



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

MARIA MAYARA VIEIRA

**ESPÉCIES ARBÓREAS E SUA IMPORTÂNCIA NA MANUTENÇÃO DE
COLÔNIAS DE *Apis mellifera* L. NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE**

Teresina/PI

2025

MARIA MAYARA VIEIRA

**ESPÉCIES ARBÓREAS E SUA IMPORTÂNCIA NA MANUTENÇÃO DE
COLÔNIAS DE *Apis mellifera* L. NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Biodiversidade e utilização sustentável dos recursos naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Carolina de Abreu

Teresina/PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Calos Castello Branco

V658e

Vieira, Maria Mayara.

Espécies arbóreas e sua importância na manutenção de colônias de *Apis mellifera* L. no semiárido piauiense / Maria Mayara Vieira. – 2025.
74 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina, 2025.

“Orientadora: Prof.^a Dra. Juliana do Nascimento Bendini.”

“Coorientadora: Prof.^a Dra. Maria Carolina de Abreu.”

1. Apicultura. 2. Manejo apícola. 3. Flora nativa - Conservação.
4. Percepção ambiental. I. Bendini, Juliana do Nascimento. II. Abreu, Maria Carolina de. III. Título.

CDD 638.1

MARIA MAYARA VIEIRA

**ESPÉCIES ARBÓREAS E SUA IMPORTÂNCIA NA MANUTENÇÃO DE
COLÔNIAS DE *Apis mellifera* L. NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.


Linha de Pesquisa: Biodiversidade e utilização sustentável dos recursos naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini


Coorientadora: Profa. Dra. Maria Carolina de Abreu

Aprovada em 16 de maio de 2025.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JULIANA DO NASCIMENTO BENDINI
Data: 02/07/2025 16:32:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini (UFPI)
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 MARIA TERESA DO REGO LOPES
Data: 01/07/2025 13:19:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Maria Teresa do Rêgo Lopes
Examinadora Externa (EMBRAPA MEIO NORTE)

Documento assinado digitalmente
 ROSELI FARIAS MELO DE BARROS
Data: 02/07/2025 15:42:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Roseli Farias Melo de Barros
Examinadora Interna (PRODEMA/UFPI)

Dedico esse trabalho à Deus, aos apicultores e apicultoras de Vera Mendes-PI, às minhas orientadoras e à minha família e amigos pela confiança a mim concedida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e coragem para conseguir realizar mais um sonho. À Nossa Senhora, por interceder por mim em todas as situações.

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelas inúmeras oportunidades oferecidas. Aos professores e professoras e aos demais profissionais que compõem a equipe trabalhadora desta Instituição de Ensino Superior.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de mestrado concedida para a realização das pesquisas.

Aos apicultores e apicultoras da Cooperativa dos Pequenos Produtores de Mel de Vera Mendes (COOPVM) pela disponibilidade e colaboração em participar da presente pesquisa.

À minha família, especialmente aos meus pais, Roberto Carlos e Maria José, por serem as mãos que me sustentaram ao longo dessa trajetória, seja por meio de uma oração, de uma palavra de incentivo, de gestos de amor e cuidado que sempre tenho e por me mostrar que perto deles terei o refúgio e o aconchego de que preciso. Amo vocês! Ao meu avô, Manoel Marcelino (*in memoriam*) por ser, para mim, meu maior exemplo de motivação aos estudos! O maior exemplo de superação e adaptação que eu tenho, porque, mesmo sem a visão por muitos anos, encontrava suas maneiras de viver a vida, como ele dizia: O bom da vida não é viver e sim, saber viver! O levarei sempre comigo!

À minha orientadora e amiga, Profa. Dra. Juliana do Nascimento Bendini, que, desde a graduação, sempre acreditou na minha capacidade, mesmo nos meus momentos de insegurança me lançava a frase: “calma, bete (rsrs)! Vamos conseguir juntas.” Meu desejo para o mundo é que existam mais seres humanos como você. Obrigada por toda a paciência e ensinamentos. Para sempre, minha Abelha Rainha!

À minha coorientadora e amiga Profa. Dra. Maria Carolina de Abreu pelos valiosos ensinamentos para quem estava se aventurando pelo mundo das plantas. Sua alegria contagia a minha com seu sorriso radiante (um dos mais lindos que conheço). Obrigada por toda paciência e apoio, “Fulô”!

À minha amiga Profa. Ma. Rebeca Hennemann Vergara de Souza, pelo incentivo e apoio de sempre, desde antes de entrar no mestrado! Obrigada, “Dona Rê” rsrs!

Ao meu parceiro de pesquisa, Adriano Campos, por ter me apoiado e sido um exemplo de parceria em todas as etapas de nossas pesquisas e em nossos perrengues. Sua coragem, determinação e companheirismo me orgulha (embora tenha seus momentos de preguiça rsrs brincadeira). Obrigada, meu amigo e irmão. Agradeço também aos seus pais, dona Auzenir e seu Dedé, que sempre me recebiam com muita alegria em sua residência e me abrigavam enquanto realizava as coletas do presente trabalho. Família que me adotou, agradeço imensamente!

Ao parceiro de pesquisa, Kairo Michel, pelo apoio necessário na pesquisa e pela disponibilidade em me ajudar nos momentos de dificuldade com a palinologia. Obrigada!

À Ma. Milena Vaz pela disposição em ajudar nas análises dos dados sobre a percepção dos apicultores e apicultoras. Muito obrigada!

Ao Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense (GEASPI), coordenado pela professora Juliana, por todas as oportunidades de leituras e apresentações de trabalho. Agradeço aos integrantes do grupo, Ana Livia, Mirele, Rayllanny, Carppgyamm, Victor, Marcos e Adriano pela colaboração e apoio nas reuniões.

A Edilberto Oliveira, por me proporcionar todo o suporte necessário para eu alcançar a linha de chegada. De todos os suportes, o essencial foi o suporte emocional que me segurou para eu não cair e, assim, prosseguir. O mundo é uma guerra e você esteve/está nas “trincheiras” a lutar comigo. Te amo!

Ao meu primo e irmão, Welligton Borges, por toda força e motivação a trilhar meu caminho. Tenho muito orgulho de você, o primeiro Mestre da família rsrs.

À minha tia de coração, Cleonice César, por toda vibração e alegria em minhas conquistas, por toda palavra de incentivo e por todas as vezes que rogou a Deus por mim! Aonde eu for, sempre me lembrarei do seu carinho e dos abraços aconchegantes. Obrigada, minha tia!

Às minhas amigas Camila Sousa, Laurene Lopes e Ana Caroline por ter sido a minha família durante essa jornada. Obrigada pelas inúmeras risadas, brincadeiras, danças e rolês que alegraram os meus dias, principalmente os mais exaustivos. Obrigada meninas, para sempre Ap. 101. Agradeço por fazerem de seus amigos, os meus também! Em especial, deixo meus sinceros agradecimentos à Camila por ter sido fonte de alegria e acalento desde que a conheci. Muito obrigada, minha amiga e irmã!

A Igor, Maria, Rayara Vitória e Thayssa Maira, pela ajuda imprescindível na montagem das exsiccatas no Herbário Graziela Barroso da Universidade Federal do Piauí em Teresina, obrigada a todos! Em especial, agradeço ao meu amigo e colega de grupo de pesquisa, Marcos, pela constante disposição em ajudar, obrigada!

Aos meus amigos de longa data, Yone Caroline, Valdiele Mendes, Alícia Kelly, Max Carvalho e Weika Reis, pelas risadas, rolês e, principalmente, pelas palavras de incentivo. E aos amigos que conheci durante o mestrado. Obrigada, amigos e amigas!

E, por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização de mais um sonho!

“Ah, as árvores são importantes para a vida das abelhas, porque se não fossem as árvores, o que seriam delas, né? E da gente também?”
(Apicultor veramendense)

RESUMO

No Piauí, a apicultura é uma das atividades econômicas mais importantes para os produtores rurais, especialmente no território semiárido. Por outro lado, a escassez de recursos alimentares para as abelhas e as condições climáticas adversas ocorrentes durante o período de estiagem, impõem desafios à manutenção das colônias de abelhas africanizadas. Diante disso, recomenda-se a adoção de estratégias a fim de minimizar o impacto do clima nas abelhas. Nesse sentido, objetivou-se verificar a contribuição das árvores para a manutenção da apicultura em uma região semiárida do Piauí e a percepção dos apicultores associada a essas espécies. O estudo foi realizado no município de Vera Mendes, onde foram coletadas as cargas polínicas de abelhas campeiras, quinzenalmente em diferentes horários do dia, entre os meses de setembro e novembro. Para a abordagem quali-quantitativa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com apicultores(as), cujos depoimentos foram analisados por meio da análise de conteúdo. Os resultados indicaram a presença de 10 tipos polínicos nas cargas de pólen das abelhas. Desses, quatro correspondiam a espécies arbóreas (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild, *Spondias tuberosa* Arruda, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc.). No entanto, o tipo *Sarcomphalus joazeiro* foi mais frequente (52,77%) e ocorreu durante todo o período estudado. Ao comparar a diversidade de tipos polínicos nas amostras com e sem a predominância do referido tipo polínico, observou-se que o índice de *Shannon* foi significativamente menor nas amostras com predominância do tipo *Sarcomphalus joazeiro*, sugerindo um comportamento de constância floral adotado pelas abelhas. A análise indicou diferença estatística apenas na segunda quinzena de setembro ($p = 0.036$), embora a tendência de menor diversidade tenha persistido ao longo do período estudado. No que se refere à percepção dos apicultores, embora o papel das árvores e em especial do Juazeiro (*S. joazeiro*) no fornecimento de recursos alimentares e na manutenção das colônias durante a estiagem tenha sido reconhecido, o marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.), cujo florescimento ocorre durante o período chuvoso e que apresenta alto potencial produtivo, foi a espécie considerada mais importante. O sombreamento arbóreo não é uma estratégia amplamente adotada pelos apicultores e poucos reconhecem a importância das árvores para o conforto térmico das colônias. Os desmatamentos foram frequentemente apontados como causas da redução da vegetação. Concluiu-se que, embora as árvores desempenhem um papel essencial na manutenção das colônias durante a estiagem - em especial o Juazeiro, espécie chave para apicultura praticada no semiárido - a espécie vegetal mais valorizada pelos(as) apicultores(as) da região não floresce nesse período, sugerindo uma associação direta entre o marmeleiro e a produção imediata de mel. Assim, recomenda-se o aprimoramento de ações educativas sobre a importância da conservação das árvores nativas, especialmente do *S. joazeiro*, como uma estratégia essencial para a apicultura no contexto climático do semiárido.

Palavras-chave: Apicultura, manejo apícola, conservação da flora nativa, percepção ambiental.

ABSTRACT

In Piauí, beekeeping is one of the most important economic activities for rural producers, especially in the semi-arid region. However, the scarcity of food resources for bees and the adverse climatic conditions during the dry season pose challenges to the maintenance of Africanized honeybee colonies. In light of this, it is recommended that strategies be adopted to minimize the impact of climate on bees. Accordingly, this study aimed to assess the contribution of trees to the sustainability of beekeeping in a semi-arid region of Piauí and to understand beekeepers' perceptions regarding these species. The research was conducted in the municipality of Vera Mendes, where pollen loads were collected from forager bees every two weeks at different times of the day, between September and November. A qualitative and quantitative approach was employed, including guided tours, participant observation, and semi-structured interviews with beekeepers. The interviews were analyzed using content analysis. Results indicated the presence of ten pollen types in the bees' pollen loads. Of these, four corresponded to tree species (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild, *Spondias tuberosa* Arruda, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, and *Aspidosperma pyriforme* Mart. & Zucc.). Among them, *S. joazeiro* was the most frequent (52.77%) and was present throughout the entire study period. When comparing the diversity of pollen types in samples with and without the predominance of this species, the *Shannon* index was significantly lower in samples dominated by *S. joazeiro*, suggesting a floral constancy behavior exhibited by the bees. A statistically significant difference was found only in the second half of September ($p = 0.036$), although the trend of lower diversity persisted throughout the study period. Regarding the beekeepers' perceptions, although the role of trees—especially the juazeiro (*S. joazeiro*)—in providing food resources and supporting colonies during the dry season was recognized, the marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.), which blooms during the rainy season and has high productive potential, was considered the most important species. Tree shading is not a widely adopted strategy among beekeepers, and few recognize the importance of trees in providing thermal comfort to the colonies. Deforestation was frequently cited as a cause of vegetation loss. In conclusion, although trees play a vital role in sustaining bee colonies during the dry season—especially *S. joazeiro*, a key species for beekeeping in the semi-arid region—the plant species most valued by local beekeepers does not bloom during this period, suggesting a direct association between *C. blanchetianus* and immediate honey production. Therefore, educational initiatives that emphasize the importance of conserving native tree species, particularly *S. joazeiro*, are recommended as an essential strategy for beekeeping under semi-arid climatic conditions.

Keywords: Beekeeping, beekeeping management, native flora conservation, environmental perception.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Delimitação do Semiárido Brasileiro (2024) 4

Artigo 1

Figura 1 - Tipos polínicos encontrados nas cargas polínicas das abelhas campeiras no apiário experimental no município de Vera Mendes, Piauí 22

Figura 2 - Comparação dos índices de diversidade (*Shannon*) entre as cargas polínicas com e sem predominância de *Sarcomphalus joazeiro* coletadas no município de Vera Mendes, Piauí 27

Artigo 2

Figura 1 - Nuvem de palavras dos principais efeitos adversos do clima semiárido às colônias de abelhas, segundo a percepção dos(as) apicultores(as) de Vera Mendes, Piauí40

Figura 2 - Importância atribuídas às árvores pelos apicultores(as) de Vera Mendes, Piauí46

Figura 3 - Nuvem de palavras das principais árvores para a apicultura local, segundo a percepção dos(as) apicultores(as) do município de Vera Mendes, Piauí48

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 - Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos presentes nas cargas de pólen das abelhas por horário, quinzenalmente, durante os meses de estiagem no município de Vera Mendes, Piauí 23

Tabela 2 - Médias dos índices de diversidade (*Shannon*) calculados por amostra (mês e horário) de acordo com a presença ou ausência do tipo polínico *Sarcomphalus joazeiro* nas amostras coletadas em Vera Mendes, Piauí 26

Tabela 3 - Biologia floral e oferta de recursos florais para as abelhas das espécies vegetais mais frequentes nas cargas polínicas das abelhas coletadas durante o período de estiagem, Vera Mendes, Piauí 29

Artigo 2

Tabela 1 - Estratégias de adaptação para a manutenção das colônias de abelhas mencionadas pelos apicultores e pelas apicultoras de Vera Mendes, Piauí42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAAE - Certificado de Apresentação de Apreciação Ética

CASA APIS - Central de Cooperativas Apícolas do Semiárido Brasileiro

COMAPI - Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes

CONDEL – Conselho Deliberativo

COOPVM - Cooperativa dos Pequenos Produtores de Mel de Vera Mendes

GEASPI – Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INSA – Instituto Nacional do Semiárido

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFPI – Universidade Federal do Piauí

WMO - Organização Meteorológica Mundial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Delimitação do Semiárido	3
2.2	Apicultura piauiense	5
2.3	Espécies arbóreas importantes para a manutenção de colônias de abelhas (<i>Apis mellifera</i> L.) no semiárido	7
	REFERÊNCIAS	10
	ARTIGO 1: FIDELIDADE FLORAL OU RESPOSTA À ESCASSEZ? A IMPORTÂNCIA DE <i>Sarcomphalus joazeiro</i> (MART.) HAUENSCHILD (juazeiro) PARA A APICULTURA PRATICADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	17
1	INTRODUÇÃO	18
2	MATERIAL E MÉTODOS	19
2.1	Área de estudo	19
2.2	Coleta e identificação do pólen coletado pelas colônias de abelhas	19
2.3	Cálculo da diversidade polínica	20
2.4	Análise estatística	21
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	ARTIGO 2: PERCEPÇÃO DE APICULTORES SOBRE ÁRVORES NA MANUTENÇÃO DE <i>Apis mellifera</i> L. NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE	36
1	INTRODUÇÃO	36
2	MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1	Área de estudo	37
2.2	Coleta de dados	38
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	APÊNDICES	59
	APÊNDICE A	60

1 INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino é caracterizado por apresentar longos períodos de estiagem e secas recorrentes, regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e pelo curto período de precipitações, além de intensa variabilidade climática natural, abrangendo um território que representa uma área exposta e altamente vulnerável às mudanças climáticas (Marengo *et al.*, 2011).

A economia dessa região é tradicionalmente baseada em atividades agropecuárias (Cavalcanti Junior; Lima, 2019), com destaque à apicultura que durante os anos em que a precipitação se encontra em torno ou acima da média, assume cerca de 38% da produção brasileira de mel (IBGE, 2023).

Apesar do crescimento emergente da produção apícola na região semiárida do Nordeste, em razão da boa adaptabilidade das abelhas africanizadas à vegetação da Caatinga, os apicultores sofrem, anualmente, com a perda de colônias que, em virtude dos longos períodos de estiagem abandonam suas colmeias (Vidal, 2017), representando prejuízos na produtividade de mel (Gonçalves; Jong; Gramacho, 2010).

Embora muitos apicultores recuperem suas colônias perdidas durante a estiagem por meio da captura de enxames transitórios que ocorrem no início do período chuvoso (Chagas *et al.*, 2024), o tempo necessário para que essas colônias recém estabelecidas comecem a produzir mel, muitas vezes impede o aproveitamento de importantes floradas. Por essa razão, a dinâmica climática semiárida exige do apicultor regional uma atenção mais precisa na condução da atividade (Souza, 2007), uma vez que a produção de mel ocorrerá principalmente no período de chuvas e, por isso, o manejo inadequado e a perda das colônias durante o período de estiagem podem comprometer toda a produção do ano.

Desse modo, pesquisas têm sido realizadas para estabelecer metodologias que possam minimizar os efeitos climáticos do semiárido na apicultura piauiense, a exemplo de Alencar (2005), Pereira *et al.* (2007), Lopes *et al.* (2011), Uchôa *et al.* (2012), Melquíades, Bendini e Moura (2020).

Nesse contexto, o conhecimento acerca das floradas que fornecem alimentos às abelhas e a conservação e multiplicação dessas espécies configuram-se como estratégias de manejo fundamentais para o desenvolvimento da atividade apícola, especialmente durante o período de estiagem (Alcoforado Filho, 1996; Aleixo *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2016; Moraes *et al.*, 2020; Bendini *et al.*, 2021; Vasconcelos *et al.*, 2021).

Cabe salientar que, em decorrência das mudanças climáticas, Oliveira *et al.* (2020), Moura *et al.* (2023) e Oliveira *et al.* (2024) preveem um aumento da aridez no domínio vegetacional da Caatinga para os próximos anos, provocando mudanças na diversidade e na distribuição espacial das comunidades vegetais, ocasionando uma abundância restrita de determinadas espécies em certos locais. Nesse cenário, a apicultura assume uma grande relevância ecológica ao promover, por meio da polinização realizada pelas abelhas, a conectividade entre essas comunidades. Moura *et al.* (2023) destacam ainda a importância da conservação da floresta nativa, em especial das árvores, dada sua relevância como estoques de carbono.

Considerando a relação entre a apicultura e a conservação da vegetação de Caatinga, objetivou-se com esse trabalho, verificar a contribuição das espécies arbóreas para a mitigação dos efeitos climáticos do período de estiagem nas colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no município de Vera Mendes, Piauí. Os objetivos específicos foram 1) identificar os tipos polínicos nas cargas de pólen de abelhas campeiras; 2) verificar a dinâmica de forrageamento das abelhas africanizadas por meio da presença dos tipos polínicos nas cargas de pólen entre os horários durante os meses em estudo; 3) estabelecer as categorias de análise a partir dos depoimentos dos apicultores e apicultoras sobre a percepção da importância das árvores na manutenção das abelhas africanizadas durante a estiagem.

A partir do presente trabalho buscou-se responder as seguintes perguntas centrais: 1) qual a contribuição das árvores para a manutenção das colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) durante o período de estiagem no semiárido piauiense? e 2) qual a percepção dos(as) apicultores(as) em relação à importância dessas espécies arbóreas?

Diante dos questionamentos, elaborou-se as seguintes hipóteses: 1) as árvores que florescem durante o período de estiagem são essenciais para manter as colônias de abelhas africanizadas e 2) os apicultores não percebem a importância das árvores para a manutenção das colônias de abelhas na estiagem.

Para melhor organização, a presente dissertação está estruturada em Elementos Pré-Textuais, Introdução, Revisão de Literatura, Referências, dois artigos e Considerações Finais. Os dois artigos apresentados nesse trabalho estão intitulados como “Fidelidade floral ou resposta à escassez? A importância de *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (juazeiro) para a apicultura praticada no semiárido brasileiro” (Artigo 1) e “Árvores como suporte à apicultura: percepção de apicultores do semiárido piauiense” (Artigo 2).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Delimitação do Semiárido

A primeira delimitação, no Brasil, de uma área sistematicamente atingida por crises climáticas, conhecidas como “secas”, data de 1936. A partir dessa data, uma série de normativas estabeleceram critérios e políticas públicas para o que era conhecido como “polígono das secas”. A Constituição Federal, de 1988, introduziu a nomenclatura "semiárido", permitindo compreender os desafios dessas regiões a partir de sua situação bioclimática e o enfrentamento à carga simbólica negativa da designação anterior.

No Brasil, a delimitação do território de abrangência do clima semiárido, referido apenas como “semiárido” ou “região semiárida”, é estabelecida por uma normativa federal, a Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017, da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), vinculada ao então Ministério da Integração Nacional. A Resolução nº 115, de 22 de novembro de 2017, sancionada pela Diretoria Colegiada da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, adicionou 73 municípios à relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107/2017 (BRASIL, 2017).

Ademais, a Portaria nº 80, de 27 de julho de 2021 do Ministério da Integração Nacional/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste passou a considerar a necessidade de revisar a delimitação do Semiárido brasileiro aprovada pelo Conselho Deliberativo da Sudene em 2017 (BRASIL, 2021a). Posteriormente, pela Proposição nº 151, de 6 de dezembro de 2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional, decidiu-se realizar a revisão da delimitação do Semiárido Brasileiro, segundo critérios técnicos e científicos definidos em relatório pela SUDENE (BRASIL, 2021b).

Diante disso, a Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021 aprova a Proposição nº 151/2021, sancionada pela Diretoria Colegiada da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que apresenta a regra de transição para os municípios excluídos da região semiárida no processo de revisão (Figura 1) e o Relatório Técnico dele constando os seguintes critérios:

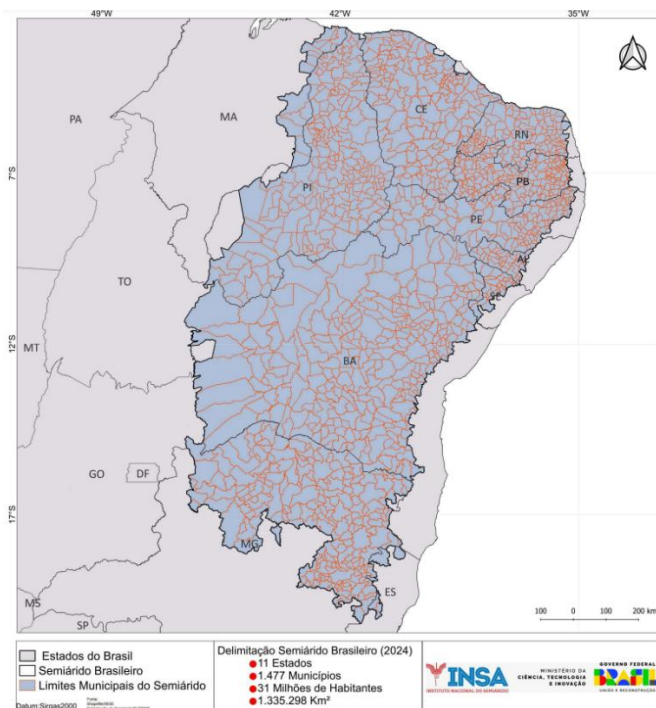
- I - Os critérios técnicos e científicos adotados na nova delimitação do Semiárido:
 - a) Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm (oitocentos milímetros);

b) Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 (cinco décimos de inteiro);
e

c) Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (sessenta inteiros por cento) considerando todos os dias do ano.

II - A relação de municípios habilitados e apresentados a este Colegiado como integrantes do Semiárido inscrito na área de atuação da Sudene, que alcançaram pelo menos um dos critérios elencados nas alíneas do inciso acima em qualquer porção de seu território (BRASIL, 2021c).

Figura 1 - Delimitação do Semiárido Brasileiro (2024).



Fonte: INSA (2024).

Essas reformulações e revisões relacionadas à delimitação da região semiárida se tornam necessárias, porque, de acordo com Marengo *et al.* (2020), as mudanças climáticas recorrentes no Brasil, com a possibilidade de aumento da temperatura para as próximas décadas, podem causar alterações na área de abrangência do semiárido.

Esse clima é caracterizado pelos longos períodos de estiagem, marcado pelas chuvas irregulares, altas taxas de evapotranspiração e altas temperaturas que, naturalmente, limitam a produtividade de cobertura vegetal e fragilizam principalmente o solo da Caatinga (Antonino *et al.*, 2000; Marengo *et al.*, 2011; Marengo; Cunha; Alves, 2016). Nesse sentido, atividades de baixo impacto ambiental são apropriadas para viabilizar o desenvolvimento socioeconômico da região semiárida, dentre elas está a apicultura (Silva; Soares; Navas, 2020; Mata *et al.*, 2024).

Atividade considerada apropriada, porque a criação de abelhas permite a manutenção da biodiversidade da vegetação local por meio da polinização realizada por esses insetos, contribuindo diretamente para a manutenção da cobertura florestal da Caatinga (Benevides; Carvalho, 2009; Prediger; Ahlert, 2019).

Vale destacar que, a Caatinga é um domínio vegetacional exclusivo do território brasileiro com uma rica diversidade florística de variadas adaptações ao clima, caracterizando o semiárido brasileiro como o mais biodiverso do mundo (Nascimento; Ferreira; Moura, 2013; Seyffarth; Rodrigues, 2017; Fernandes; Queiroz, 2018). Por outro lado, Moura *et al.* (2023) estimaram a diminuição de cerca de 90% da vegetação da Caatinga nos próximos anos em decorrência do avanço das mudanças climáticas. Segundo os autores, a diminuição da biodiversidade vegetal, em especial de espécies arbóreas, indica uma ruptura dos serviços ecossistêmicos entre as espécies bióticas e, diante disso, eles ressaltam a necessidade da existência de planejamentos de conservação das matas nativas, a longo prazo, como estratégia para mitigar os efeitos do clima.

2.2 Apicultura piauiense

Entre os Estados que apresentam áreas territoriais inseridas na atual delimitação do semiárido brasileiro, o Piauí se destaca. O Estado é o terceiro maior da região Nordeste em extensão territorial, possuindo 215 municípios em área compreendida no semiárido (BRASIL, 2021c). A diversidade floral, associada a esse vasto território e a variabilidade climática existente, representam um grande potencial apícola (Bendini *et al.*, 2021), o que tem contribuído para que o Piauí ganhe visibilidade como maior exportador de mel do país (MDIC COMEX STAR, 2023).

De acordo com Veloso Filho *et al.* (2012, p.33):

A apicultura racional chegou ao Piauí no início dos anos 1980. Os autores apontam alguns fatores para o seu desenvolvimento: (a) a vinda de apicultores de outros estados, atraídos por uma região que já era conhecida pela produção extrativista dos meleiros; (b) a atuação de órgãos públicos, cujas equipes técnicas anteciparam as possibilidades da apicultura na geração de oportunidades de trabalho e de renda; e (c) iniciativas de organizações não

governamentais, como a igreja católica, em seu trabalho de assistência social, e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), com o fomento a projetos agroindustriais e ao associativismo.

A apicultura brasileira iniciou uma participação crescente no mercado externo com as exportações do mel no ano de 2002 (Perosa *et al.*, 2004). Nesse mesmo ano, o mel piauiense começou, pela primeira vez, a participar do mercado internacional por meio da Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes (COMAPI), pela comercialização de mel orgânico (Veloso Filho *et al.*, 2012). A partir desse marco, o Piauí passou a ter visibilidade em termos de produção e exportação de mel orgânico certificado.

A Central de Cooperativas Apícolas do Semiárido Brasileiro (CASA APIS), fundada em 2005 no município de Picos-PI, é um empreendimento de importância social e econômica com parcerias comerciais no mercado nacional e internacional, possuindo grande aparato tecnológico para o processamento de mel orgânico¹.

A apicultura piauiense tem na região semiárida, especialmente nas microrregiões Alto Médio Canindé, São Raimundo Nonato e Picos, respectivamente, as maiores produções de mel (IBGE, 2023). Vale destacar que, em consulta ao Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (MAPA, 2022), é possível observar que os 1062 cadastros ativos de produtores de mel orgânico são provenientes de 74 municípios, sendo que destes, apenas quatro não estão inseridos na área de abrangência do semiárido.

O crescimento eminente da atividade apícola tem garantido incremento na renda e melhoria das condições de vida para os pequenos produtores rurais da região semiárida (Lourenço; Cabral, 2016). É importante destacar que a produção de mel no Piauí é desenvolvida principalmente por agricultores rurais que, em sua maioria, possuem menos de 100 colmeias para a extração de mel (Khan *et al.*, 2014). Segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDICE, 2021), esse produto, de caráter familiar, ocupa o terceiro lugar entre os produtos exportados pelo Piauí.

No entanto, as condições do ambiente semiárido durante o período de estiagem dificultam a manutenção da atividade apícola. A escassez de recursos alimentares, juntamente com o efeito do calor (intensificado devido à característica caducifolia da vegetação), contribuem eminentemente para as perdas de colônias de abelhas e, conseqüentemente, perda

¹ Informações disponíveis no site <http://www.casaapis.com.br/pt-br/page/quem-somos/>

de produtividade de mel nos apiários (Bendini *et al.*, 2021). Nessas condições, é importante que os apicultores adotem estratégias que minimizem os efeitos do clima semiárido, como fornecer alimentação suplementar, sombreamento, água e realizar a seleção de rainhas resistentes às condições do clima semiárido (Ribeiro *et al.*, 2019).

As alterações climáticas que ocasionam a escassez severa de chuvas, as temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação afetam, em especial, as populações do campo (Marengo *et al.*, 2011). E nesse sentido, Marengo, Cunha e Alves (2016), alertam para a necessidade da adoção de medidas que visam um melhor preparo para as secas entre essas populações mais vulneráveis. Segundo os autores, essas populações não recebem informações necessárias para melhor adaptação aos impactos desses fenômenos climáticos.

2.3 Espécies arbóreas importantes para a manutenção de colônias de abelhas (*Apis mellifera* L.) no semiárido

A flora apícola é o conjunto de plantas que fornecem néctar e pólen às abelhas em uma região (Vidal; Santana; Vidal, 2008; Santos; Sousa; Silveira Neto, 2022). No Piauí, a flora apícola é rica e diversificada devido a presença de formações vegetais variadas localizadas em áreas ecotonais entre o Cerrado e a Caatinga, formando um mosaico de paisagens (Santos Filho; Sousa, 2018; Macedo *et al.*, 2019). Dessa forma, o estado apresenta grande potencial na produção de produtos apícolas diversos e únicos, além do mel (Queiroz; Barbosa; Azevedo, 2001).

O estudo de Bendini *et al.* (2021), realizado por meio do mapeamento florístico em áreas de abrangência da Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplicio Mendes, revelou que apiários instalados em áreas de vegetação adensada tiveram maior produtividade de mel. Diante dos resultados, os autores ressaltaram a importância da implementação de projetos de reflorestamento voltados ao adensamento da flora apícola para o aumento significativo na produtividade das colônias de abelhas.

Embora a produção de mel esteja diretamente relacionada ao consumo de néctar pelas abelhas (Crane, 1983), o pólen disponibilizado pelas flores merece maior atenção no que se refere ao desenvolvimento e à manutenção das colônias. Segundo Mayda *et al.* (2020) o pólen é a principal fonte de proteínas na alimentação das abelhas, sendo muito utilizado para alimentar as crias na fase de desenvolvimento.

No estudo de Camilli *et al.* (2020) observou-se que o desenvolvimento das células secretoras das glândulas mandibulares foi significativamente maior em abelhas operárias que foram alimentadas com ração enriquecida com proteína bruta. Em relação às glândulas hipofaríngeas, Omar *et al.* (2017) observaram, em sua pesquisa, que diferentes dietas proteicas presentes na alimentação de abelhas jovens têm efeitos positivos no desenvolvimento dessas glândulas. As glândulas mandibulares e as faríngeas produzem a geleia real que é um alimento exclusivo para a abelha rainha e essencial para as larvas em desenvolvimento (El-Guendouz; Lyoussi; Miguel, 2020) e, assim, a manutenção da fisiologia das glândulas das abelhas é crucial para a nutrição e o crescimento das colônias.

Nesse sentido, uma dieta diversificada de pólen é importante para suprir as necessidades nutricionais das abelhas (Donkerley *et al.*, 2017; Brys; Skowronek; Strachecka, 2021). Nesse contexto, Alaux *et al.* (2010) evidenciaram em seu estudo que dietas poliflorais melhoraram algumas funções do sistema imunológico em comparação com dietas monoflorais. Além disso, no que se refere à longevidade das abelhas, na pesquisa desenvolvida por Wang *et al.* (2014) foi evidenciado que operárias alimentadas com pólen e geleia real ou somente pólen apresentaram melhor sobrevivência em relação as operárias que não receberam nenhum desses alimentos.

Vale sublinhar ainda, que o crescimento e o desenvolvimento saudável das abelhas estão ligados a uma dieta proteica equilibrada de nutrientes em sua composição. Filipiak *et al.* (2017) e Cook *et al.* (2003) sugerem que as abelhas têm preferências pela coleta de pólen que seja rico em aminoácidos essenciais. Assim, a falta de algum nutriente, em especial os aminoácidos essenciais, na alimentação das abelhas pode acarretar prejuízos na saúde e na manutenção da colônia (Brodschneider; Crailsheim, 2010; Filipiak *et al.*, 2022).

Em decorrência das condições climáticas, o suprimento de alimento, especialmente o pólen, é reduzido no período de estiagem no semiárido (Borges; Silva; Nascimento, 2022). Durante esse período, a diversidade de plantas em florescimento diminui, principalmente as ervas, sendo as árvores as principais fontes de pólen para as abelhas (Silva; Bastos; Sobreira, 2014). Nesse sentido, Moraes *et al.* (2020) ressaltam a necessidade de as abelhas estarem próximas a área com espécies arbóreas que apresentam floração durante o período de estiagem, como a aroeira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl) e o juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild).

Outro fator importante a ser mencionado é que o funcionamento da colônia é diretamente influenciado por fatores ambientais e, conforme as condições climáticas da região, as abelhas

podem sofrer alterações fisiológicas e até comportamentais (Kovac *et al.*, 2014). Dentro da colmeia, o controle da temperatura é primordial para o bom desenvolvimento das crias e para a sobrevivência da colônia (Domingo; Gonçalves, 2014). Em razão disso, as abelhas precisam manter a temperatura na área de cria na faixa 34-35 °C, independente da temperatura externa (Eskov; Toboev, 2009).

As abelhas regulam o microclima dentro da colmeia a partir de mecanismos de termorregulação que ajudam a controlar a temperatura (Jarimi; Tapia-Brito; Riffat, 2020). Em condições de altas temperaturas, as abelhas utilizam estratégias para promover o arrefecimento da colônia, como o batimento das asas para transportar o ar quente para fora da colmeia, aliado a coleta de água para o resfriamento por evaporação (Reddy; Kavitha, 2016; Villepin, 2024). Diante disso, para evitar o gasto energético e tempo das abelhas ao realizar o processo de resfriamento da colônia, é fundamental que os apicultores instalem seus apiários em locais sombreados, especialmente embaixo de árvores com boa capacidade de sombra no período de estiagem (Lopes *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2017).

Carvalho *et al.* (2019) observaram que os apicultores de São Raimundo Nonato, instalam suas colônias de abelhas embaixo de árvores nativas como alternativa de sombreamento das colmeias no semiárido piauiense. Os autores ressaltam a prática como uma medida favorável à atenuação dos efeitos das altas temperaturas pela insolação direta nas colônias, melhorando o desenvolvimento das abelhas e a qualidade do mel.

Segundo Pereira *et al.* (2014), a técnica de sombreamento das colônias é indispensável em regiões semiáridas. Nessa perspectiva, Lopes *et al.* (2011) observaram que o sombreamento fornecido por árvores foi benéfico para o desenvolvimento das colônias de abelhas e favoreceu o comportamento de coletas de alimentos por elas na região de Castelo do Piauí. Contudo, Santos, Domingos e Gramacho (2017) enfatizam que os apicultores devem ter o cuidado para a escolha de árvores não caducifólias, a fim de que as colônias de abelhas fiquem sombreadas durante o período de estiagem, como o juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild), caju (*Anacardium occidentale* L.) e o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc) como espécies arbóreas que permanecem verdes durante o período de estiagem no semiárido piauiense (Pereira *et al.*, 2004).

Considerando as condições climáticas características dessa região semiárida e seus efeitos na manutenção das colônias de abelhas, deflagrados principalmente durante o período de estiagem (Holanda-Neto *et al.*, 2015; Vidal, 2017; Domingos *et al.*, 2018; Melquíades; Bendini; Moura, 2020; Bendini *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2023), o conhecimento sobre espécies

arbóreas apícolas de uma região, especialmente as que florescem e permanecem com a copa verde durante o período de estiagem no semiárido, se configura como uma estratégia essencial para que os apicultores melhorem a produção e a manutenção de suas colônias de abelhas (Aleixo *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2016; Borges; Silva; Nascimento, 2022), possibilitando ainda, a multiplicação dessas espécies apícolas para incrementar o pasto apícola e conseqüentemente, a produtividade dos apiários (Bendini *et al.*, 2021).

REFERÊNCIAS

ALAUX, C.; DUCLOZ, F.; CRAUSER, D.; LE CONTE, Y. Efeitos da dieta na imunocompetência das abelhas. **Biology letters**, Sheffield, v. 6, n. 4, p. 562-565, 2010.

ALCOFORADO FILHO, F. G. Flora apícola e seu aproveitamento. *In: Anais. CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA*, 11., 1996, Teresina, PI... Teresina: CBA, p. 131-134. 1996.

ALEIXO, D. L.; ARAÚJO, W. L.; AGRA, R. S.; MARACAJÁ, P. B.; SOUSA, M. J. Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões polos do estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 4, p. 262-270, 2014.

ALENCAR, L. C. **Efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em região semiárida**. 99 f., 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – UFPI, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

ANTONINO, A. C. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; DALL’OLIO, A.; SALCEDO, I. H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semiárido do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]**. Campina grande, v. 4, n. 1, p. 29-34, 2000.

BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C.; BARROS, R. F. M.; MEDEIROS, S. V.; ABREU, M. C.; MELQUIADES, C. D. C. V. Mapping bee flora in honey producing areas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil. **Revista Agro@ mbiente On-line**, Roraima, v. 15, p. 1-14, 2021.

BENEVIDES, S.; D.; DE CARVALHO, F. G. Levantamento da flora apícola presente em áreas de caatinga do município de Caraúbas–RN. **Sociedade e Território**, Natal, p. 44-54, 2009.

BORGES, R. L. B.; SILVA, J.; NASCIMENTO, J. S. Perfil botânico do pólen apícola produzido por *Apis mellifera* L., 1758 em um apiário localizado no semiárido baiano. **Paubrasilia**, Porto seguro, v. 5, p. 1-11, 2022.

BRASIL, Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Resolução CONDEL/SUDENE N° 150, de 13 de dezembro de 2021**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2021c. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/hierarquia/resolucoes->

[conselho-deliberativo/resolucao-condel-sudene-no-150-de-13-de-dezembro-de-2021](#) Acesso em: 16 out. 2024.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**. Diário Oficial da União. Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2017. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-115-de-23-de-novembro-de-2017-739564>. Acesso em: 25 out 2024.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Portaria SUDENE nº 80, de 27 de julho de 2021**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/ptbr/acessoainformacao/legislacao/hierarquia/portarias/portaria-ndeg-80-de-27-de-julho-de-2021>. Acesso em: 16 mai 2023.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Proposição nº 151, de 06 de dezembro de 2021**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/10proposicao1512021nv.pdf> Acesso em: 17 out. 2024.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, Heidelberg, v. 41, n. 3, p. 278-294, 2010.

BRYŚ, M. S.; SKOWRONEK, P.; STRACHECKA, A. Pollen diet - Properties and impact on a bee colony. **Insects**, Basileia, v. 12, n. 9, p. 798, 2021.

CAMILLI, M. P.; BARROS, D. C.; JUSTULIN, L. A.; TSE, M. L.; ORSI, R. D. O. Protein feed stimulates the development of mandibular glands of honey bees (*Apis mellifera*). **Journal of Apicultural Research**, Londres, v. 60, n. 1, p. 165-171, 2020.

CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B.; SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2019.

CAVALCANTI JUNIOR, C. A. A.; LIMA, J. P. R. O SEMIÁRIDO NORDESTINO: EVOLUÇÃO RECENTE DA ECONOMIA E DO SETOR INDUSTRIAL. **Revista Econômica do Nordeste**, Ceará, v. 50, n. 3, p. 69-88, 2019.

CHAGAS, N. O. S.; MORAIS, L. D. S.; DOMINGOS, H. G. T.; SILVA, L. A.; ARAUJO NETO, E. R.; GRAMACHO, K. P. AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE MULTIPLICAÇÃO DE ENXAMES DE ABELHAS AFRICANIZADAS. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 31, p. 1-11, 2024.

COOK, S. M.; AWMACK, C. S.; MURRAY, D. A. E. WILLIAMS, I. H. Are bee foraging preferences affected by pollen amino acid composition? **Ecological Entomology**, Londres, v. 28, n. 5, p. 622-627, 2003.

CRANE, E. **Livro do mel**. 2.ed. São Paulo, SP: Nobel, 1983. 226 p.

DOMINGOS, H. G. T.; GONÇALVES, L. S. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 8, n. 3, p. 150-154, 2014.

DOMINGOS, H. G. T.; SOMBRA, D. S.; SANTOS, R. G.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Surface temperature and heat transfer between body regions of africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in hives under sun and shade conditions in the Northeastern Semi-arid Region of Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Teerã, v. 8, n. 1, p. 28-35, 2018.

DONKERSLEY, P.; RHODES, G.; PICKUP, R. W.; JONES, K. C.; POWER, E. F.; WRIGHT, G. A.; WILSON, K. Nutritional composition of honeybee food stores vary with floral composition. **Oecologia**, Heidelberg, n. 1, n. 185, 749–761, 2017.

EL-GUENDOZ, S.; LYOUSSI, B.; MIGUEL, M. G. Insight into the chemical composition and biological properties of Mediterranean royal jelly. **Journal of Apicultural Research**, Londres, v. 59, n. 5, p. 890-909, 2020.

ESKOV, E. K.; TOBOEV, V. A. Flutuações exógenas e endógenas da atividade termorregulatória em abelhas. **Biology Bulletin**, Heidelberg, v. 36, n. 2, p. 205-211, 2009.

FERNANDES, T. B.; QUEIROZ, J. M. A Caatinga: o bioma mais biodiverso do semiárido brasileiro. In: CAMPOS, J. S.; SANTOS, F. L. B. (orgs.). **A Caatinga no século XXI: políticas públicas, desenvolvimento e conservação**. Recife: EDUFPE, p. 47-76, 2018.

FILIPIAK, M.; KUSZEWSKA, K.; ASSELMAN, M.; DENISOW, B.; STAWIARZ, E.; WOYCIECHOWSKI, M.; WEINER, J. Ecological stoichiometry of the honeybee: Pollen diversity and adequate species composition are needed to mitigate limitations imposed on the growth and development of bees by pollen quality. **PLoS One**, Califórnia, v. 12, n. 8, p. 1-31, 2017.

FILIPIAK, Z. M.; DENISOW, B.; STAWIARZ, E.; FILIPIAK, M. Unravelling the dependence of a wild bee on floral diversity and composition using a feeding experiment. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 820, p. 1-13, 2022.

GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste Brasileiro, com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 3, p. 7-15, 2010.

HOLANDA-NETO, J. P.; PAIVA, C. B.; MELO, PAIVA, A. C. C.; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, A. F.; PEREIRA, D. S. Comportamento de abandono de abelhas africanizadas em apiários durante a entressafra, na região do Alto Oeste Potiguar, Brasil. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 2, p. 77 – 85, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agropecuária, produção de mel de abelhas 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br> . Acesso em: 25 out. 2024.

INSA - Instituto Nacional do Semiárido. **Delimitação do Semiárido Brasileiro (2024)**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/centrais-de-conteudo/mapas/mapas-em-pdf/delimitacao-do-semiarido-brasileiro-2024.pdf/view> Acesso em: 17 out. 2024.

JARIMI, H.; TAPIA-BRITO, E.; RIFFAT, S. Uma revisão sobre técnicas de termorregulação no microclima da colmeia de abelhas (*Apis mellifera*) e suas semelhanças com o gerenciamento de aquecimento e resfriamento em edifícios. **Cidades do Futuro e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, 2020.

KHAN, A. S.; VIDAL, M. F.; LIMA, P. V. P. S.; BRAINER, M. S. C. P. **Perfil da Apicultura no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014. 246p.

KOVAC, H.; KÄFER, H.; STABENTHEINER, A.; COSTA, C. Metabolismo e limites térmicos superiores de *Apis mellifera carnica* e *A. m. ligustica*. **Apidologie**, Heidelberg, v. 45, p. 664-677, 2014.

LOPES, C. G. R.; BEIRÃO, D. C. C.; PEREIRA, L. A.; ALENCAR, L. C. Levantamento da flora apícola em área de cerrado no município de Floriano, estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 102-110, 2016.

LOPES, M. A. R.; MARTINS, E. R.; SOUZA, B. A. Técnicas apícolas para a região semiárida. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, 221, 2008.

LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; VIEIRA NETO, J. M.; PEREIRA, F. M.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, B. A. Alternativas de sombreamento para apiários. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n. 41, v. 3, p. 299-305, 2011.

LOURENÇO, M. S. M.; CABRAL, J. E. Apicultura e sustentabilidade: visão dos apicultores de Sobral (CE). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 9, n. 1, p. 93-115, 2016.

MACEDO, W. S.; SILVA, L. S.; ALVES, A. R.; MARTINS, A. R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 15, n. 1, p. 1-11, 2019.

MAPA. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacionalprodutores-organicos>. Acesso em: 22 set. 2022.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. n. 1, 2011. 422p.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P. M. A.; NOBRE, C. A.; RIBEIRO NETO, G. G.; MAGALHÃES, A. R.; TORRES, R. R.; SAMPAIO, G.; ALEXANDRE, F.; ALVES, L. M.; CUARTAS, L. A.; DEUSDARÁ, K. R. L.; ÁLVALA, R. C. S. Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4 °C. **Nat Hazards** **103**, Heidelberg, p. 2589–2611, 2020.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanálise**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 49-54, 2016.

MATA, D. A.; SILVA, G. F.; SOUZA, V. S.; SILVA, J. D. L.; LINS, D. V.; SILVA, F. G.; MATA, D. A. Apicultura uma alternativa à agricultura familiar para o desenvolvimento sustentável. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 7, n. 1, 2024.

MAYDA, N.; ÖZKÖK, A.; ECEM BAYRAM, N.; GERÇEK, Y. C.; SORKUN, K. Pão de abelha e pólen de abelha de diferentes fontes vegetais: Determinação do conteúdo fenólico, atividade antioxidante, ácidos graxos e perfis de elementos. **Journal of Food Measurement and Characterization**, Nova Iorque, 14, p. 1795-1809, 2020.

MDIC COMX STAT. Ministério da indústria, comércio exterior e serviços. 2023. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis/4/0619911> Acesso em: 12 out. 2024.

MELQUIADES, C. C. V.; BENDINI, J. N.; MOURA, S. G. Internal water supply in Africanized beehives during the dry season in the Brazilian semiarid. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 14, p. 1-4, 2020.

MORAES, J. I. S.; LOPES, M. T. R.; FERREIRA-GOMES, R. L.; LOPES, A. C. A.; PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. DE A.; PEREIRA, L. A. Bee Flora and Use of Resources by Africanized Bees. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, p. 2-9 2020.

MOURA, M. R.; NASCIMENTO, F. A. O.; PAOLUCCI, L. N.; SILVA, D. P.; SANTOS, B. A. Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, Londres, v. 111, n. 8, p. 1-15, 2023.

NASCIMENTO, A. L. C. P.; FERREIRA, J. D. C.; DE MOURA, G. J. B. Marsupiais de uma área de Caatinga (Pernambuco, Brasil) com registro de nova localidade para *Caluromys philander* (Linnaeus, 1758). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, São José dos Pinhais, v. 4, n. 1, p. 104-110, 2013.

OLIVEIRA, A. C. P.; NUNES, A.; OLIVEIRA, M. A.; OLIVEIRA, R. S.; RODRIGUES, R. G.; BRANQUINHO, C. Shifts in plant functional groups along an aridity gradient in a tropical dry forest. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 924, p. 1-7, 2024.

OLIVEIRA, A. C. P.; NUNES, A.; RODRIGUES, R. G.; BRANQUINHO, C. The response of plant functional traits to aridity in a tropical dry forest. **Science of The Total Environment**, Amsterdã, v. 747, p. 1-7, 2020.

OMAR, E.; ABD-ELLA, A. A.; KHODAIRY, M. M.; MOOSBECKHOFER, R.; CRAILSHEIM, K.; BRODSCHNEIDER, R. Influence of different pollen diets on the development of hypopharyngeal glands and size of acid gland sacs in caged honey bees (*Apis mellifera*). **Apidologie**, Heidelberg, v. 48, p. 425-436, 2017.

PEREIRA, D. S.; HOLANDA NETO, J. P.; SOUSA, L. C. F. S.; COELHO, D. C.; SILVEIRA, D. C.; HERNANDEZ, M. L. Mitigação do comportamento de abandono de abelhas *Apis mellifera* L. em apiários no Semiárido Brasileiro. **Acta Apícola Brasilica**, Pombal, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2014.

PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; CAMARGO, M. T. R.; NETO, J. M. V.; ROCHA, R. S. **Flora Apícola no Nordeste**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 40p.

PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; NETO, J. M. V.; LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, R. S. Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 533-538, 2007.

PEROSA, J. M. Y.; ARAUCO, E. M. R.; SANTOS, M. L. A.; ALBARRACIN, V. N. Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, p. 41-48, 2004.

PREDIGER, C. L.; AHLERT, A. Ética e Educação Ambiental: Lugares Privilegiados na Apicultura. **Ensaio e Ciência**, Valinhos, v. 23, n. 1, p. 70-78, 2019.

QUEIROZ, M. L.; BARBOSA, S. B. P.; AZEVEDO, M. Produção de geléia real e desenvolvimento da larva de abelhas *Apis mellifera*, na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 30, p. 449-453, 2001.

REDDY, P. V. R.; KAVITHA, S. J. Thermoregulation in honey bees: mechanism and adaptations. **Current Biotica**, Índia, v. 10, n. 1, p. 89-101, 2016.

RIBEIRO, M. F.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; MEIRELLES, R. N. Apicultura e meliponicultura In: MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília: Embrapa, 2019. 362p.

SANTOS, F. G. O.; SOUSA, F. J. Q.; NETO, A. A. S. Avaliação do comportamento de forrageamento da *Apis mellifera* na vassourinha de botão (*Borreria verticilata*). **HOLOS**, Natal, v. 1, p. 1-9, 2022.

SANTOS, R. G.; DOMINGOS, H. G. T.; DA SILVA, L. A.; DA SILVA SOMBRA, D.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Comparative study of the performance of africanized bees managed in thermal stress and thermal comfort in a semiarid region. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 17, n. 4, p. 80-85, 2023.

SANTOS, R. G.; DOMINGOS, H. G. T.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Sombreamento de colmeias de abelhas africanizadas no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 5, p. 828-836, 2017.

SANTOS FILHO, F. S.; SOUSA, S. R. V. S. [IN] CI(PI) ÊNCIA: PANORAMA GERAL DOS ESTUDOS SOBRE BIODIVERSIDADE NO PIAUÍ. **Revista Equador**, Teresina, v. 7, n. 2, p. 17-41, 2018.

SEYFFARTH, A. S.; RODRIGUES, V. Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, Brasília-DF, v. 22, n. 44, p. 41-62, 2017.

SILVA, G.; BASTOS, E.; SOBREIRA, J. Levantamento da flora apícola em duas áreas produtoras de mel no estado do Piauí. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, 2014.

SILVA, T. J.; SOARES, E. C.; NAVAS, R. Apicultura como atividade de desenvolvimento e conservação do bioma caatinga: um estudo de caso no Sertão de Alagoas. **Revista de Geografia agrária**, Uberlândia, v. 15, n. 38, p. 412-432, 2020.

SOUZA, D. C. **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. 2. ed. rev. Brasília: SEBRAE, 2007. 184p.

UCHÔA, F. A. B.; SOUZA, D. C.; ALVES, A. A.; SANTOS, F. A.; NUNES, J. R. A.; LIMA, C. J.; SOUSA, J. S. Effect of weight of Africanized queens (*Apis mellifera* L.) at birth in honey production in semi-arid Piauiense. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Camina Grande, v. 8, n. 2, p. 01-06, 2012.

VASCONCELOS, E. C. G.; SILVA, V. L.; BENDINI, J. N.; COSTA, J. B.; CARVALHO, D. N. DIVERSIDADE FLORÍSTICA DE ESPÉCIES COM POTENCIAL APÍCOLA NO MUNICÍPIO DE COCAL, REGIÃO NORTE DO PIAUÍ. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, Recife, v. 2, n. 1, p. 83-98, 2021.

VELOSO FILHO, F. A.; SOUZA, D. C.; VERAS, F. R.; CARVALHO, F. P. A. A importância da cooperação produtiva nos arranjos produtivos do mel piauiense: caso Simplicio Mendes. **Informe Econômico (UFPI)**, Teresina, v. 28, n. 2, p. 1-65, 2012.

VIDAL, M. F. Desempenho da apicultura Nordestina em anos de estiagem. **Caderno Setorial Etene**, Ceará, v. 2, p. 2-10, 2017.

VIDAL, M. G.; SANTANA, N. S.; VIDAL, D. Flora apícola e manejo de apiários na região do recôncavo Sul da Bahia. **Revista de Ciências Agroambientas**, Alta Floresta, v. 6, n. 4, p. 503-509, 2008.

VILLEPIN, F. E. Thermoregulation in Honey Bees, Part. 2. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 164, n. 1, p. 87-90, 2024.

WANG H. W. H.; ZHANG S. Z. S.; ZENG Z. Z. Z.; YAN W. Y. W. Nutrition affects longevity and gene expression in honey bee (*Apis mellifera*) Workers, **Apidologie**, Heidelberg, v. 45, p. 618-625, 2014.

Artigo submetido à Revista Caatinga

ARTIGO 1: FIDELIDADE FLORAL OU RESPOSTA À ESCASSEZ? A IMPORTÂNCIA DE *Sarcomphalus joazeiro* (MART.) HAUENSCHILD (JUAZEIRO) PARA A APICULTURA PRATICADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Maria Mayara Vieira, Adriano José Oliveira Campos, Maria Carolina de Abreu, Juliana do Nascimento Bendini

RESUMO – Durante períodos de estiagem, os recursos florais disponíveis para as abelhas no semiárido brasileiro tornam-se escassos, podendo influenciar seu comportamento de coleta e dificultar a manutenção das colônias, com prejuízos à apicultura praticada nesse território. Avaliou-se a diversidade polínica presente nas cargas de pólen de abelhas africanizadas brasileiras (*Apis mellifera* L.) durante a estiagem em região semiárida do Brasil. Para tanto, cargas polínicas de abelhas campeiras foram coletadas quinzenalmente em diferentes horários do dia durante a estação seca, com foco na predominância do tipo polínico da espécie nativa *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (juazeiro). Embora tenham sido identificados 10 tipos polínicos, constatou-se a predominância recorrente de *S. joazeiro* (52.77%). A diversidade mensurada pelo índice de *Shannon* foi significativamente menor nas amostras com predominância dessa espécie, sugerindo um comportamento de constância floral. A análise indicou diferença estatística apenas na segunda quinzena de setembro ($p = 0.036$). Apesar disso, a tendência de menor diversidade se manteve ao longo do período estudado. Esses resultados apontam *S. joazeiro* como uma espécie chave para a manutenção nutricional das colônias, reforçando sua importância estratégica para a apicultura praticada em territórios semiáridos do Brasil.

Palavras-chave: Apicultura. Flora apícola. Espécie-chave.

ABSTRACT – During dry periods, the floral resources available to bees in the Brazilian semiarid region become scarce, which can influence their foraging behavior and hinder colony maintenance, with losses to beekeeping practiced in this territory. This study evaluated the political diversity present in the pollen loads of Brazilian Africanized honeybees (*Apis mellifera*). For this purpose, political loads of forager bees were collected biweekly at different times of the day during the dry season, focusing on the relationship with *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (juazeiro), a species endemic to the Caatinga. Although 10 political types

were identified, a recurring predominance of *S. joazeiro* (52.77%) was observed. The diversity measured by the *Shannon* index was significantly lower in samples with a predominance of this species, indicating a behavior of floral constancy. The analysis indicated a statistical difference only in the second half of September ($p = 0.036$). Despite this, the trend of lower diversity remained throughout the trained period. These results indicate *S. joazeiro* as a key species for the nutritional maintenance of colonies, reinforcing its strategic importance for beekeeping practiced in semiarid territories of Brazil.

Keywords: Beekeeping. Bee flora. Key species.

1 INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro a apicultura é uma atividade agropecuária importante para a economia regional, garantindo renda para milhares de famílias, especialmente no estado do Piauí (Carvalho *et al.*, 2019). Embora o Estado figure entre os maiores produtores de mel do Brasil (IBGE, 2023), as exacerbações climáticas deflagradas durante o período de estiagem impõem desafios para a manutenção das colônias de abelhas. As elevadas temperaturas, a intensa radiação solar e a baixa umidade relativa do ar são fatores que contribuem para a alta taxa de abandono de colmeias (Santos *et al.*, 2023), impactando diretamente na produção apícola.

Essas adversidades climáticas tendem a se intensificar nos territórios semiáridos, com a possibilidade de aumento da temperatura previsto para as próximas décadas (Marengo *et al.*, 2020). Diante desse cenário, torna-se imprescindível que os apicultores conheçam e desenvolvam estratégias com o intuito de mitigar os efeitos adversos do clima na apicultura regional. Uma das principais questões a serem consideradas é a influência das condições climáticas sobre a disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas, fundamentais para a sua sobrevivência e manutenção das colônias.

Diante de condições extremas, as abelhas utilizam mecanismos de termorregulação que representam gastos energéticos (Villepin, 2024) que não podem ser compensados, devido à escassez de recursos alimentares disponíveis na vegetação durante o período de estiagem. O pólen ofertado pelas plantas é um dos recursos essenciais para a manutenção das colônias, pois representa a principal fonte de proteína na dieta das abelhas (Filipiak *et al.*, 2022), sendo crucial no que se refere aos aspectos morfofuncionais desses insetos.

A diversidade botânica do pólen coletado e estocado pelas abelhas é essencial para atender essas necessidades nutricionais da colônia (Donkersley *et al.*, 2017). Embora as fontes monoflorais de recursos dificilmente apresentem proporções ideais de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das abelhas (Filipiak *et al.*, 2022), em condições ambientais desfavoráveis, as abelhas tendem a avaliar constantemente os custos energéticos associados ao forrageamento (Raine; Chittka, 2007).

Portanto, considerando a importância das espécies vegetais para o desenvolvimento e manutenção das colônias, especialmente durante o período de estiagem, objetivou-se identificar os tipos polínicos presentes em cargas de pólen coletadas pelas abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) e verificar a dinâmica de forrageamento em uma região semiárida do Brasil. Partimos da hipótese de que, diante das condições climáticas adversas, as abelhas concentram esforços em fontes poliníferas estratégicas visando menores custos energéticos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada durante o período de estiagem, entre os meses de setembro e novembro de 2023 no apiário experimental do Grupo de Estudos sobre Abelhas do Semiárido Piauiense da Universidade Federal do Piauí (GEASPI/UFPI), localizado no município de Vera Mendes, Piauí, Brasil (07° 36' 12" S 41° 28' 58" W).

O município apresenta clima semiárido Aw de Köppen, com precipitação média anual entre 800 e 1.400 mm (Medeiros; Cavalcanti; Duarte, 2020) e possui vegetação caducifólia, xerofítica do Domínio da Caatinga (Fernandes; Cardoso; Queiroz, 2020).

2.2 Coleta e identificação do pólen coletado pelas colônias de abelhas

Foram selecionadas quatro colônias de abelhas africanizadas instaladas em colmeias modelo *Langstroth*, a partir da equidade em relação à população e estoque de alimentos (mel e pólen).

Embora usualmente a coleta de pólen seja realizada por meio de coletores de pólen frontais, instalados no alvado das colmeias, optou-se por utilizar um método menos invasivo em decorrência dos efeitos severos do clima semiárido sobre as abelhas durante o período de estiagem. Dessa forma, a coleta das cargas polínicas foi realizada manualmente, retirando-as diretamente da corbículas das abelhas campeiras que retornavam para a colmeia, com auxílio

de rede entomológica. As coletas ocorreram no horário das 5h30min às 17h30min, em intervalos de duas horas, a cada 15 dias durante os meses do período estudado. As cargas polínicas foram colocadas em tubos *Falcon* com 2mL de ácido acético para a diluição e conservação até a realização das análises.

Em laboratório, o material coletado ($n = 27$) foi submetido ao processo de acetólise de acordo com método proposto por Erdtman (1960). A preparação de lâminas para análise dos grãos de pólen foi realizada em triplicata conforme a metodologia adaptada de Louveaux, Maurizio e Vorwol (1978). Em seguida, as lâminas foram analisadas em microscópio óptico com uma câmera acoplada, utilizando o *software* ZEN core 2.0 para realizar as medições dos diâmetros polar e equatorial de até 25 grãos de pólen de cada tipo polínico presente nas amostras. Posteriormente, a identificação dos tipos polínicos foi realizada por meio de comparação com a palinoteca de referência do Grupo de Estudos sobre abelhas do Semiárido Piauiense (GEASPI/UFPI) e literatura especializada.

A predominância dos tipos polínicos foi realizada com base na porcentagem de cada tipo em uma determinada amostra segundo Louveaux; Maurizio; Vorwohl (1978). A frequência de ocorrência dos tipos polínicos em cada amostra por horário foi realizada de acordo com as categorias propostas por Jones e Bryant (1996): Muito Frequente (>50%), Frequente (21- 50%), Pouco Frequente (10-20%) e Raro (<10%). Essa análise foi realizada com base no cálculo da divisão do número de amostras em que um tipo polínico ocorre pelo número total de amostras.

2.3 Cálculo da diversidade polínica

A diversidade de tipos polínicos presentes nas cargas de pólen coletadas pelas abelhas foi estimada por meio do índice de diversidade de *Shannon* (H'). Esse índice foi calculado individualmente para cada amostra (definida por mês e horário de coleta) com base na proporção relativa de cada tipo polínico entre os 500 grãos analisados por amostra. O índice de *Shannon* considera tanto a riqueza (número de tipos distintos) quanto a equabilidade (uniformidade de distribuição) dos tipos polínicos, sendo definido pela fórmula:

$$H' = -\sum (p_i \times \ln p_i)$$

em que p_i representa a proporção do tipo polínico i na amostra, e \sum é o número total de tipos identificados.

2.4 Análise estatística

Para investigar o efeito da predominância de um único tipo polínico sobre a diversidade floral, as amostras foram classificadas com base na dominância de *Sarcomphalus joazeiro*. Considerou-se como predominante a ocorrência igual ou superior a 45% de um único tipo polínico, conforme os critérios estabelecidos por Louveaux; Maurizio; Vorwohl (1978).

A diversidade (índice de *Shannon*) foi então comparada entre dois grupos: (i) amostras com predominância de *S. joazeiro* e (ii) amostras sem essa predominância. Como os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade, foi utilizado o teste de Mann-Whitney para comparar as medianas entre os grupos. Todos os testes foram bicaudais, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0.05$).

Essa análise adicional foi motivada por padrões observados nos resultados, nos quais cargas com elevado percentual de *S. joazeiro* indicavam possível redução na diversidade polínica. Essa abordagem exploratória buscou avaliar se a presença dominante dessa espécie impactava o comportamento de coleta das abelhas, favorecendo a exploração de menor diversidade de espécies melitófilas em comparação às amostras com maior riqueza de tipos polínicos.

As análises foram conduzidas no ambiente *Python* (bibliotecas *pandas*, *scipy* e *matplotlib*), com suporte ao cálculo do índice de *Shannon* e aos testes estatísticos não paramétricos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das cargas de pólen das abelhas permitiu a identificação de dez tipos polínicos: *Sarcomphalus joazeiro*, *Spondias tuberosa*, *Anadenanthera colubrina* e *Aspidosperma pyrifolium*, *Cnidocolus ulei* e *Jatropha mollissima*, *Waltheria martii*, *Waltheria brachypetala* e *Sida cordifolia* e um Tipo indeterminado (T/ID) (Figura 1).

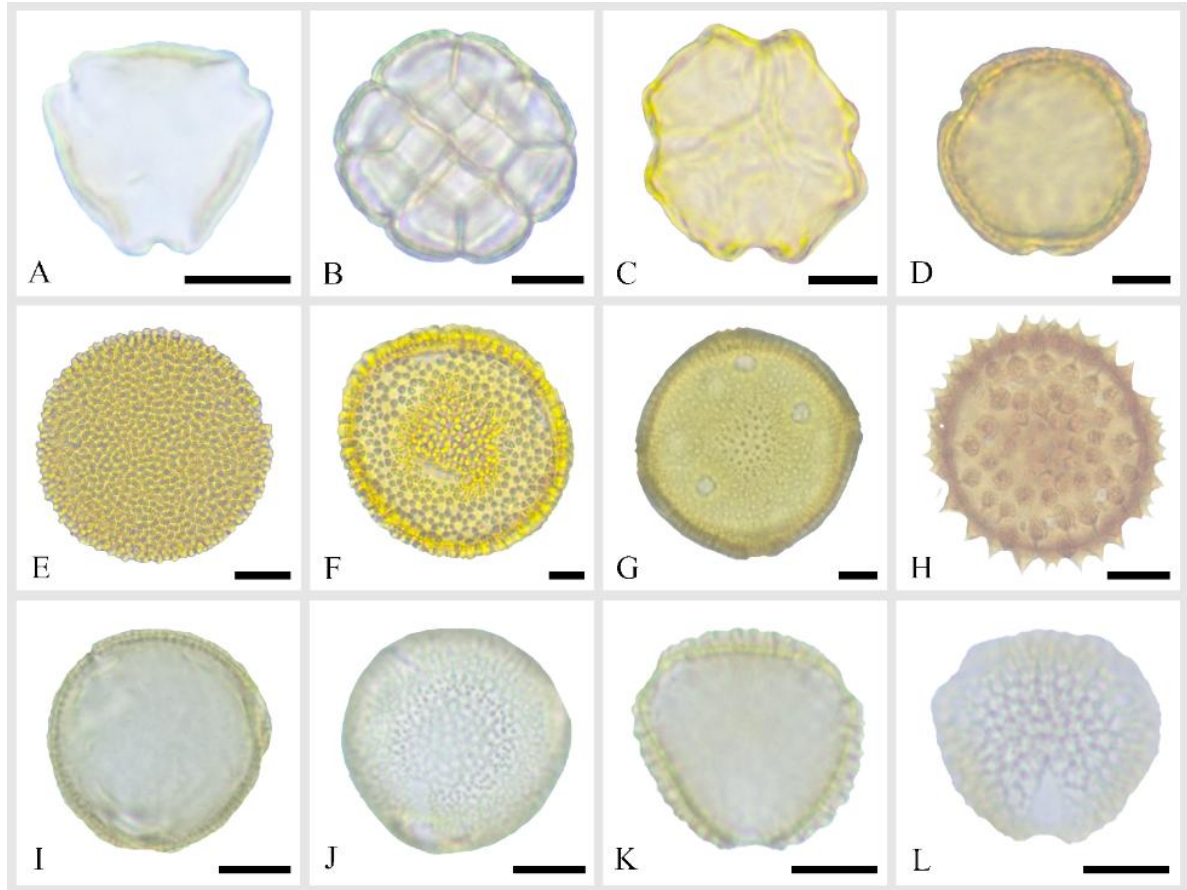


Figura 1. Tipos polínicos encontrados nas cargas polínicas das abelhas campeiras no apiário experimental no município de Vera Mendes, Piauí. Rhamnaceae: A: *Sarcomphalus joazeiro*; Fabaceae: B: *Anadenanthera colubrina*; Apocynaceae: C: *Aspidosperma pyriforme*; Anacardiaceae: D: *Spondias tuberosa*; Euphorbiaceae: E: *Jatropha mollissima*; F: *Cnidoscolus ulei*; Malvaceae: G: *Waltheria martii*; H: *Sida cordifolia*; I-J: *Waltheria brachypetala*; K-L: Tipo indeterminado (T/ID). Escalas: 10 μ m

Dos 10 tipos polínicos, *S. joazeiro*, *S. tuberosa*, *A. colubrina*, *A. pyriforme*, *C. ulei*, *J. mollissima* e um tipo polínico indeterminado (T/ID) apresentaram as maiores frequências de ocorrência (muito frequente e frequente) nas cargas de pólen das abelhas e, portanto, foram considerados os mais importantes ao garantir às colônias maiores aportes proteicos (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de ocorrência (%) dos tipos polínicos presentes nas cargas de pólen das abelhas por horário, quinzenalmente, durante os meses de estiagem no município de Vera Mendes, Piauí.

Meses	Tipos polínicos	Horários							FO%	CFO
		5h30	7h30	9h30	11h30	13h30	15h30	17h30*		
Set	T/ID	-	25,90	100,0	-	100,0	100,0	-	66,66	MF
	<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	86,50	10,00	-	-	-	-	-	33,33	F
	<i>Spondias tuberosa</i>	10,50	64,10	-	-	-	-	-	33,33	F
	<i>Waltheria martii</i>	2,00	-	-	-	-	-	-	16,66	PF
	<i>Waltheria brachypetala</i>	1,00	-	-	-	-	-	-	16,66	PF
	Total	100,0	100,0	100,0	-	100,0	100,0	-		
Set	<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	77,50	100,0	-	100,0	-	-	-	50,00	F
	<i>Spondias tuberosa</i>	7,50	-	-	-	-	-	-	16,66	PF
	<i>Waltheria brachypetala</i>	15,00	-	-	-	-	-	-	16,66	PF

	Total	100,0	100,0		100,0					
Out	<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	71,00	100,0	-	-	-	-	-	33,33	F
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	29,00	-	-	-	-	-	-	16,66	PF
	Total	100,0	100,0							
Out	<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	97,80	-	97,60	100,0	100,0	100,0	-	83,33	MF
	<i>Spondias tuberosa</i>	1,40	-	2,40	-	-	-	-	33,33	F
	<i>Jatropha molissima</i>	0,80	-	-	-	-	-	-	16,66	PF
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	90,80	-	-	-	-	-	16,66	PF
	<i>Sida cordifolia</i>	-	9,20	-	-	-	-	-	16,66	PF
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-		
Nov	<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	-	66,66	MF
	<i>Cnidoscolus ulei</i>	100,0	6,80	-	-	-	-	-	33,33	F
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	-	93,20	-	-	-	-	-	16,66	PF
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			

	<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	8,20	-	-	-	100,0	100,0	-	50,00	F
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	12,60	6,20	20,00	-	-	-	-	50,00	F
Nov	<i>Cnidoscolus ulei</i>	69,20	-	-	-	-	-	-	16,66	PF
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	10,00	86,40	6,00	-	-	-	-	50,00	F
	<i>Jatropha mollissima</i>	-	7,40	74,00	-	-	-	-	33,33	F
Total		100,0	100,0	100,0		100,0	100,0			

Classificação de frequência de ocorrência (CFO); Frequência de ocorrência (FO%); Muito frequente (MF); Frequente (F); Pouco frequente (PF); Raro (R); Tipo indeterminado (T/ID).

* As abelhas não coletaram pólen.

Observou-se que as abelhas concentraram suas coletas especialmente entre os horários de 05h30min e 07h30min, corroborando com o estudo de Santos, Sousa e Silveira Neto (2022) que registraram a maior atividade de forrageamento de abelhas africanizadas em períodos de temperatura e radiação solar moderadas. Cumpre destacar que o período de realização do experimento foi marcado pela ocorrência do fenômeno *El Niño* de 2023/2024 e nesse cenário, de acordo com os dados de reanálise do *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECMWF), Era5, no município de realização do estudo (Vera Mendes, Piauí) foram registradas temperaturas de até 40 °C entre os meses de setembro e outubro, coincidindo com as menores atividades de coleta de pólen durante os horários mais quentes do dia (de 9h30min a 17h30min).

Além disso, estudos sobre a biologia floral de algumas espécies vegetais citadas neste estudo apontam para anteses nas primeiras horas do dia, comportamento referenciado para *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild, *Spondias tuberosa* Arruda, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Nadia; Machado; Lopes, 2007a; Nadia; Machado; Lopes, 2007b; Borges; Machado; Lopes, 2017; Santos; Machado; Lopes, 2005).

Durante todo o período estudado, o tipo *S. joazeiro* foi o mais frequente, predominando entre os demais. Ao compararmos as médias dos índices de *Shannon* (horários e quinzenas) entre as amostras com e sem predominância desse tipo polínico, observou-se um padrão significativo na quinzena Q2 ($p = 0,036$), sugerindo um possível efeito inibidor de *S. joazeiro* sobre o comportamento forrageiro generalista de *A. mellifera* (Hung *et al.*, 2018) (Tabela 2). Ressalta-se ainda que estudos futuros sobre a composição florística, fitossociológica e o período de florescimento das espécies apícolas da área estudada são necessários para comprovar melhor esse efeito inibidor.

Tabela 2. Médias dos índices de diversidade (*Shannon*) calculados por amostra (mês e horário) de acordo com a presença ou ausência do tipo polínico *Sarcomphalus joazeiro* nas amostras coletadas em Vera Mendes, Piauí.

Quinzenas	Média com <i>S. joazeiro</i>	Média sem <i>S. joazeiro</i>	Estatística U	Valor -p
Q1 (Set)	0,19	0,40	1,00	0,317
Q2 (Set)	0,03	0,26	0,00*	0,036*
Q3 (Out)	0,00	0,22	6,00	0,377
Q4 (Out)	-	0,09	-	-

Q5 (Nov)	-	0,13	-	-
Q6 (Nov)	-	-	-	-

*Houve diferença significativa nas médias dos índices de *Shannon* entre as amostras. Os campos marcados com “-” representam a ausência de dados suficientes para a determinação dos índices ou para a aplicação do teste estatístico. Valores de p referem-se ao teste de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$).

Nas demais quinzenas, embora a tendência tenha se mantido, os resultados não foram estatisticamente significativos, possivelmente devido ao tamanho reduzido das amostras, especialmente na quinzena Q6 que não apresentou dados suficientes para a análise, provavelmente devido às exacerbações climáticas que atuaram diretamente no comportamento forrageiro das abelhas (Domingos *et al.*, 2018).

Essa tendência também foi observada na análise global dos dados (Figura 2) onde observa-se que as amostras com predominância de *S. joazeiro* apresentaram, em geral, valores mais baixos do índice de *Shannon*. No entanto, a diferença global entre os grupos não foi estatisticamente significativa (Mann-Whitney, $p = 0,111$).

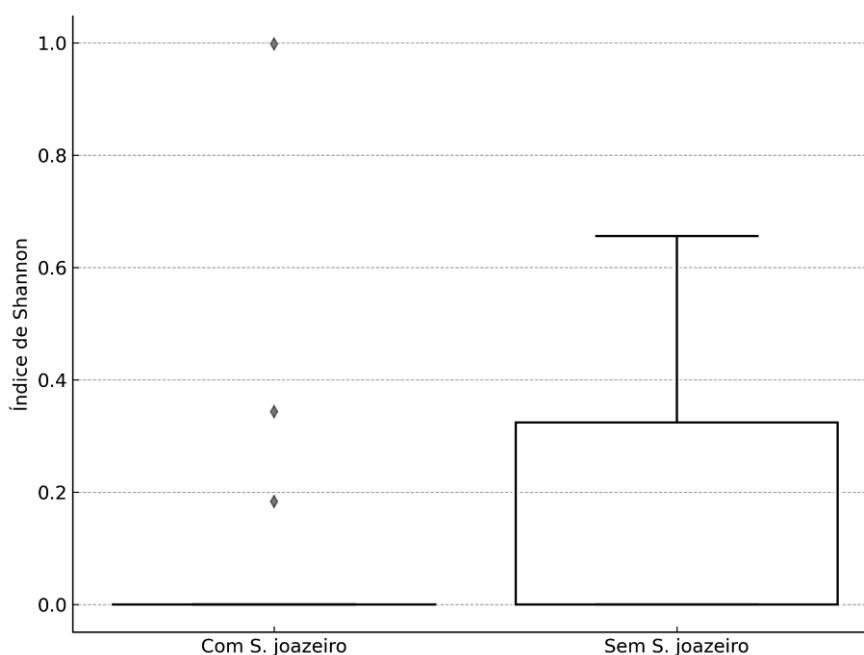


Figura 2. Comparação dos índices de diversidade (*Shannon*) entre as cargas polínicas com e sem predominância de *S. joazeiro* coletadas no município de Vera Mendes, Piauí.

Aspectos da fenologia da referida espécie arbórea, como a oferta constante de recursos florais (pólen e néctar) durante o período de estiagem (Nadia *et al.*, 2007) são relevantes para explicar a predominância de *S. joazeiro* nas cargas polínicas das abelhas. A Tabela 3 apresenta

a descrição da biologia floral, no que se refere ao acesso das abelhas aos recursos florais, das quatro principais fontes poliníferas utilizadas pelas abelhas durante o presente estudo.

Tabela 3. Biologia floral e oferta de recursos florais para as abelhas das espécies vegetais mais frequentes nas cargas polínicas das abelhas coletadas durante o período de estiagem, Vera Mendes, Piauí.

Espécie	Nº de estames por flor	Nº de flores por inflorescência	Grãos de pólen por inflorescência	Volume de néctar	Frequência polínica
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Nadia, Machado; Lopes, 2007a)	5	20	186.000	1 µL	Muito alta
<i>Spondias tuberosa</i> (Nadia, Machado; Lopes, 2007b)	10	155	810.800	< 1 µL	Baixa
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Borges, Machado; Lopes, 2017)	10	87	Políades (16 grãos cada)	Até 1 µL	Intermediária/baixa
<i>J. mollissima</i> (Santos, Machado; Lopes, 2005)	8	10	54.000	16 µL	Baixa

A organização das flores em inflorescências densas com numerosos estames presentes nessas espécies vegetais, especialmente nas arbóreas, reflete a capacidade de disponibilidade de pólen em grandes quantidades, característica vantajosa para as abelhas (Machado; Lopes, 2004) ao garantir a reposição nos estoques proteicos das colônias durante o período de pouca oferta de recursos florais.

Além da disponibilidade de pólen em grandes quantidades, infere-se ainda que as abelhas podem ter escolhido as referidas espécies vegetais em razão da qualidade proteica desse recurso (Lan *et al.*, 2021), o que, possivelmente, foi importante para a manutenção das colônias, visto que o pólen é a principal fonte de proteínas responsável pela nutrição das crias em desenvolvimento (Filipiak *et al.*, 2022). Para melhor compreensão sobre as preferências das abelhas, sugere-se estudos futuros relacionados à composição nutricional do pólen ofertado pelas espécies vegetais citadas no presente trabalho.

A comparação dos aspectos relacionados à biologia floral das espécies vegetais cujos tipos polínicos estiveram mais presentes nas amostras estudadas (Tabela 3) revela pistas de que aspectos relacionados à oferta de pólen e de néctar (quantidade ofertada, acesso desses recursos às abelhas e fenologia contínua), consistam em atributos que aparentemente expliquem a atratividade das abelhas à *S. joazeiro* em relação às demais espécies.

Por exemplo, embora *S. tuberosa* disponibilize grandes quantidades de grãos de pólen, a oferta pode não ter sido constante ao longo do período o que, somado à baixa quantidade de néctar disponível, limita a atratividade das abelhas. Da mesma forma, a complexidade da estrutura floral de *A. colubrina*, conforme descrito por Borges, Machado e Lopes (2017), permite inferir que essa planta foi visitada esporadicamente, especialmente quando a floração de *S. joazeiro* havia cessado. Por outro lado, *J. mollissima* pode ter sido atrativa devido ao maior volume de néctar ofertado, corroborando autores como, Reddy e Kavitha (2016). Esses autores salientam que as abelhas podem investir seus esforços na coleta de néctar ou água, a fim de regular a temperatura do corpo durante o forrageamento ou a temperatura dentro da colmeia.

Cumpram pontuar ainda, que, embora a coleta de néctar pelas abelhas africanizadas em *S. joazeiro* seja bem relatada na literatura (Santos; Kiill; Araújo, 2006; Nadia; Machado; Lopes, 2007; Aleixo *et al.*, 2014; Moura *et al.*, 2023), apenas os estudos de Carvalho, Kiill e Araújo (2006) e Moraes *et al.* (2020) relataram a coleta de pólen pelas abelhas nessa espécie. Desse modo, ressalta-se a importância dos achados do presente estudo para entender a dinâmica da oferta de pólen dessa espécie essencial para o forrageamento das colônias de abelhas africanizadas durante o período de estiagem no semiárido piauiense.

Além dos aspectos relacionados à biologia floral, é importante destacar as condições climáticas do semiárido, com temperaturas e radiação solar extremas. Nesse cenário, Domingos *et al.* (2018) observaram que, durante os horários mais quentes do dia, a elevação da temperatura corporal das abelhas campeiras ao regressarem às colmeias exigiu maiores esforços individuais para regularem sua temperatura. Vale destacar que, durante a realização do presente estudo as adversidades climáticas típicas do período de estiagem no semiárido apresentavam-se acentuadas devido à ocorrência do *El Niño* 2023/2024.

Nessas condições, a procura por fontes florais acessíveis e abundantes pode representar uma estratégia de manutenção energética e térmica, otimizando a coleta de recursos alimentares. Dessa maneira, a constância floral observada em *A. mellifera* ao longo do período de estiagem pode ser compreendida como uma resposta comportamental adaptativa. Nesse sentido, Choice *et al.* (2021) apontam evidências de que as abelhas forrageadoras ajustam rapidamente seu comportamento conforme a qualidade, quantidade e previsibilidade dos recursos disponíveis. Tal flexibilidade comportamental inclui a capacidade de reavaliar constantemente os custos energéticos associados ao forrageamento, como o tempo de manipulação da flor e a distância entre inflorescências (Raine; Chittka, 2007).

A análise comparativa entre os cenários com e sem a presença de *S. joazeiro* revela um padrão ecológico relevante para a compreensão do comportamento de forrageamento de *A. mellifera* no semiárido. No primeiro cenário, observa-se um predomínio expressivo desse tipo polínico nas cargas de pólen das operárias campeiras, indicando um comportamento de constância floral acentuado. Essa fidelidade pode ser interpretada como uma estratégia eficiente e baseada na morfologia floral da espécie, características que tornam *S. joazeiro* uma fonte confiável e atrativa para as abelhas, corroborando com o modelo proposto por Hayes e Grüter (2022), no qual a constância floral é favorecida quando há fontes abundantes, previsíveis e quando as abelhas compartilham informações dentro da colônia.

Por outro lado, ao remover *S. joazeiro* das análises, as cargas polínicas se revelaram significativamente mais diversas, indicando um comportamento forrageiro mais generalista e oportunista. Nessa situação, a ausência de uma fonte dominante e confiável leva as abelhas a investirem na exploração de múltiplas espécies, mesmo que isso implique maiores custos energéticos. Esse padrão pode refletir uma resposta adaptativa às incertezas do ambiente, corroborando a hipótese de Chittka, Thomson; Waser (1999), na qual as abelhas ajustam seu comportamento conforme o custo de obter informações sobre novas fontes florais.

Ao se considerar a vulnerabilidade dos territórios semiáridos em relação ao cenário climático previsto (Marengo *et al.*, 2020), *S. joazeiro* emerge como uma espécie chave para a manutenção das colônias de *A. mellifera* durante a estiagem. Ao oferecer recursos florais confiáveis em um período de limitação ambiental, essa espécie arbórea pode garantir maior resiliência e sustentabilidade à apicultura regional.

Considerando-se a preferência das abelhas para a coleta de pólen de algumas espécies endêmicas (*S. tuberosa*, *A. pyrifolium*, *J. mollissima* e *C. ulei*), sublinha-se os impactos positivos da conservação da Caatinga para a manutenção das colônias de abelhas durante o período de estiagem e da apicultura na região semiárida.

4 CONCLUSÃO

Embora a escassez de recursos florais durante a estiagem no semiárido brasileiro possa atuar como fator de restrição, os resultados deste estudo demonstram que *A. mellifera* apresenta forte constância floral a uma espécie arbórea que ocorre no domínio das Caatingas, o *S. joazeiro*. Dessa forma, o juazeiro se destaca como um elemento estratégico para a manutenção das colônias e da apicultura praticada no semiárido brasileiro. Estudos futuros poderão investigar aspectos nutricionais do pólen de *S. joazeiro*, contribuindo para estratégias de conservação em ambientes de alta vulnerabilidade climática.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, D. L.; ARAÚJO, W. L.; AGRA, R. S.; MARACAJÁ, P. B.; SOUSA, M. J. O. Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões polos do estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, p. 262-270, 2014.
- BORGES, L. A.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Bee pollination and evidence of substitutive nectary in *Anadenanthera colubrina* (Leguminosae-Mimosoideae). **Arthropod-Plant Interactions**, Dordrecht, v. 11, p. 263-271, 2017.
- CARVALHO, A. R. M.; KIIL, L. H. P.; ARAUJO, J. L. P. Levantamento da flora na região de Petrolina-PE. In: **Anais. JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**, 1., 2006, Petrolina, PI ... Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 45-49, 2006.
- CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B.; SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 14, p. 85-91, 2019.
- CHITTKA, L.; THOMSON, J. D.; WASER, N. M. Flower constancy, insect psychology, and plant evolution. **Naturwissenschaften**, Heidelberg, v. 86, n. 8, p. 361–377, 1999.
- DOMINGOS, H. G. T.; SOMBRA, D. S.; SANTOS, R. G.; GRAMACHO, K. P. Surface temperature and heat transfer between body regions of africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in hives under sun and shade conditions in the Northeastern Semi-arid Region of Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Teerã, v. 8, p. 28-35, 2018.
- DONKERSLEY, P.; RHODES, G.; PICKUP, R. W.; JONES, K. C.; POWER, E. F.; WRIGHT, G. A.; WILSON, K. Nutritional composition of honeybee food stores vary with floral composition. **Oecologia**, Heidelberg, v. 185, n. 1, p. 749–761, 2017.
- ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, Uppsala, v. 54, p. 561-564, 1960.
- FERNANDES, M. F.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. An updated list of plants from the seasonally dry forests and woodlands of the Brazilian Caatinga reveals high species richness and endemism. **Jornal de Ambientes Áridos**, Maceió, v. 174, p. 1-8, 2020.
- FILIPIAK, Z. M.; DENISOW, B.; STAWIARZ, E.; FILIPIAK, M. Unravelling the dependence of a wild bee on floral diversity and composition using a feeding experiment. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 820, p. 1-13, 2022.
- HAYES, L.; GRÜTER, C. When should bees be flower constant? An agent-based model highlights the importance of social information and foraging conditions. **Journal of Animal Ecology**, Londres, v. 92, n. 3, p. 580-593, 2023.
- HUNG, K. L. J.; KINGSTON, J. M.; ALBRECHT, M.; HOLWAY, D. A.; KOHN, J. R. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 285, n. 1870, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal, 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74>. Acesso em: 13 jan. 2025.

JONES, G. D.; BRYANT, V. M. Melissopalynology. *In*: JANSONIUS, J.; MCGREG, D. C. (ed.). *Palynology, principles and applications*. Dallas, Texas: **American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation**, v. 3, cap. 23, p. 933-938, 1996.

LAN, J.; DING, G.; WEIHUA, M.; JIANG, Y.; HUANG, J. Pollen source affects development and behavioral preferences in bees. **Insects**, Basileia, v. 12, p. 1-9, 2021.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of Melissopalynology. **Bee World**, Monmouth, v. 59, p. 139-157, 1978.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Floral characteristics and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, Oxford, v. 94, p. 365-376, 2004.

MARENGO, J. A. *et al.* Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4 °C. **Natural Hazards**, Dordrecht, v. 103, p. 2589–2611, 2020.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M. Classificação climática de Köppen para o estado do Piauí–Brasil. **Revista Equador**, Teresina, v. 9, n. 3, p. 82-99, 2020.

MORAES, J. I. S.; LOPES, M. T. R.; FERREIRA-GOMES, R. L.; LOPES, A. C. A.; PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; PEREIRA, L. A. Bee Flora and Use of Resources by Africanized Bees. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 27, p. 1-9, 2020.

MOURA, M. R.; VIEIRA, M. M.; BORGES, K. M. L.; ABREU, M. C.; BENDINI, J. N. Árvores apícolas do Piauí: uma revisão bibliográfica. **Journal of Geospatial Modelling**, São Luis, v. 3, p. 47-51, 2023.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 21, p. 835-845, 2007a.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da Caatinga. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 30, p. 89-100, 2007b.

RAINE, N. E.; CHITTKA, L. The adaptive significance of sensory bias in a foraging context: floral color preferences in the bumblebee *Bombus terrestris*. **PLoS One**, Califórnia, v. 2, n. 6, p. e556, 2007.

REDDY, P. V. R.; KAVITHA, S. J. Thermoregulation in honey bees: mechanism and adaptations. **Current Biotica**, Uttar Pradesh, v. 10, p. 89-101, 2016.

SANTOS, F. G. O.; SOUSA, F. J. Q.; SILVEIRA NETO, A. A. Avaliação do comportamento de forrageamento de *Apis mellifera* na vassourinha de botão (*Borreria verticilata*). **HOLOS**, Natal, v. 1, p. 1-9, 2022.

SANTOS, M. J.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em Caatinga, Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 28, p. 361-373, 2005.

SANTOS, R. F.; KIILL, L. H. P.; ARAÚJO, J. L. P. Levantamento da flora melífera de interesse apícola no município de Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 221-227, 2006.

SANTOS, R. G.; DOMINGOS, H. G. T.; SILVA, L. A.; SOMBRA, D. S.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Comparative study of the performance of africanized bees managed in thermal stress and thermal comfort in a semiarid region. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 17, n. 4, p. 80-85, 2023.

VILLEPIN, F. E. Thermoregulation in honey bees, Part. 2. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 164, n. 1, p. 87-90, 2024.

WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **State of the Global Climate 2024: Update for COP29. Geneva: WMO, 2024.** Disponível em: <https://library.wmo.int/idurl/4/69075>. Acesso em: 18 dez. 2024.

Revista para submissão a definir

ARTIGO 2: PERCEPÇÃO DE APICULTORES SOBRE ÁRVORES NA MANUTENÇÃO DE *Apis mellifera* L. NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE

Maria Mayara Vieira, Maria Carolina de Abreu, Rebeca Hennemann Vergara de Souza,
Juliana do Nascimento Bendini

1 INTRODUÇÃO

A apicultura piauiense tem criado oportunidades de trabalho e incremento na renda para milhares de famílias no meio rural, especialmente no território de abrangência do clima semiárido (Veloso Filho *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2019; Silva; Sousa; Damião, 2022). No entanto, os longos períodos de estiagem, onde se registram altas temperaturas, baixa umidade do ar e intensa radiação solar, impõem desafios para a manutenção das colônias de abelhas, resultando, anualmente, em altas taxas de abandono das colmeias (Santos *et al.*, 2017; Domingos *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2019; Bendini *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2023), o que pode representar perdas econômicas aos produtores rurais (Gonçalves; Jong; Gramacho, 2010).

Ainda que esse comportamento seja considerado natural e associado à adaptabilidade das abelhas africanizadas ao clima semiárido (Stort; Gonçalves, 1994), os cenários previstos por autores como Marengo *et al.* (2020) e Moura *et al.* (2023), apontam, respectivamente, para o aumento da temperatura e para a diminuição de cerca de 90% da vegetação da Caatinga para os próximos anos, representando preocupações latentes quanto à sustentabilidade da apicultura no território semiárido.

Nesse contexto, diversos estudos têm buscado estabelecer estratégias para mitigar os efeitos adversos do semiárido sobre a apicultura piauiense, como: o fornecimento de água (Pires Júnior *et al.*, 2016; Ribeiro *et al.*, 2019; Melquíades; Moura; Bendini, 2020), o sombreamento de colmeias (Lopes *et al.*, 2011), a alimentação artificial (Pereira *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2007; Sousa *et al.*, 2021) e a seleção de rainhas (Uchôa *et al.*, 2012).

No que se refere à importância da vegetação da Caatinga para a apicultura, destacam-se as espécies do estrato arbóreo que, além de fornecerem recursos florais para as colônias, especialmente durante os períodos de estiagem (Moraes *et al.*, 2020; Bendini *et al.* 2021; Moura *et al.*, 2023), conferem sombreamento natural que reduz os efeitos adversos da radiação solar e das altas temperaturas, facilitando a termorregulação realizada pelas abelhas (Lopes *et al.*, 2011).

Considerando que as tomadas de decisão dos apicultores influenciam diretamente na saúde e na produtividade das abelhas, a apicultura desempenha um papel fundamental para a sobrevivência das abelhas (Ferenczi; Szýucs; Gáthy, 2024). Nesse sentido, a percepção desses produtores sobre a importância das espécies arbóreas apícolas pode contribuir para a adoção de práticas como a conservação e propagação dessas espécies, favorecendo a manutenção das colônias durante o período de estiagem e o aumento na produtividade dos apiários no semiárido piauiense.

Dessa maneira, objetivou-se averiguar a percepção dos apicultores de comunidades rurais do território semiárido no estado do Piauí em relação à importância das árvores para a manutenção das colônias de abelhas africanizadas durante o período de estiagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa de natureza quali-quantitativa foi realizada no município de Vera Mendes, Piauí, Brasil entre os meses de setembro e novembro de 2024. O município apresenta clima semiárido Aw de Köppen (Medeiros, Cavalcanti; Duarte, 2020), com temperaturas mínimas de 22° C e máximas de 36° C e precipitação média anual entre 800 e 1.400 mm (Aguiar; Gomes, 2004), possuindo vegetação caducifólia, xerofítica do Domínio da Caatinga (Fernandes; Cardoso; Queiroz, 2020). A apicultura é uma das atividades de grande importância para o município, com a produção de mais de 77.000 kg de mel no ano de 2023 (IBGE, 2024).

Com o intuito de fortalecer a apicultura local por meio da organização social e incrementar a produção de mel com a aquisição de insumos e a promoção de capacitações para os apicultores, em 2022 foi criada a Cooperativa dos Pequenos Produtores de Mel de Vera Mendes (COOPVM) em parceria com a Associação de Reposição Florestal do Estado do Piauí - PiauíFlora².

² Organização Não Governamental (ONG) que atua na recuperação de áreas degradadas e na reposição florestal de biomas, desenvolvendo projetos em parceria com empresas e outras organizações que visam a restauração de áreas degradadas, a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento socioambiental.

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada a partir de entrevistas semiestruturadas (Apêndice A) com apicultores filiados à Cooperativa dos Pequenos Produtores de Mel de Vera Mendes (COOPVM), sediada em uma comunidade rural do município. Para a realização das entrevistas, os apicultores foram esclarecidos sobre o objetivo da pesquisa e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) atendendo aos preceitos éticos de pesquisa. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 71379123.1.0000.8057) da Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros. A seleção dos participantes se deu pelo tempo de experiência na atividade e a presença no município no período da realização do estudo, desta forma do total de 43 filiados, 20 participaram da pesquisa. As entrevistas foram agendadas individualmente em domicílio, de acordo com a disponibilidade dos(as) participantes colaboradores. Vale destacar que o anonimato dos(as) entrevistados(as) foi preservado a partir da identificação por códigos (“AP1” a “AP20”).

As entrevistas foram embasadas em questionamentos sobre a concepção dos(as) apicultores(as) quanto ao semiárido, os efeitos climáticos do semiárido às abelhas, as estratégias adaptativas adotadas pelos(as) apicultores(as) para a convivência com o semiárido, o entendimento sobre as floradas ocorrentes no período de estiagem, as árvores e o recurso floral mais importantes para as abelhas e sobre a percepção sobre a diminuição das árvores na região.

As entrevistas foram analisadas segundo a análise de conteúdo adaptada de Bardin (2016), seguindo as seguintes etapas: transcrição, leitura flutuante, organização das respostas por questões, identificação das categorias emergentes e classificação dessas categorias. Com o intuito de complementar a análise, foram realizadas nuvens de palavras que permitiram elencar as palavras mais importantes em relação às categorias (o tamanho das palavras destaca sua frequência de menção) por meio do programa R Studio 4.2.1. Os demais dados coletados nas entrevistas foram submetidos à estatística descritiva por meio do *Software Microsoft Excel* 2019.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das entrevistas permitiu identificar sete categorias emergentes: a) concepção de semiárido, b) efeitos do clima para as abelhas, c) estratégias de adaptação para a apicultura

em clima semiárido, d) árvores importantes, e) a importância das árvores, f) recursos florais de subsistência no período de estiagem e g) causas de supressão das árvores.

A categoria “concepção de semiárido” revelou uma compreensão do clima baseada na vivência direta no sertão. Os(as) participantes definiram o semiárido por meio das expressões “clima seco” (25%), “lugar de pertencimento” (20%), “clima e vegetação” (10%) e “clima” (5%). Destacam-se falas como:

“Se caracteriza por ter longos períodos de estiagem, a chuva se concentra em sua grande parte em apenas alguns meses, né? E também a ocorrência de secas recorrentes” (AP1).

“Que é no período, tem um período curto chuvoso e o período de estiagem, quando a mata fica seca, as árvores baixas, as árvores pequenas e isso é característica do semiárido” (AP14).

“É o nosso lugar, plantação, né? Sertão, essas coisas assim, entendeu?” (AP3).

“Eu acredito que é isso, nós vivemos no semiárido” (AP7).

“Tem um período tipo, um período curto, chuvoso e o período de estiagem. E a maior parte do ano é seco” (AP4).

“Essa quentura que a gente vê, esse clima seco” (AP6).

Essas respostas indicam que o conhecimento sobre o semiárido está profundamente enraizado na experiência vivida. Para além da terminologia técnico-científica, os(as) apicultores(as) revelaram uma leitura ecológica do ambiente, demonstrando uma percepção que integra clima, vegetação e ciclos de chuvas como evidenciado nos estudos de Escórcio e Dutra (2018), Oliveira *et al.* (2019) e Sarmiento e Moura (2021).

No entanto, 25% dos(as) participantes desconhecem o termo semiárido e 15% utilizaram sentidos equivocados, relacionando o termo a projetos sociais, o que pode estar associado à ausência de acesso à linguagem técnica, como sugerido por Gallardo-López *et al.* (2021). Esses autores observaram que as percepções dos apicultores de Veracruz no México sobre as adversidades climáticas baseavam-se nos impactos negativos sentidos em sua atividade apícola, ignorando as origens e as causas do fenômeno. Ainda assim, todos demonstraram reconhecer

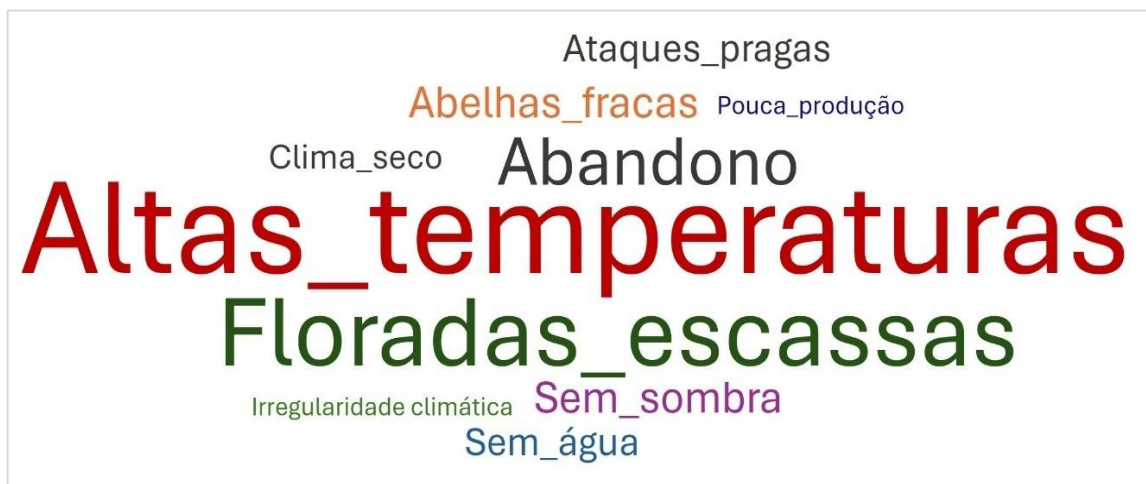
as características climáticas adversas e seus impactos sobre a apicultura, o que sugere que o termo pode ser desconhecido, mas o fenômeno é plenamente vivenciado e compreendido.

Esse distanciamento entre linguagem científica e saberes locais pode refletir a falta de preparo das populações rurais para lidar com o agravamento das condições climáticas (Marengo; Cunha; Alves, 2016), o que impacta negativamente na formulação de estratégias adaptativas (Landaverde; Rodríguez; Perrella, 2023), especialmente em áreas altamente vulneráveis como o semiárido brasileiro (Marengo *et al.*, 2011).

Ainda que o termo semiárido não seja plenamente reconhecido, os(as) apicultores(as) demonstraram compreender com clareza os impactos do clima sobre suas colônias. Esses efeitos, segundo Domingos *et al.* (2018) e Santos *et al.* (2023), interferem no funcionamento das colônias e no comportamento desses insetos no que se refere à coleta de recursos florais.

A partir das falas analisadas na categoria “efeitos do clima para as abelhas”, os(as) apicultores(as) mencionaram termos como “altas temperaturas”, “floradas escassas”, “abandono”, “abelhas fracas”, “sem sombra”, “sem água”, “ataques de pragas”, “clima seco”, “pouca produção” e “irregularidade climática”. Esses elementos foram associados à vulnerabilidade das abelhas diante das adversidades climáticas do semiárido. Entre essas menções, “altas temperaturas” e “floradas escassas” foram mais frequentes, consistindo, de acordo com as percepções dos entrevistados(as), as principais dificuldades enfrentadas ao manter as suas colônias de abelhas durante o período de estiagem em Vera Mendes, Piauí (Figura 1).

Figura 1 - Nuvem de palavras dos principais efeitos adversos do clima semiárido às colônias de abelhas, segundo a percepção dos(as) apicultores(as) de Vera Mendes, Piauí.



As altas temperaturas são apontadas como alguns dos principais gargalos para a manutenção das colônias de abelhas em territórios semiáridos (Santos *et al.*, 2017; Domingos *et al.*, 2018; Biyena, 2019; Santos *et al.*, 2023; Leyton *et al.*, 2025). Diante desse cenário, as abelhas realizam mecanismos de termorregulação que representam gastos energéticos para a colônia (Vilpepin, 2024), conforme explicado pelo AP14: “As altas temperaturas fazem com que elas (abelhas) trabalhem mais para fazer a refrigeração e assim vai diminuindo a vida útil delas, né? Por causa do esforço”. Esse gasto de energia muitas vezes não é compensado devido à escassez de recursos florais disponíveis na vegetação durante o período de estiagem.

A literatura evidencia impactos fisiológicos sobre as rainhas. McAfee *et al.* (2020) demonstraram que temperaturas superiores a 38° C reduzem a viabilidade dos espermatozoides armazenados, prejudicando a capacidade reprodutiva das rainhas. De forma complementar, Santos *et al.* (2023) observaram que as rainhas de abelhas africanizadas expostas ao estresse térmico em regiões semiáridas tendem a ter uma longevidade menor em comparação com aquelas em condições de conforto térmico; o estudo sugere que o calor extremo e as altas temperaturas associadas ao clima semiárido podem reduzir a longevidade das rainhas, afetando a saúde das colônias. Como consequência, a diminuição da população das colônias resulta em uma condição de vulnerabilidade em relação aos ataques de inimigos naturais, como relatado por AP13: “A formiga aqui ataca muito” e AP16: “Elas (abelhas) ficam fracas e têm também os insetos, né? Como elas estão fracas, aí vai embora mais por causa da traça”.

Nesse contexto, as colônias de abelhas podem abandonar as colmeias, comportamento adaptativo fundamental para a sobrevivência das abelhas *Apis mellifera* L. em ambientes hostis, mas que gera prejuízos econômicos para os apicultores ao reduzir o número de colmeias povoadas no apiário e a produtividade de mel (Gonçalves; De Jong; Gramacho, 2010; Domingos; Gonçalves, 2014; Melquíades; Bendini; Moura, 2020). Como relata AP8: “Elas (abelhas) vão embora, às vezes, e a produção é mais pouca. Prejudica bastante, né?”.

No entanto, os efeitos adversos do clima não são exclusividade dos ambientes semiáridos. Em vários países, os apicultores têm percebido os impactos negativos das mudanças climáticas em sua atividade apícola, incluindo a variação da temperatura, diminuição da oferta de recursos florais e escassez de chuvas (Biyena, 2020; Gallardo-López *et al.*, 2021; Vercelli *et al.*, 2021; Gajardo-Rojasy *et al.*, 2022; Espen *et al.*, 2023; Landaverde; Rodríguez; Parrella, 2023; Remotti *et al.*, 2024). No semiárido nordestino, as projeções indicam o agravamento dessas condições para as próximas décadas (Marengo *et al.*, 2020), assim como já observado por AP7: “No ano passado (2023), estava bem mais quente”, constatação sustentada pelos dados

do relatório da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2024), que se atribuiu ao fenômeno *El Niño* de 2023/2024 as maiores temperaturas médias globais já registradas no planeta.

Diante desse cenário, os(as) entrevistados(as) expressaram a necessidade de se adaptarem aos efeitos adversos do clima sobre suas colônias de abelhas, uma vez que a produção de mel está concentrada no período chuvoso. Assim, a perda de colônias durante o período de estiagem pode impactar negativamente a produção de mel do ano seguinte (Souza, 2007). Nesse sentido, dentro da categoria “estratégias de adaptação para a apicultura em clima semiárido”, foram elencadas as estratégias de manutenção relatadas pelos(as) apicultores(as) na Tabela 1.

Tabela 1 - Estratégias de adaptação para a manutenção das colônias de abelhas mencionadas pelos apicultores e pelas apicultoras de Vera Mendes, Piauí.

Estratégias de adaptação	Apicultores(as) (%)
Disponibilizar água para as abelhas	80
Plantio de mudas apícolas	50
Alimentação artificial	50
Sombreamento artificial	40
Sombreamento arbóreo (caducifólias)	20
Apiários próximos a fontes de água (conveniência)	20
Mudança de colmeia de lugar	10
Outros manejos	40

Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

O fornecimento de água foi apontado como uma das estratégias mais adotadas pelos(as) apicultores(as) para minimizar os efeitos das altas temperaturas sobre as colônias durante os meses de estiagem. As abelhas utilizam a água para diluir o alimento larval (Nicolson, 2009), para regular a temperatura corporal durante o forrageamento e/ou a temperatura dentro da colmeia (Reddy; Kavitha, 2016; Kamboj; Kaur; Gupta, 2024). Como afirma AP17: “Água eu

forneço inverno e verão, porque água é vida, né? Sem água tudo fica mais difícil”. A maioria dos(as) apicultores(as) mencionou a utilização dessa estratégia, especialmente durante o período mais quente do ano e disponibilizam água em seus apiários ou instalam seus apiários próximos a fontes de água.

Diante da escassez de recursos alimentares no campo, os(as) apicultores(as) relataram adotar estratégias como o fornecimento de alimentação artificial para as abelhas e o plantio de mudas apícolas. Embora a alimentação seja uma prática recomendada para a manutenção das colônias durante períodos de escassez de recursos florais (Holanda Neto *et al.*, 2015; Paim *et al.*, 2021), esses suplementos dificilmente substituem, integralmente, os nutrientes necessários para as colônias (Tsuruda; Chakrabarti; Sagili, 2021). O néctar e o pólen das plantas seguem sendo as principais fontes alimentares responsáveis pela nutrição e pelo desenvolvimento das abelhas (Pereira; Freitas; Lopes, 2011; Vaudo *et al.*, 2015), o que evidencia o plantio de mudas apícolas como uma estratégia fundamental para a manutenção das colônias de abelhas, especialmente durante o período de estiagem (Paim *et al.*, 2021).

Para atenuar a intensa radiação solar sobre as colônias de abelhas, alguns(mas) apicultores(as) relataram mudar as colmeias de lugar, instalando-as muitas vezes sob a copa das árvores. No entanto, considerando-se que muitas espécies arbóreas da Caatinga são caducifólias, os(as) entrevistados(as) relataram dificuldades em encontrar árvores com folhas durante o período mais crítico do ano, como pontuado por AP3: “Coloco as abelhas debaixo de árvores, só que não ficam com folhas durante o período quente, só faz sombra os galhos e algumas moitas, entendeu?”, sugerindo que a utilização de sombreamento artificial se tornou uma alternativa para 40% dos(as) entrevistados(as) para minimizar o problema da alta radiação.

Estudos realizados no semiárido piauiense evidenciaram impactos positivos do sombreamento arbóreo ao desenvolvimento das abelhas, à qualidade do mel, ao comportamento de forrageamento e ao desenvolvimento das crias (Lopes *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2017). Em São Raimundo Nonato/PI, Carvalho *et al.* (2019) verificaram que os apicultores de três comunidades utilizam as árvores nativas como estratégia de sombreamento das colmeias.

Vale pontuar que o referido município apresenta uma fitofisionomia de Caatinga caracterizada pela predominância de espécies arbóreas e arbustivas perenifólias, conforme observado em áreas estudadas por Lemos (2004) e Costa, Neres e Calvacanti (2012). Essa composição florística pode diferir da vegetação de Caatinga do município Vera Mendes/PI, onde infere-se ser predominantemente arbustivas e/ou arbóreas baixas e caducifólias, como

evidenciado em outros municípios piauienses (Oliveira *et al.*, 1997; Farias; Castro, 2004). A vegetação encontrada no Piauí é formada por um mosaico de paisagens localizadas em áreas ecotonais entre o Cerrado e a Caatinga (Santos Filho; Sousa, 2018; Macedo *et al.*, 2019). Além disso, variações na composição florística entre diferentes áreas no Estado estão associadas aos fatores geomorfológicos, edáficos e/ou climáticos (Costa; Neres; Calvacanti, 2012; Costa *et al.*, 2015; Dantas; Júnior; Monteiro, 2024).

Assim, a baixa frequência de relatos sobre o uso do sombreamento arbóreo como estratégia de manejo na estiagem pode estar associada à escassez de árvores de grande porte na região de estudo, como exemplificado por AP4: “No período de estiagem que a mata fica seca, as árvores baixas, as árvores pequenas”. Vale destacar, que estudos futuros sobre a composição florística e fitossociológica são importantes para estabelecer uma concepção da ocorrência, diversidade e distribuição das espécies vegetais, especialmente das árvores, no município de Vera Mendes/PI.

Embora alguns(as) participantes tenham relatado a ocorrência de algumas árvores perenes no município, como o Angico-branco (*Ananderanthera colubrina* (Vell.) Brenan) e o Juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild), também relataram que essas árvores não ocorrem nas áreas onde seus apiários encontram-se alocados. As características do solo em áreas de Caatinga podem determinar a ocorrência e a distribuição da vegetação no ambiente (Gonçalves *et al.*, 2020), como pontuado nos seguintes relatos: “Raramente a gente tem um apiário hoje, na parte do verão, num lugar que tem sombra para elas. É um pouco difícil” (AP2), “Porque geralmente o angico e juazeiro, eles não têm em chapadas, a gente tem mais nessas regiões mais... Perto das casas, que não é Chapada, né? É, Chapada geralmente não tem” (AP17). Assim, é possível que as características edáficas do município tenham influência direta na presença de espécies arbóreas e, conseqüentemente, nas práticas apícolas relacionadas ao sombreamento.

Adicionalmente, na categoria “causas de supressão das árvores”, destaca-se a ocorrência de desmatamentos e de queimadas na região, mencionados por 80% e 30% dos(as) participantes(as), respectivamente. Os relatos indicam diferentes motivações para essas práticas, geralmente associadas à pecuária, à agricultura e à extração de madeira:

“Porque a maioria do pessoal são criadores (pecuária). Então, eles não veem por esse lado da apicultura. Às vezes, são até apicultores, mas desmatam. Faz o desmatamento para plantar capim, né?” AP10.

“Esse negócio de motosserra, as pessoas destroem muito. É, para fazer cerca, negócio de lenha [...] aí vai diminuindo as flores” (AP11).

“As outras atividades requerem desmatamento. Enquanto uma (apicultura) requer a florada, a floresta, as outras atividades requerem derrubada, requer fogo” (AP13).

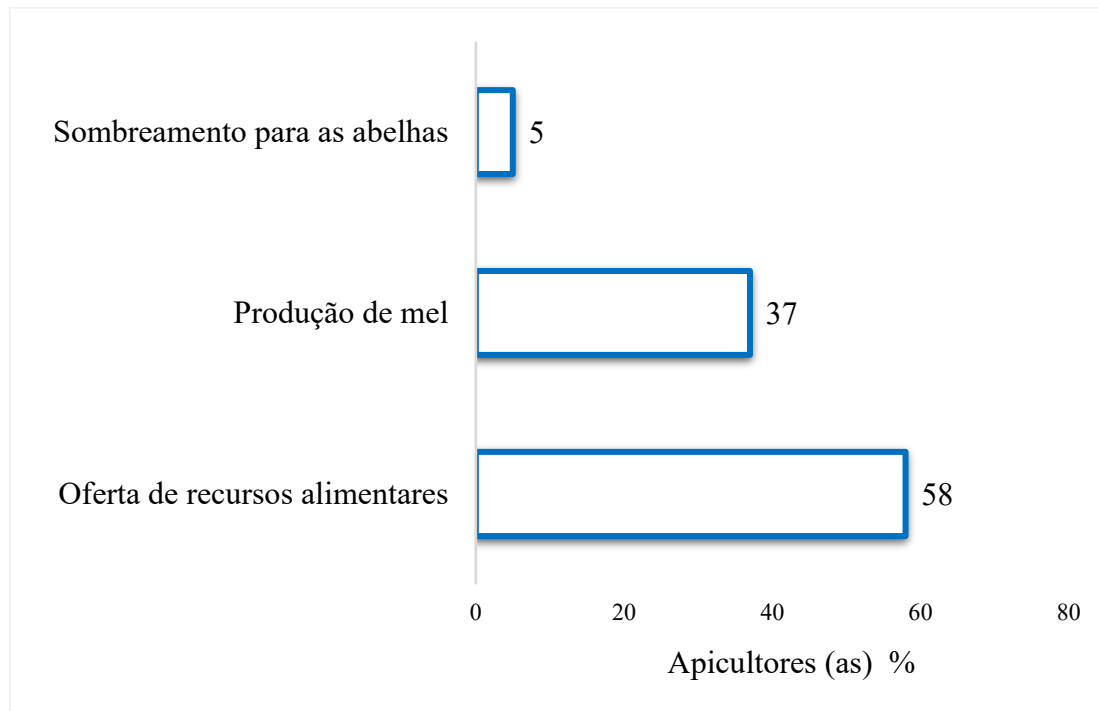
“Focam mais na criação de caprinos, ovinos, gado, e outros animais. Aí criam pastos para eles, mas eles não veem a questão das abelhas... aí destroem muitas árvores grandes que até tem essa importância para as abelhas, né?” (AP14).

“É porque o povo desmata, né? Pra plantar. Desmata muito, infelizmente. Bota muita broca também, né? Bota muita broca no período das plantações. Aí tá acabando mais” (AP16).

Em grande parte do semiárido, a apicultura é desenvolvida de forma secundária, sendo que a agricultura e a pecuária predominam entre as atividades mais praticadas pelas populações do campo (Santos *et al.*, 2011; Coutinho *et al.*, 2013; Paim *et al.*, 2021). A pecuária, em especial, exige o desmatamento de áreas de mata nativa para a instalação dos criatórios e para o cultivo de pastagem (Santos *et al.*, 2011). Além disso, a exploração de madeira para o uso doméstico como lenha para fornos, para a construção de cercas e para a produção de carvão também é apontada como uma das principais causas de redução de espécies de árvores nativas na Caatinga (Kiil; Lima, 2011).

Diante das dificuldades associadas à utilização do sombreamento arbóreo, a categoria “Importância das árvores” revelou que a maioria dos(as) entrevistados(as) não reconhece a relevância das árvores como estratégia de sombreamento para as colônias (Figura 2).

Figura 2 - Importância das árvores segundo os apicultores e as apicultoras de Vera Mendes, Piauí.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Ainda sobre a importâncias das árvores, os(as) apicultores(as) mencionaram seu papel na oferta de recursos florais para as abelhas, tanto durante período de estiagem, quanto para a produção de mel no período chuvoso. No que se refere à categoria “recurso floral de subsistência no período de estiagem”, o pólen foi citado como o principal recurso (60%) necessário para a manutenção e o fortalecimento das colônias de abelhas, seguido do néctar (20%) e de ambos (pólen e néctar) (5%). Por outro lado, 15% dos(as) entrevistados(as) não souberam identificar o recurso floral mais importante nesse período crítico.

O pólen é o principal recurso floral responsável pelo aporte de proteína da colônia, sendo essencial para o desenvolvimento das crias (Filipiak *et al.*, 2022) e manutenção das colônias de abelhas, especialmente durante o período de estiagem. Essa percepção foi observada nas falas de vários(as) apicultores(as) que relataram observar uma intensificação na coleta desse recurso durante a estiagem:

“Acho que o mais importante nessa época talvez seja o pólen. Por conta que o pólen é onde tem a proteína, né? Pra elas poderem manter suas crias, poderem estar se revitalizando. Acho que o pólen é bem importante” (AP1).

“Porque, assim, se não tem o pólen, é mais difícil para elas, né? Eu acho. Para elas sobreviverem, entendeu?” (AP3).

“O pólen nessa época acho que é o melhor, né? Assim, o que ela procura mais, né? Para ir se mantendo, né? Se mantendo até chegar a florada, né?” (AP15).

“Mas a gente vê que quando elas têm bastante pólen, elas ficam mais fortes” (AP18).

Embora o néctar seja essencial para o suprimento das necessidades energéticas das abelhas, especialmente durante a estiagem (Konzmann; Koethe; Lunau, 2019), apenas 5% dos(as) apicultores(as) associaram esse recurso floral ao alimento das abelhas nesse período, enquanto 15% mencionaram o néctar associando-o exclusivamente à produção de mel. Esse entendimento aparentemente está relacionado ao fato de que, durante a estiagem, a coleta de mel costuma ser interrompida. Como afirmou AP3: “Nesse período que nós estamos (de estiagem), que é muito difícil, quente, as floradas não tem mel. Entendeu? Tem mais um pólen. Porque está quente, não chove”.

Esse resultado indica que os(as) apicultores(as) entrevistados(as) possuem conhecimento significativo sobre a dinâmica de oferta de recursos em seu ambiente, o que pode consistir em uma base importante para direcionar possíveis projetos de reflorestamento e o plantio de mudas de espécies melitófilas, contribuindo no adensamento do pasto apícola.

Na categoria “Árvores importantes”, os(as) participantes mencionaram as árvores que consideravam mais importante para a apicultura em sua região (Figura 3).

Figura 3 - Nuvem de palavras das principais árvores para a apicultura local, segundo a percepção dos(as) apicultores(as) do município de Vera Mendes, Piauí.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2025).

Embora a maioria dos(as) apicultores(as) tenha reconhecido a importância das árvores para a manutenção das colônias de abelhas durante a estiagem (Figura 2), o marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) foi a árvore mais mencionada, mesmo não florescendo nesse período. Considerando que essa espécie pode apresentar forma de vida tanto arbórea como arbustiva (Caruzo *et al.*, 2020), o marmeleiro será tratado como árvore, conforme concebido pelos(as) participantes dessa pesquisa.

Ainda sobre o marmeleiro, os relatos indicam que a percepção dos(as) entrevistados(as) está associada à sua relevância econômica, especialmente pela produção do mel:

“São floradas que quando flora a produção de mel é boa, principalmente o marmeleiro” (AP2).

“O marmeleiro é bom porque dá mel e aí dá o dinheiro, né? É o mais importante pra nós” (AP3).

“A florada dele (marmeleiro), a florada mais importante” (AP4).

“Porque nós temos o marmeleiro, que é uma das árvores que tem um potencial forte aqui no período do inverno” (AP10).

“O mais importante é o Marmeleiro, porque ela é quem dá a maior produtividade” (AP17).

Essas percepções revelam uma aparente contradição, ou seja, apesar dos(as) apicultores(as) reconhecerem o papel das árvores na alimentação das abelhas durante a estiagem, a árvore mais valorizada por eles(as) não floresce nesse período. Tal discrepância pode ser explicada pela associação direta entre o marmeleiro e a geração de renda, evidenciando uma racionalidade em que os recursos naturais são, muitas vezes, valorizados a partir de sua utilidade econômica imediata (Leff, 2001), em detrimento de sua função ecológica.

A segunda árvore mais mencionada foi o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). Os depoimentos sugerem que sua importância está relacionada tanto à sua função apícola, quanto ao valor econômico de seus frutos e castanhas. Além disso, o cajueiro foi uma das espécies incluídas no Projeto Rural Sustentável – Caatinga², que promove o plantio de espécies com potencial para suprir a escassez de alimento para as abelhas na estiagem.

“Plantei 40 mudas de caju próximo do apiário esse ano, ano. E esse ano, quando começar os invernos, eu quero ampliar. Quero plantar pelo menos 100 mudas de caju” (AP7).

“Esses projetos, né, que vem as coisas para a gente plantar, as mudas para ter florada no período mais crítico dela, né?” (AP15).

“Além de ter a flor, tem também o fruto, né, que é muito importante pra gente (caju)” (AP6).

Além do cajueiro, o projeto também distribuiu espécies vegetais exóticas como a moringa (*Moringa oleifera* Lam.), a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.). Embora esses projetos sejam importantes para ajudar no adensamento de plantas apícolas para a manutenção das colônias de abelhas e aumentar a produtividade dos apiários (Bendini *et al.*, 2021), a distribuição e a propagação desordenada de espécies exóticas representam uma ameaça à biodiversidade da Caatinga, que é uma vegetação altamente adaptada às condições do semiárido (Zitler, 2001; Pegado *et al.*, 2006; Santos; Oliveira; Fabricante *et al.*, 2021). A fala de um(a) dos(as) entrevistados(as) evidencia a percepção limitada sobre os impactos da introdução dessas espécies exóticas: “São

tipos de plantas que não é comum aqui pra gente, entende? Não é comum, é do projeto que a gente recebeu” (AP6).

Diante desse cenário, é fundamental que projetos de reflorestamento e incentivo à apicultura incluam, além da distribuição de mudas apícolas, ações educativas como cursos e/ou capacitações pautados na sensibilização dos(as) apicultores(as) sobre a importância da conservação da flora nativa e sobre as ameaças das espécies vegetais exóticas para a Caatinga.

4 CONCLUSÃO

Os apicultores e as apicultoras do município de Vera Mendes, Piauí, apresentam percepção limitada acerca da importância de espécies arbóreas para a atividade apícola, pois atribuem maior importância ao marmeleiro (*Croton blanchetianus*), principal espécie associada à produção de mel, em detrimento daquelas fundamentais para manutenção das colônias em período de estiagem, o que sugere que a apicultura na região ainda é conduzida majoritariamente com foco produtivo, relegando o papel ecológico das árvores.

A percepção limitada sobre o sombreamento e a introdução de espécies exóticas evidenciam a necessidade de capacitação voltada à conservação da flora nativa e ao manejo adaptado às condições climáticas extremas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Vera Mendes**. Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2004.11p.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C.; BARROS, R. F. M.; MEDEIROS, S. V.; ABREU, M. C.; MELQUÍADES, C. D. C. V. Mapping bee flora in honey producing areas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa vista, v. 15, p. 1-14, 2021.
- BIYENA, L. W. Perception of effect of climate change and adaptation strategies of beekeepers of Welmera district, Ethiopia. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, Bikaner, v. 6, p. 1-9, 2020.
- CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B.; SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2019.
- CARUZO, M. B. R.; SECCO, R. S.; MEDEIROS, D.; RIINA, R.; TORRES, D. S. C.; SANTOS, R. F. D.; PEREIRA, A. P. N.; ROSSINE, Y.; LIMA, L. R.; MUNIZ FILHO, E.; VALDUGA, E. **Croton In: Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB25478>. Acesso em: 16 jun. 2025.
- COSTA, G. M.D.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. D.; CONCEIÇÃO, A. A. Mudanças locais na riqueza florística em duas ecorregiões da caatinga. **Rodriguésia**, São Paulo, v. 66, p. 685-709, 2015.
- COSTA, J. L.; P. O.; NERES, C. C.; CAVALCANTI, A. P. B. ESTUDO FITOGEOGRÁFICO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS DA CAATINGA PIAUIENSE: PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA (BRASIL). **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 6, n. 12, 2012.
- COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; PINTO, A. P. A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 434-441, 2013.
- DANTAS, M. C. S.; JÚNIOR, J. R. S.; MONTEIRO, J. M. Fitossociologia de componente lenhoso de uma área de vegetação em Floriano, sul do Piauí. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 20, n. 1, 2024.
- DOMINGOS, H. G. T.; GONÇALVES, L. S. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 17, n. 4, p. 80-85, 2023.
- DOMINGOS, H. G. T.; SOMBRA, D. S.; SANTOS, R. G.; GRAMACHO, K. P. Surface temperature and heat transfer between body regions of africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in hives under sun and shade conditions in the Northeastern Semi-arid Region of Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Teerã, v. 8, n. 1, p. 28-35, 2018.

ESCÓRCIO, M. L.; DUTRA, E. M. S. Considerações fenomenológico-existenciais sobre o habitar no semiárido brasileiro. **Revista da Abordagem Gestáltica**, Goiânia, v. 24, n. 1, p. 57-65, 2018.

ESPEN, M. V.; WILLIAMS, J. H.; ALVES, F.; HUNG, Y.; GRAAF, D. C.; VERBEKE, W. Beekeeping in Europe facing climate change: A mixed-methods study of perceived impacts and the need for adaptation according to stakeholders and beekeepers. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 888, p. 1-12, 2023.

FABRICANTE, J. R.; CRUZ, A. B. S.; REIS, F. M. D.; ALMEIDA, T. S. Invasão biológica em sítios de Restinga no Nordeste do Brasil. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 6, p. 1-14, 2021.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 18, p. 949-963, 2004.

FERENCZI, A. F.; SZÚCS, I.; GÁTHY, A. B. “What is good for the bees will be good for us!” — A qualitative study of the factors influencing beekeeping activity”. **Agriculture**, Basileia, v. 14, n. 6, p. 890, 2024.

FERNANDES, M. F.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. An updated list of plants from the seasonally dry forests and woodlands of the Brazilian Caatinga reveals high species richness and endemism. **Journal of arid environments**, Londres, v. 174, p. 1-8, 2020.

FILIPIAK, Z. M.; DENISOW, B.; STAWIARZ, E.; FILIPIAK, M. Unravelling the dependence of a wild bee on floral diversity and composition using a feeding experiment. **Science of the Total Environment**, Amsterdã, v. 820, p. 1-13, 2022.

GAJARDO-ROJAS, M.; MUÑOZ, A. A.; BARICHIVICH, J.; KLOCK-BARRÍA, K.; GAYO, E. M.; FONTÚRBEL, F. E.; VEAS, C. Decline in honey production and beekeepers’ adaptation to climate change in Chile. **Progress in Physical Geography: Land and Environment**, Londres, v. 46, n. 5, p. 737-756, 2022.

GALLARDO-LÓPEZ, F.; CASTELLANOS-POTENCIANO, B. P.; DÍAZ-PADILLA, G.; PÉREZ-VÁZQUEZ, A.; LANDEROS-SÁNCHEZ, C.; SOL-SÁNCHEZ, ÁNGEL. Disonancia cognitiva ante el cambio climático en apicultores: un caso de estudio en México. **Revista Mexicana de Ciencia Pecuarias**, Cidade do México, v. 12, n. 1, 238–255, 2021.

GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**: estudos e aplicações. 1 ed. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258p.

GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste Brasileiro, com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem doce**, São Paulo, v. 3, p. 7-15, 2010.

GONÇALVES, M. D. P. M.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. P.; DA SILVA, L. B.; SILVA, K. M.; SILVA JÚNIOR, F. S.; SILVA, M. I. O. Influência de diferentes tipos de solos da

Caatinga na germinação de espécies nativas. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 1, p. 1216-1226, 2020.

HOLANDA-NETO, J. P.; PAIVA, C. S.; MELO, S. B.; PAIVA, A. C. C.; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, A. F.; PEREIRA, D. S. Comportamento de abandono de abelhas africanizadas em apiários durante a entressafra, na região do Alto Oeste Potiguar, Brasil. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 2, p. 77-85, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal, 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <[Tabela 74: Produção de origem animal, por tipo de produto](#)> Acesso em: 27 jan 2025.

KAMBOJ, P.; KAUR, G.; GUPTA, G. Understanding the impact of heat stress on honeybee populations: insights into thermoregulation, colony dynamics and environmental interactions. **Uttar Pradesh Journal of Zoology**, Bengala Ocidental, v. 45, n. 12, p. 1-13, 2024.

KIIL, L. H. P.; LIMA, P. C. F. **Plano de manejo para espécies da Caatinga ameaçadas de extinção na Reserva Legal do Projeto Salitre**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 55p.

KONZMANN, S.; KOETHE, S.; LUNAU, K. Pollen grain morphology is not exclusively responsible for pollen collection ability in bees. **Scientific Reports**, Londres, v. 9, p. 1-8, 2019.

LANDAVERDE, R.; RODRIGUEZ, M. T.; PARRELLA, J. A. Honey production and climate change: beekeepers' perceptions, farm adaptation strategies and information needs. **Insects**, Basileia, v. 14, n. 6, p. 493, 2023.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2001. 240p.

LEMOS, J. R. Composição florística do parque nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Rodriguésia**, São Paulo, v. 55, n. 85, p. 55-66, 2004.

LEYTON, M. S.; LATTORFF, H. M. G.; KIATOKO, N.; REQUIER, F. Efeitos climáticos sobre abelhas podem ser mitigados pelo manejo da apicultura no Quênia. **Journal of Environmental Management**, Amsterdã, v. 374, p. 1-9, 2025.

LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; VIEIRA NETO, J. M.; PEREIRA, F. M.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, B. A. Alternativas de sombreamento para apiários. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n. 41, v. 3, p. 299-305, 2011.

MACEDO, W. S.; SILVA, L. S.; ALVES, A. R.; MARTINS, A. R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 15, n. 1, 2019.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. 2011. 422p.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P. M.; NOBRE, C. A.; RIBEIRO NETO, G. G.; MAGALHÃES, A. R.; TORRES, R. R.; ...; ÁLVALA, R. C. Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4 °C. **Nat Hazards** **103**, Heidelberg, p. 2589–2611, 2020.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanalise**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 49-54, 2016.

MCAFEE, A; CHAPMAN, A; HIGO, H; UNDERWOOD, R; MILONE, J; FOSTER, L. J; PETTIS, J. S. Vulnerability of honeybee queens to heat-induced loss of fertility. **Nature Sustainability**, Londres, v. 3, n. 5, p. 367-376, 2020.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M. Classificação climática de köppen para o estado do Piauí–Brasil. **Revista Equador**, Teresina, v. 9, n. 3, p. 82-99, 2020.

MELQUÍADES, C. C. V.; BENDINI, J. N.; MOURA, S. G. Internal water supply in Africanized beehives during the dry season in the Brazilian semiarid. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 14, p. 1-4, 2020.

MORAES, J. I. S.; LOPES, M. T. R.; FERREIRA-GOMES, R. L.; LOPES, A. C. A.; PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; PEREIRA, L. A. Bee Flora and Use of Resources by Africanized Bees. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 27, n. 3, p. 2-9, 2020.

MOURA, M. R.; NASCIMENTO, F. A. O.; PAOLUCCI, L. N.; SILVA, D. P.; SANTOS, B. A. Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, Londres, p. 1-15, 2023.

MOURA, M. R.; VIEIRA, M. M.; BORGES, K. M. L.; ABREU, M. C.; BENDINI, J. N. Árvores apícolas do Piauí: uma revisão bibliográfica. **Journal of Geospatial Modelling**, São Luis, v. 3, p. 47-51, 2023.

NICOLSON, S. W. Homeostase da água em abelhas, com ênfase na sociabilidade. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 212, n. 3, p. 429-434, 2009.

OLIVEIRA, T. C. S.; SOUSA, V. F. S.; FARIAS, R. R. S.; LOPES, R. N.; CASTRO, A. A. J. F. O apego ao lugar: uma abordagem no semiárido nordestino. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 12, n. 3, p. 181-189, 2019.

PAIM, G. A.; LIMA, Y. S.; CORREIA, R. C.; SILVA, E. M. S. A atividade apícola no município de Remanso (Bahia, Brasil): Aspectos socioeconômicos, produtivos e de mercado. **ACTA Apícola Brasileira**, Pombal, n. 9, 2021.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A. D.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 887-898, 2006.

PEREIRA, F. D. M.; FREITAS, B. M.; VIEIRA NETO, J. M.; LOPES, M. T. D. R.; BARBOSA, A. D. L.; CAMARGO, R. C. R. D. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1-7, 2006.

PEREIRA, F. M., FREITAS, B. M., LOPES, M. T. R. **Nutrição e alimentação das abelhas** Teresina: Embrapa Meio-Norte; 2011. 10p.

PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; NETO, J. M. V.; LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, R. S. Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 533-538, 2007.

PIRES JÚNIOR, J. A.; MEIRELLES, R. N.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; FERREIRA, A. N. Influência do fornecimento de água no interior da colmeia no desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera*. In: **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: **Anais. JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA MEIO-NORTE**, 2., 2016, Teresina. II Jornada Científica da Embrapa Meio-Norte. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016.

REDDY, P. V. R.; KAVITHA, S. J. Thermoregulation in honey bees: mechanism and adaptations. **Current Biotica**, Uttar Pradesh, v. 10, n. 1, p. 89-101, 2016.

REMOTTI, F.; MATTALIA, G.; PORPORATO, M.; CEVASCO, R.; PIERONI, A. 'The rules of nature are changing; every year is unpredictable': perceptions of climate change by beekeepers in Liguria, NW Italy. **Regional Environmental Change**, v. 24, n. 2, p. 1-14, 2024.

RIBEIRO, M. F.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; MEIRELLES, R. N. Apicultura e meliponicultura In: MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília: Embrapa, 2019, 467p.

SAMPAIO, E. V. S. B.; CASTRO, A. A. J. F.; RODAL, M. J. N. Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p. 131-150, 1997.

SANTOS, J. P. B.; OLIVEIRA, J. C. D. S.; FABRICANTE, J. R. Estrutura populacional e impactos da exótica invasora *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa sobre a vegetação nativa de mangue. **Hoehnea**, São Paulo, v. 48, p. 1-7, 2021.

SANTOS, P. M.; VOLTOLINI, T. V.; CAVALCANTE, A. C. R.; PEZZOPANE, J. R. M.; MOURA, M. D.; SILVA, T. D.; CRUZ, P. D. Mudanças climáticas globais e a pecuária: Cenários futuros para o Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 6, p. 1176-1196, 2011.

SANTOS, R. G.; DOMINGO, H. G. T.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Sombreamento de colmeias de abelhas africanizadas no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 5, p. 828-836, 2017.

SANTOS, R. G.; DOMINGOS, H. G. T.; SILVA, L. A.; SOMBRA, D. S.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Comparative study of the performance of africanized bees managed in thermal stress and thermal comfort in a semiarid region. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 17, n. 4, p. 80-85, 2023.

SANTOS-FILHO, F. S.; SOUSA, S. R. V. S. [IN]CI(PI) ÊNCIA: PANORAMA GERAL DOS ESTUDOS SOBRE BIODIVERSIDADE NO PIAUÍ. **Revista Equador**, Teresina, v. 7, n. 2, p. 17-41, 2018.

SARMENTO, E. C. D.; MOURA, G. J. B. Topofilia e Topofobia em O Sertanejo: uma análise ecocrítica do regionalismo alencarino. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, n. 67, p. 1078-1078, 2021.

SILVA, H. B.; SOUSA, S. S.; DAMIÃO, G. S. Apicultura em Campo Maior, Piauí: perfil do apicultor, potencialidades e dificuldades da atividade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 17, n. 1, p. 35-43, 2022.

SOUSA, F. G.; COSTA, C. P. M.; NEVES, J. M. G.; SOUSA, M. L. A. Alimentação alternativa para abelha *Apis mellifera* à base de caju. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, São José dos Pinhais, v. 4, n. 4, p. 5607-5618, 2021.

SOUZA, D. C. **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. 2. ed. rev. Brasília: SEBRAE, 2007. 184p.

STORT, A. C.; GONÇALVES, L. S. A africanização das abelhas *Apis mellifera* nas Américas. **Venenos animais: uma visão integrada**. Rio de Janeiro: EPUC, p. 33-47, 1994.
TSURUDA, J. M.; CHAKRABARTI, P.; SAGILI, R. R. Honey bee nutrition. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 505-519, 2021.

UCHÔA, F. A. B.; SOUZA, D. C.; ALVES, A. A.; SANTOS, F. A.; NUNES, J. R. A.; LIMA, C. J.; SOUSA, J. S. Effect of weight of Africanized queens (*Apis mellifera* L.) at birth in honey production in semi-arid Piauiense. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 8, n. 2, p. 01-06, 2012.

VAUDO, A. D.; TOOKER, J. F.; GROZINGER, C. M.; PATCH, H. M. Nutrição de abelhas e restauração de recursos florais. **Current opinion in insect science**, Amsterdã, v. 10, p. 133-141, 2015.

VELOSO FILHO, F. A.; SOUZA, D. C.; VERAS, F. R.; CARVALHO, F. P. A. A importância da cooperação produtiva nos arranjos produtivos do mel piauiense: caso Simplicio Mendes. **Informe Econômico (UFPI)**, Teresina, v. 28, n. 2, 2012.

VERCELLI M; NOVELLI S; FERRAZZI P; LENTINI G; FERRACINI C. A qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to the impact of climate change on honey bees. **Insects**. Switzerland, v. 12, n. 3, 2021.

VILLEPIN, F. E. Thermoregulation in honey bees, Part. 2. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 164, n. 1, p. 87-90, 2024.

WMO. **State of the Global Climate 2024**: Update for COP29. Geneva: World Meteorological Organization, 2024. Disponível em: < <https://library.wmo.int/idurl/4/69075>> Acesso em: 18 dez. 2024.

ZITIER, S. R. Invasive alien plants: the threat of biological contamination. **Science today**, Osun, v. 30, p. 77-79, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo foi realizado com o intuito de analisar a contribuição das árvores para a manutenção de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) durante o período de estiagem, no semiárido piauiense. Para tanto, buscou-se investigar quais espécies vegetais as abelhas utilizavam para a coleta de recursos polínicos e como os(as) apicultores(as) percebem a importância das árvores para a manutenção das colônias de abelhas nesse período.

Inicialmente, notou-se a presença de 10 tipos polínicos nas cargas de pólen de abelhas campeiras, no entanto, sete se destacaram pela maior frequência entre as cargas polínicas. Desses, quatro são referentes às espécies arbóreas *S. joazeiro*, *S. tuberosa*, *A. colubrina* e *A. pyrifolium*. O tipo *S. joazeiro* predominou em frequência e duração de ocorrência, sugerindo um comportamento de constância floral das abelhas.

As características relacionadas à biologia floral dessas espécies vegetais foram consideradas para explicar as preferências das abelhas no forrageamento. Por exemplo, as árvores preferencialmente visitadas para a coleta de pólen apresentam inflorescências densas e numerosos estames e produção de pólen em grandes quantidades, além da oferta de néctar. No entanto, em comparação com as demais espécies, o *S. joazeiro* destaca-se pela oferta constante de recursos florais durante a estiagem, o que explica a predominância do seu tipo polínico nas cargas de pólen das abelhas. O estudo preenche uma lacuna importante ao apontar a importância do Juazeiro, espécie antes descrita como nectarífera, na oferta de pólen para as abelhas, sobretudo ao revelar a fidelidade floral das abelhas pela referida árvore. Por isso, uma das contribuições mais importantes do presente estudo se refere à constatação de que o Juazeiro consiste em uma espécie chave para a manutenção das colônias de abelhas em territórios semiáridos.

Embora as árvores desempenhem um papel essencial na manutenção das colônias durante a estiagem e, em especial o Juazeiro, a árvore mais valorizada pelos(as) apicultores(as) da região não floresce nesse período, sugerindo uma associação direta entre o marmeleiro e a produção imediata de mel.

Além disso, a baixa frequência de relatos sobre a utilização do sombreamento arbóreo como estratégia de manejo na estiagem pode refletir a escassez de árvores de grande porte nas áreas dos apiários ou na área de abrangência do município. Assim, ressalta-se a relevância de

estudos futuros sobre a composição florística e fitossociológica para o município de Vera Mendes, Piauí.

Vale ressaltar que, como forma de retorno aos apicultores e as apicultoras, será realizado um encontro com os(as) filiados(as) à Cooperativa dos Pequenos Produtores de Mel de Vera Mendes para apresentar os resultados dessa pesquisa.

Em suma, esse estudo se mostra relevante para direcionar possíveis projetos de reflorestamento e ao plantio de mudas apícolas, contribuindo no adensamento apícola local. Além disso, evidenciou-se a necessidade de ações educativas, como cursos e/ou capacitações, voltadas especialmente à conservação da vegetação da Caatinga.

APÊNDICES

APÊNDICE A

ROTEIRO PARA AS ENTREVISTAS

INÍCIO

- I. Apresentação da entrevistadora;
- II. Apresentação dos objetivos da investigação e da escolha do participante da entrevista;
- III. Divulgação das formas de registro do trabalho, bem como do anonimato dos envolvidos;
- IV. Leitura, preenchimento e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- V. Esclarecimento quanto à duração aproximada para cada entrevista;
- VI. Iniciar as entrevistas individuais com os participantes.

PERGUNTAS NORTEADORAS

1. O que você entende sobre semiárido?
2. Qual é o principal efeito desse clima para as suas abelhas?
3. O que você faz em relação ao problema anterior?
4. No seu entendimento, quais as floradas ocorrem durante o período de estiagem?
5. Quais árvores que você considera mais importantes na sua região? Por quê?
6. Na sua opinião qual o recurso floral mais importante para as abelhas no período de estiagem?
7. Em sua vivência, você acha que a quantidade de árvores tem diminuído na sua região? Por quê?