amostrais delineadas a partir de um *buffer* com 2,5 Km de raio. Um centroide será registrado em cada *buffer* ou Unidade Amostral e, a partir dele serão amostrados sítios que chamaremos de A e B (Figura 2). As unidades serão demarcadas ao longo de leitos de riachos e trilhas, abrangendo áreas de menor perturbação antrópica como a Caatinga arbórea densa, e áreas de maior perturbação como a Caatinga Arbustiva Esparsa com Gramíneas e de Solo Exposto, conforme mapeamento e descrição de Freitas (2022) (Figura 3).

3.2 Caracterização de Áreas de Coleta

O Índice de Transformação Antrópica (ITA), apresentado por Lèmechev (1982) e alterado por Mateo (1984), será utilizado para a análise de efeitos antrópicos juntamente aos componentes de paisagem. Considera-se para tal mensuração: A área em valores percentuais (USO) e o peso referente a diferentes tipos de uso e de cobertura, conforme nível de efeito antrópico (PESO). As classes de peso variam de 1 a 10, de acordo com o estado de uso da área e impactos. O valor máximo ou aproximado confere um maior índice de degradação. A partir disso, tem-se a seguinte equação:

$$ITA = \sum (\% \text{ uso} * \text{peso}) / 100$$

3.3 Inventário das Abelhas

Ocorrerão quatro visitas às áreas das Unidades de Conservação Ararinha Azul, onde serão coletados indivíduos em manchas florais por meio de busca ativa com auxílio de puçá. Os indivíduos serão armazenados em tubos contendo as informações essenciais para posterior identificação: área amostral, sítio e coordenadas. Ocorrerá a demarcação de localização dos indivíduos coletados e ninhos encontrados no aplicativo Avenza Maps®.

Serão realizadas pelo menos duas visitas por semestre, duas durante o período seco (entre maio e dezembro) e duas durante o período chuvoso (entre janeiro e abril). Cada visita será realizada em três dias de monitoramento entre 07 e 17 horas para cobertura de coleta.

A identificação das espécies será feita de acordo com a determinação da professora Dra. Favizia Freitas de Oliveira, curadora da Coleção de Invertebrados Terrestres do Museu de História Natural da Bahia, após a triagem, montagem, tombamento e depósito dos indivíduos na Coleção de Invertebrados Terrestres do Museu de Fauna no Laboratório de Entomologia do Cemafuna - UNIVASF.

3.4 Inventário das Plantas

Para a coleta, haverá o recolhimento de materiais botânicos férteis (botões florais, flores e/ou frutos presentes), cada espécime terá de 3 a 5 exemplares coletados e serão registrados em uma ficha de campo, na qual serão anotadas informações cruciais, incluindo a data e o número da coleta, o nome do coletor, a denominação popular da planta, seu hábito, bem como características marcantes, a exemplo da coloração de flores e frutos.

Posteriormente, seguirá para o processo de herborização conforme as técnicas convencionais de prensagem, secagem, montagem e costura no Herbário do Vale do São Francisco (HVASF), situado na UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias em Petrolina, Pernambuco.

Após, para a incorporação dos espécimes na coleção, serão efetuados os processos de identificação com auxílio literário, de taxonomistas presentes no herbário e com cooperação dos programas Flora e Funga do Brasil 2024 e *Specieslink*, seguindo o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

3.5 Biologia Floral

Seguindo a metodologia e classificação citada por Machado e Lopes (2004), a partir da observação em campo dos indivíduos, a visualização da biologia floral também será possibilitada em conjunto com as coletas. Além do comportamento das abelhas, características florais serão concomitantemente analisadas. Considera-se para tal caracterização atributos como, formato, cor, simetria e tamanho da corola das flores, bem como recursos florais.

3.6 Rede de Interações

Visando a análise da rede de interações das abelhas e plantas, serão organizadas matrizes contendo dados de presença e ausência, com base nas coletas. As métricas a serem calculadas são: conectância, grau médio, distribuição dos graus e índice de aninhamento, conforme exposto na metodologia por Pigozzo e Viana (2010).

3.7 Análise dos dados

As seguintes análises serão realizadas com os dados obtidos:

Teste G. Será utilizado para análise das frequências de caracteres florais. Trata-se de um teste de hipóteses de homogeneidade, que não depende de parâmetros populacionais. Executado com amostras contendo índices mensurados na escala nominal organizados em duas ou mais categorias, mutuamente exclusivas (Ayres, 2007).

Conectância. Medirá a proporção das conexões observadas, considerando a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações possíveis, sendo este dado pelo produto do número plantas (P) e abelhas (A) da rede ($C = E/A.P$). Para valores percentuais, o valor de C será multiplicado por 100.

Grau médio. Obtido a partir da média aritmética dos graus de todas as espécies. O grau reflete o número médio de interações observadas para as espécies de plantas e de abelhas.

Diversidade e Equitabilidade. Serão mensuradas através do índice de Shannon-Wiener (H'), que quantifica a incerteza em prever a identidade de uma espécie da comunidade, dado o número de espécies e distribuição de abundância para cada espécie; E a Equitabilidade de Pielou (J), métrica derivada de H' utilizada para quantificar a distribuição das abundâncias relativas, aproximando-se de zero quando uma espécie é fortemente dominante, e de um quando as espécies da comunidade apresentam abundâncias relativas similares.

Índice de Dominância de Berger-Parker. É a abundância relativa da espécie dominante, sendo medido para identificar a importância da espécie mais abundante para comunidade.

Modelos Lineares Generalizados. Serão construídos para verificar os efeitos do grau de antropização sobre a riqueza e abundância de abelhas.

Diversidade Beta. Mede a diferença entre as diversidades nas UAs utilizando o índice de Sørensen, em conjunto com a diferença nas riquezas e índice de Simpson para mensurar, respectivamente, os componentes de aninhamento e substituição de espécies (*turnover*), como forma de descrever as diferenças entre as comunidades de abelhas das Unidades Amostras.

O teste G será realizado por meio do Software BioEstat 2.0 (Machado e Lopes, 2004), os demais testes serão efetuados através do Software R 4.3.2 (R Development Core Team, 2023).

3.8 Comunicação com a Comunidade

Buscando o apoio das comunidades presentes nas proximidades das Unidades de Conservação, o diálogo será implementado compartilhando informações sobre as espécies-chave da ararinha-azul por meio de folders, posters e guias que tem sido desenvolvidos a partir da Coleção de Invertebrados Terrestres do Museu de Fauna no Laboratório de Entomologia do Cemafauna, UNIVASF.4- NESTE CASO, O LEVANTAMENTO DE ESPÉCIES DE ABELHAS QUE POLINIZAM PLANTAS UTILIZADAS PELAS ARARINHAS AZUIS NÃO GARANTE A CONSERVAÇÃO NEM DAS ABELHAS NEM DAS ARARAS FRENTE A IMPACTOS ANTROPICOS QUE ESTÃO SENDO ABORDADOS NO PROJETO.

4- NESTE CASO, O LEVANTAMENTO DE ESPÉCIES DE ABELHAS QUE POLINIZAM PLANTAS UTILIZADAS PELAS ARARINHAS AZUIS NÃO GARANTE A CONSERVAÇÃO NEM DAS ABELHAS NEM DAS ARARAS FRENTE A IMPACTOS ANTROPICOS QUE ESTÃO SENDO ABORDADOS NO PROJETO.

RESPOSTA: Com a alteração no enfoque do projeto para estudo da rede de interações, o estudo da dinâmica das comunidades presentes nas Unidades de Conservação Ararinha Azul viabiliza a compreensão da sua composição e estrutura, processo essencial para conservação destas espécies de abelhas e plantas. Conforme citado anteriormente, ao contribuir com a conservação destas, a ararinha-azul é indiretamente beneficiada.

5- O PROJETO APRESENTA GRANDE SEMELHANÇA COM OUTRO (Efeitos de perturbações antrópicas em comunidades de abelhas no Parque Nacional Boqueirão da Onça) QUE ABORDAM O MESMO TEMA EM ÁREAS PROXIMAS DE CAATINGA, COM A MESMA METODOLOGIA.

RESPOSTA: De acordo, a metodologia foi devidamente modificada. Para além disso, as áreas Unidades de Conservação da Ararinha Azul e o Parque Nacional Boqueirão da Onça conferem áreas distintas considerando clima, solo e vegetação, apesar de ambas presentes no ecossistema Caatinga e próximas. De modo que, embora apresentem algumas análises semelhantes, poderemos observar diferentes resultados focados nos diferentes objetivos e temática estabelecidos.

Textos adicionados:

(Subseção 3.4 Inventário das Plantas): “Para a coleta, haverá o recolhimento de materiais botânicos férteis (botões florais, flores e/ou frutos presentes), cada espécime terá de 3 a 5 exemplares coletados e serão registrados em uma ficha de campo, na qual serão anotadas informações cruciais, incluindo a data e o número da coleta, o nome do coletor, a denominação popular da planta, seu hábito, bem como características marcantes, a exemplo da coloração de flores e frutos. Posteriormente, seguirá para o processo de herborização conforme as técnicas convencionais de prensagem, secagem, montagem e costura no Herbário do Vale do São Francisco (HVASF), situado na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus de Ciências Agrárias em Petrolina, Pernambuco. Após, para a incorporação dos espécimes na coleção, serão efetuados os processos de identificação com auxílio literário, de taxonomistas presentes no herbário e com cooperação dos programas Flora e Funga do Brasil 2024 e *Specieslink*, seguindo o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).”

(Subseção 3.6 – Rede de interações): “Visando a análise da rede de interações das abelhas e plantas, serão organizadas matrizes contendo dados de presença e ausência, com base nas coletas. As métricas a serem calculadas são: conectância, grau médio, distribuição dos graus e índice de aninhamento, conforme exposto na metodologia por Pigozzo e Viana (2010).”

(Subseção 3.7 – Análise dos dados): “Conectância. Medirá a proporção das conexões observadas, considerando a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações possíveis, sendo este dado pelo produto do número plantas (P) e abelhas (A) da rede ($C = E/A.P$). Para valores percentuais, o valor de C será multiplicado por 100.

Grau médio. Obtido a partir da média aritmética dos graus de todas as espécies. O grau reflete o número médio de interações observadas para as espécies de plantas e de abelhas.”

RESSALVAS AVALIADOR 2

1. Deixar claro na metodologia do que se trata o item 3 do cronograma "Comunicação com a comunidade.

RESPOSTA: De acordo. **Trecho adicionado na subseção 3.8:** “Buscando o apoio das comunidades presentes nas proximidades das Unidades de Conservação, o diálogo será implementado compartilhando informações sobre as espécies-chave da Ararinha-azul por meio de folders, posters e guias que tem sido desenvolvidos a partir da Coleção de Invertebrados Terrestres do Museu de Fauna no Laboratório de Entomologia do Cemafauna, UNIVASF.”



Documento assinado eletronicamente por **Camile Lugarini, Chefe**, em 04/09/2024, às 20:14, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.icmbio.gov.br/autenticidade> informando o código verificador **19682191** e o código CRC **A9D79CE1**.