



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

**VICTOR VIRGINIO DE SOUSA E SILVA**

**ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DO CLIMA SEMIÁRIDO NA  
APICULTURA DESENVOLVIDA EM OEIRAS, PIAUÍ, BRASIL**

**Teresina**

**2024**

**VICTOR VIRGINIO DE SOUSA E SILVA**

**ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DO CLIMA SEMIÁRIDO NA  
APICULTURA DESENVOLVIDA EM OEIRAS, PIAUÍ, BRASIL**

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

**Área de Concentração:** Desenvolvimento e Meio Ambiente.

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

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dra. Juliana do Nascimento Bendini

**Teresina**

**2024**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco Divisão de  
Representação da Informação

S586 Silva, Victor Virgino de Sousa e.  
Estratégias para mitigação dos impactos do clima semiárido  
na apicultura desenvolvida em Oeiras, Piauí, Brasil / Victor  
Virgino de Sousa e Silva. -- 2024.  
65 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente, Teresina, 2024.

“Orientadora: Profa Dra. Juliana do Nascimento Bendini”.

1. Apicultura. 2. Bioclimatologia. 3. Mudanças Climáticas.  
I. Bendini, Juliana do Nascimento. II. Título.

CDD 638.1

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004

**VICTOR VIRGINIO DE SOUSA E SILVA**

**ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DO CLIMA SEMIÁRIDO NA  
APICULTURA DESENVOLVIDA EM OEIRAS, PIAUÍ, BRASIL**

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

**Área de Concentração:** Desenvolvimento e Meio Ambiente.

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

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dra. Juliana do Nascimento Bendini

Aprovado em 26 de abril de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Pof. Dr. Denis Barros de Carvalho (UFPI)  
Examinadora Interno

---

Pofa. Dra. Katia Peres Gramacho (UFERSA)  
Examinadora Externa ao Programa

Dedico este trabalho aos meus familiares e a todas as pessoas que contribuíram para a sua realização.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu maravilhoso Deus, que em sua infinita bondade me deu forças e me guiou em seus traços para que eu pudesse trilhar esse caminho e superar os mais difíceis obstáculos.

À minha amada família, expresso gratidão pelo apoio e compreensão durante os momentos dedicados à pesquisa e desenvolvimento desta dissertação. Em especial, gostaria de agradecer aos meus queridos pais, Francisco Virginio da Silva e Luiza Helena, pela educação exemplar e pelos valores que me guiaram ao longo da vida. A vocês, meu mais sincero reconhecimento. Agradeço também ao meu irmão, Herberth Vinicius, por incentivar e acreditar em mim. Obrigado a todos por fazerem parte da minha jornada e por tornarem possível a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos e ao meu grande parceiro de vida, Jorge Fernando, pelo apoio incondicional, companheirismo e incentivo em todos os momentos desta fase crucial da minha jornada.

Expresso minha profunda gratidão à minha orientadora, Juliana do Nascimento Bendini, por sua paciência, generosidade de ensinamentos e confiança incansável ao longo desses anos. Sua capacidade de compartilhar conhecimento e sua orientação foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Tenho uma imensa admiração pela profissional exemplar e me sinto verdadeiramente inspirado por sua dedicação.

Agradeço aos meus colegas de mestrado pelo apoio e companheirismo durante todo o mestrado, em especial a Rayane Camilo, Jerlane e João Vitor, que tornaram os dias de aulas mais leves. Suas amizades foram um verdadeiro suporte, proporcionando momentos de aprendizado, troca de ideias e, acima de tudo, apoio mútuo.

Agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para esta pesquisa. Em particular, expresso minha gratidão a Maria Mayara e aos grupos de apicultores participantes, cujo apoio e colaboração foram fundamentais para o sucesso deste estudo.

*"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim."*

Chico Xavier

## RESUMO

O semiárido brasileiro é considerado um território favorável para a apicultura no país, apresentando características propícias para o desenvolvimento da atividade. No entanto, mesmo alcançando alta produção de mel durante os períodos chuvosos, as condições climáticas adversas do semiárido, caracterizadas por períodos prolongados de estiagem, altas temperaturas e intensa exposição à radiação solar, afetam significativamente o comportamento e a fisiologia das colônias de abelhas *Apis mellifera* L. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a adoção de estratégias de mitigação dos impactos climáticos do período de estiagem no semiárido entre os apicultores e o seu efeito na manutenção das temperaturas internas das colônias de abelhas africanizadas. Além disso, objetivou-se determinar o índice de vulnerabilidade dos apicultores diante das mudanças climáticas e conhecer a percepção desses produtores acerca das estratégias para a manutenção das colônias no clima semiárido. O estudo foi realizado no município de Oeiras, Piauí onde, por meio de visitas aos apiários e registros observacionais, foi possível discriminar os apicultores de acordo com a adoção de estratégias mitigatórias. Com isso, selecionou-se dois apiários com condições distintas em relação ao cuidado com as colônias durante o período de estiagem para a instalação de termo-higrômetros e medição das temperaturas internas das colmeias durante o período de setembro à novembro de 2023. Para a análise da percepção dos apicultores em relação às questões climáticas, foram utilizados como instrumentos, um roteiro de entrevistas e a matriz FOFA com os pontos fortes, pontos fracos, as oportunidades e as ameaças que esses produtores enfrentam em suas atividades, além da elaboração de uma matriz estratégica que permitiu identificar a capacidade defensiva e o índice de vulnerabilidade do grupo de apicultores em relação à influência das mudanças climáticas. Como resultado, ao comparar os dois apiários estudados, o teste t evidenciou que a média de temperatura interna das colmeias sob o sombreamento arbóreo ( $38.5 \pm 7^\circ\text{C}$ ) diferiu da média interna das colmeias sem esse sombreamento ( $40.8 \pm 7^\circ\text{C}$ ). A elaboração da matriz FOFA possibilitou a identificação de pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, onde o período de estiagem foi elencado como uma fraqueza e a possibilidade de uma seca prolongada, como uma ameaça. A matriz estratégica demonstrou uma baixa capacidade defensiva do grupo de apicultores estudado e um alto índice de vulnerabilidade ao avanço das mudanças climáticas no território semiárido. Concluiu-se que, apesar de conhecerem algumas estratégias para lidar com os efeitos do clima, os apicultores enfrentam dificuldades na implementação de tais medidas, principalmente devido a falta de assistência técnica e de restrições financeiras.

**Palavras-Chave:** Apicultura. Bioclimatologia. Mudanças Climáticas.

## ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region is considered a favorable territory for beekeeping in the country, presenting favorable characteristics for the development of the activity. However, even achieving high honey production during rainy periods, the adverse climatic conditions of the semi-arid region, characterized by prolonged periods of drought, high temperatures and intense exposure to solar radiation, significantly affect the behavior and physiology of *Apis mellifera* bee colonies. In this sense, the objective was to evaluate the adoption of strategies to mitigate the climate impacts of the dry period among beekeepers and their effect on maintaining internal temperatures in Africanized bee colonies. Furthermore, the objective was to determine the vulnerability index of beekeepers to climate change and to understand the perception of these producers regarding strategies for maintaining colonies in a semi-arid climate. The study was carried out in the municipality of Oeiras, Piauí where, through visits to apiaries and observational records, it was possible to discriminate beekeepers according to the adoption of mitigation strategies. Therefore, two apiaries with different conditions in relation to the care of colonies during the dry period were selected for the installation of thermo-hygrometers and measurement of the internal temperatures of the hives during the period from September to November 2023. For the analysis of beekeepers' perception in relation to climate issues, an interview script and the SWOT matrix were used as instruments with the strengths, weaknesses, opportunities and threats that these producers face in their activities, in addition to the elaboration of a strategic matrix which made it possible to identify the defensive capacity and vulnerability index of the group of beekeepers in relation to the influence of climate change. As a result, when comparing the two apiaries studied, the t test showed that the average internal temperature of the hives under tree shading ( $38.5 \pm 7^\circ\text{C}$ ) differed from the average internal temperature of the hives without this shading ( $40.8 \pm 7^\circ\text{C}$ ). The elaboration of the SWOT matrix made it possible to identify strengths, weaknesses, opportunities and threats, where the dry period was listed as a weakness and the possibility of a prolonged drought as a threat. In this way, it was found in the strategic matrix that the group demonstrated a low defensive capacity and are vulnerable to the advance of climate change in the semi-arid territory. It was concluded that, despite knowing some strategies to deal with the effects of the climate, beekeepers face difficulties in implementing such measures, mainly due to the lack of technical assistance and financial restrictions.

**Keywords:** Beekeeping. Bioclimatology. Climate changes.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização do Semiárido brasileiro. ....	19
Figura 2 - Mapa de produção de mel no estado do Piauí. ....	21
Figura 3- Produção de mel no Piauí entre os anos de 2000 e 2020. ....	23
Figura 4. Técnica de sombreamento artificial utilizada pelos apicultores da área 2 (Buriti do Rei) em Oeiras, Piauí, Brasil. ....	59
Figura 5. Comparação das médias de temperatura para as colmeias sem o aproveitamento do sombreamento natural (Sem ASN) e com o aproveitamento do sombreamento natural (ASN)...	60
Figura 6. Histórico de temperaturas máximas e mínimas em Oeiras, Piauí, entre os meses de agosto e dezembro de 2023. ....	61

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Produção de mel em quilograma nas microrregiões do estado do Piauí. ....	21
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Médias e desvios padrão das temperaturas internas para as colmeias com o aproveitamento do sombreamento natural (ASN) e para as colmeias sem sombreamento natural (Sem ASN) e resultado do teste $t^*$ = médias diferentes com $P>0.05$ .....	60
Quadro 2 - Perguntas para os cruzamentos dos fatores da matriz.....	39
Quadro 3 - Matriz de Análise Estratégica .....	40
Quadro 4 - Conjunto de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças apontadas pelos apicultores de Oeiras, Piauí .....	41
Quadro 5 - Matriz estratégica pontuada e quadrantes preenchidos seguindo a alocação dos fatores apontados pelos apicultores de Oeiras, Piauí. ....	45

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**APROMEL** - Associação dos Produtores de Mel de Oeiras

**ASN** - Apiários com sombreamento natural

**CASA APIS** - Central de Cooperativas Apícolas do Semiárido Brasileiro

**COMAPI** - Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes

**ENOS** - El Niño Oscilação Sul

**FNE** - Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**TSM** - Temperatura da Superfície do Mar

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. Delimitações do semiárido</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2. Apicultura no Piauí</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3. Efeitos das mudanças climáticas na apicultura</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3.1. Termorregulação realizada por abelhas <i>Apis mellifera</i> L.</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.2. Estratégias para a mitigação dos efeitos do clima semiárido na apicultura</b> .....	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>
<b>ARTIGO 1: O USO DA MATRIZ ESTRATÉGICA PARA IDENTIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DE UMA ASSOCIAÇÃO DE APICULTORES EM RELAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS</b> .....	<b>35</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>35</b>
<b>2. Material e Métodos</b> .....	<b>37</b>
Matiz FOFA.....	38
<b>3. Resultados e discussão</b> .....	<b>40</b>
Análise da matriz estratégica e do índice de vulnerabilidade.....	40
<b>4. Conclusão</b> .....	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>
<b>Artigo 2. Influência do sombreamento das colmeias e da oferta de água no conforto térmico de colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i> L.) durante o período de estiagem no semiárido</b> .....	<b>56</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>57</b>
<b>Material e Métodos</b> .....	<b>57</b>
<b>Resultados e Discussão</b> .....	<b>58</b>
<b>Conclusão</b> .....	<b>62</b>
<b>Referências</b> .....	<b>62</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O clima semiárido brasileiro é caracterizado por longos períodos de estiagens e secas recorrentes, com chuvas irregulares e intensa variabilidade climática natural, esse regime climático abrange um território que representa uma área exposta e altamente vulnerável às mudanças climáticas (Marengo, 2016).

Este território, denominado semiárido, na região nordestina do país tem tradicionalmente a sua economia sustentada pelas atividades agropecuárias (Cavalcanti-Junior; Lima, 2019). Entre essas atividades, vale destacar a apicultura, que confere à região, durante os anos em que a precipitação se encontra em torno ou acima da média, cerca de 40% da produção brasileira de mel (Pereira *et al.* 2014).

O município de Oeiras está localizado na área de abrangência do clima semiárido e de acordo com o censo de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população total de 37.138 habitantes, onde 23,9% das pessoas estão na zona rural. Em 2020, o município foi responsável pela produção de 29.500 de mel (SIDRA/IBGE, 2022) e dessa maneira, a apicultura figura entre as principais atividades econômicas desenvolvidas em Oeiras.

O semiárido brasileiro é considerado um dos lugares mais promissores para a apicultura no país (Khan *et al.*, 2014), apresentando características propícias para o desenvolvimento da atividade (Cavalho, 2019). Importante salientar que a posição geográfica do Estado, disposta entre o subúmido amazônico e o semiárido nordestino, confere ao Piauí uma das maiores zonas ecotonais do país, com multiplicidade de paisagens consolidadas por diferentes perfis edafoclimáticos (Farias;Castro, 2004, Sousa;Santos-Filho *et al.* 2018).

No entanto, mesmo com condições favoráveis, as condições climáticas adversas do semiárido, caracterizadas por períodos prolongados de seca, altas temperaturas e intensa exposição à radiação solar afetam significativamente o comportamento e a fisiologia das colônias de abelhas *Apis mellifera* L., resultando em um desvio energético nos organismos e reduzindo a produção. Para Domingos e Gonçalves (2014), os efeitos negativos das condições climáticas extremas se refletem na disponibilidade de recursos e na sobrevivência das abelhas.

Dessa forma, na região semiárida, a dinâmica climática requer do apicultor uma atenção especial no manejo das colmeias, pois a produção de mel está diretamente ligada

ao período de chuvas. Um manejo inadequado pode afetar significativamente a produção anual de mel (Souza *et al.*, 2007).

A adaptação das práticas apícolas às mudanças climáticas é fundamental para garantir a sustentabilidade da apicultura, e isso envolve a adoção de medidas que protejam as colônias de abelhas dos impactos adversos do clima, como a construção de abrigos adequados e a diversificação das fontes de alimento disponíveis para as abelhas (Aizen & Harder, 2009).

Embora não existam estudos publicados em relação à apicultura desenvolvida em Oeiras, pesquisas realizadas na região do semiárido piauiense apontam para uma baixa escolaridade dos apicultores (Carvalho *et al.*, 2019; Araújo; Melquíade; Bendini, 2022), sugerindo dificuldades para a profissionalização e para a adoção de técnicas apícolas apropriadas ao manejo adequado das colmeias, especialmente em clima semiárido.

Considerando-se a importância da apicultura, especialmente para as famílias camponesas no município de Oeiras, objetiva-se com o presente trabalho analisar as estratégias adotadas pelos apicultores de Oeiras para a mitigação dos efeitos adversos do clima semiárido na manutenção da atividade apícola, identificando as práticas mais efetivas e experiências bem-sucedidas. A partir desses registros feitos nos apiários, foram estabelecidos critérios para a sombra das colmeias e a disponibilidade de água para as abelhas, a fim de distinguir entre os apiários ou apicultores que adotavam ou não práticas consideradas minimamente adequadas para mitigar os efeitos do clima no desenvolvimento das colônias.

A compreensão dessas estratégias contribui para o fortalecimento da apicultura local, a valorização dos recursos naturais da região e o enfrentamento dos desafios impostos pelo clima semiárido, promovendo a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade apícola em Oeiras, Piauí, Brasil.

Para melhor organização, a presente dissertação se divide em dois capítulos em formato de artigos para publicação em revistas científicas na área de ciências ambientais: 1. A influência do sombreamento das colmeias e da oferta de água no conforto térmico de colônias de abelhas africanizadas durante a ocorrência do *El Niño* 2023 no semiárido piauiense e, 2. O uso da matriz estratégica para identificação do índice de vulnerabilidade de uma associação de apicultores em relação às mudanças climáticas.

Este estudo realizado no semiárido brasileiro contribuirá para o conhecimento sobre apicultura nessa região ao avaliar as estratégias de mitigação dos impactos climáticos da

estiagem entre os apicultores. Além disso, através do índice de vulnerabilidade dos apicultores às mudanças climáticas e sua percepção sobre as estratégias de manutenção das colônias

Este estudo realizado no semiárido brasileiro almeja contribuir de forma que terá impacto significativo para o avanço do conhecimento sobre apicultura na região. Ao investigar as estratégias de mitigação dos impactos climáticos da estiagem entre os apicultores e ao analisar o índice de vulnerabilidade destes às mudanças climáticas, juntamente com sua percepção sobre as estratégias de manutenção das colônias, fornecerá uma base sólida para pesquisas futuras. Os resultados deste estudo aqui apresentados poderão orientar futuras investigações na área, contribuindo para o desenvolvimento de práticas mais eficazes e adaptativas para a apicultura em regiões semiáridas em meio as alterações climáticas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Delimitações do semiárido**

A delimitação da área de abrangência do clima semiárido no Brasil vem sofrendo alterações ao longo do tempo. Uma das primeiras definições de semiárido é encontrada na Lei nº 7.927, de 27 de setembro de 1989, que instituiu o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). Essa definição levava em conta apenas a precipitação média anual dos municípios e por isso foi considerada obsoleta.

Atualmente, a delimitação da região semiárida brasileira é definida pela Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017, do Ministério da Integração Nacional/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (figura 1). A referida Resolução se baseou no Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas (MIN, 2005), e estabelece em seu artigo 2º, os seguintes critérios para a delimitação da região semiárida:

- I - Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;
- II - Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50;
- III - Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Figura 1 - Mapa de localização do Semiárido brasileiro.



Fonte: SUDENE (2017).

Recentemente, a Portaria N° 80, de 27 de julho de 2021 do Ministério da Integração Nacional/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste passou a considerar a necessidade de se avaliar a reaplicação ou a revisão dos critérios técnicos adotados na delimitação aprovada pelo Conselho Deliberativo da Sudene em 2017 (Brasil, 2021).

Certamente, é preciso compreender que as atualizações relacionadas à área de abrangência do semiárido são necessárias, posto que, de acordo com Marengo *et al.* (2011), o curso das mudanças climáticas no Brasil podem causar alterações na delimitação dessa área.

Considerando os curtos períodos sazonais de chuvas, as altas taxas de evapotranspiração e as altas temperaturas, que naturalmente limitam a produção de biomassa vegetal e fragilizam principalmente o solo do Bioma Caatinga (Antonino *et al.*, 2000), atividades de baixo impacto ambiental são apropriadas para se planejar o desenvolvimento socioeconômico da região. A criação de abelhas, nesse sentido, é considerada muito apropriada, especialmente porque esses insetos são responsáveis por até 90% da polinização das espécies vegetais em ambientes

tropicais (Holzschuh;Dudenhöffer;Tschardtke, 2012) e assim, sua criação contribui diretamente para a reprodução vegetal e conseqüentemente para a manutenção da cobertura florestal da Caatinga.

Importante destacar que o Bioma Caatinga, com suas variadas adaptações ao clima e diferentes fitofisionomias, caracteriza o semiárido brasileiro como o semiárido mais biodiverso do mundo (Seyffarth; Rodrigues, 2017, Fernandes; Queiroz, 2018).

## **2.2. Apicultura no Piauí**

O semiárido do Nordeste brasileiro possui uma das áreas de maior potencial para a apicultura no país (Khan *et al.*, 2014). Além disso, apresenta uma grande diversidade de fitofisionomias, resultado das condições de transição entre os ecossistemas Caatinga e Cerrado (Aleixo *et al.*, 2014).

De acordo com Veloso-Filho *et al.* (2012a, 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 melieiros; (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.

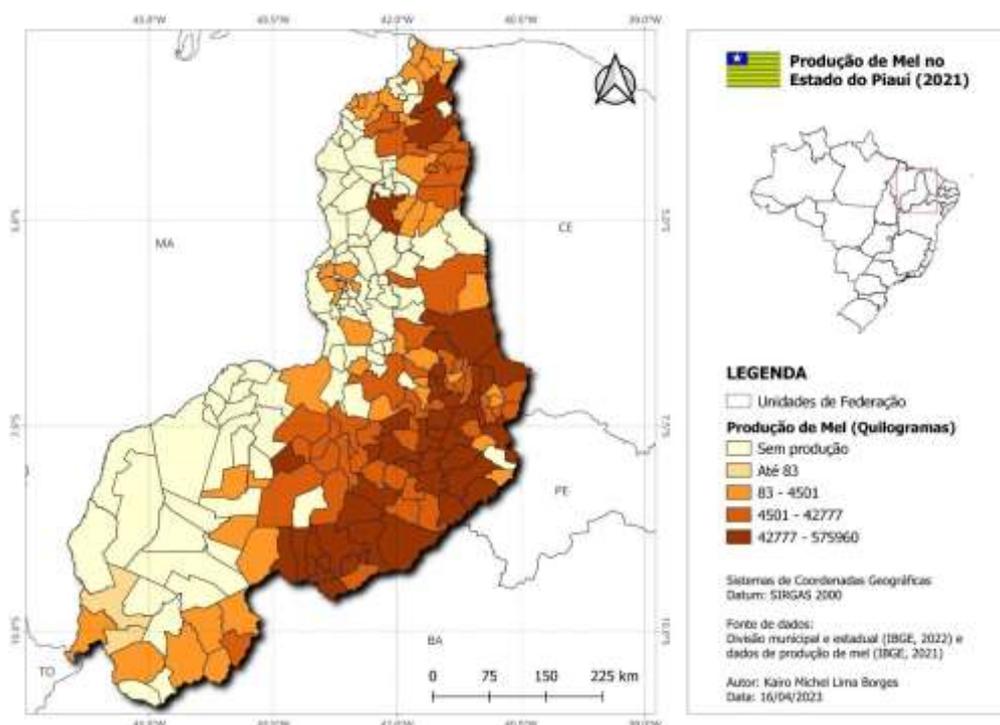
As microrregiões Alto Canindé, São Raimundo Nonato e Picos, situadas no semiárido piauiense (figura 2), são responsáveis, respectivamente, pelas três primeiras posições no *ranking* da produção de mel no estado, conforme tabela 1.

Tabela 1. Produção de mel em quilograma nas microrregiões do estado do Piauí.

Microrregiões	Produção de mel (kg)
Picos	9.656.31
Alto Médio Canindé	3.696.206
São Raimundo Nonato	2.252.026
Litoral Piauiense	337.864
Pio IX	326.697
Valença do Piauí	271.191
Alto Parnaíba Piauiense	-
Floriano	211.875
Campo Maior	167.769
Baixo Parnaíba Piauiense	66.813
Bertolândia	11.599
Chapadas do Extremo Sul Piauiense	6.209
Alto Médio Gurguéia	3.775
Médio Parnaíba Piauiense	2.202
Teresina	2.066

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal (2022).

Figura 2 - Mapa de produção de mel no estado do Piauí.



Fonte: Elaborado por Kairo Michel Lima Borges (2023) a partir do Sistema de Recuperação de Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SIDRA/IBGE, 2021).

A partir de 2002, a apicultura brasileira experimenta uma participação crescente no mercado internacional com as exportações do mel (Perosa *et al.*, 2004). Nesse mesmo ano, o mel piauiense atingiu o mercado externo através da Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes (COMAPI), com a venda do produto orgânico (Veloso-Filho *et al.*, 2012). A partir desse momento, o Piauí passou a ter destaque na produção e na exportação de mel orgânico certificado.

Em 2005, foi fundada no município de Picos, a Central de Cooperativas Apícolas do Semiárido Brasileiro (CASA APIS), um empreendimento econômico de grande porte no processamento de mel orgânico.<sup>1</sup> De acordo com Vidal (2021), grande número de apicultores repassa sua produção para as cooperativas ou às centrais de cooperativas, como a CASA APIS, a que estão vinculados, que por sua vez, vendem a produção para empresas exportadoras.

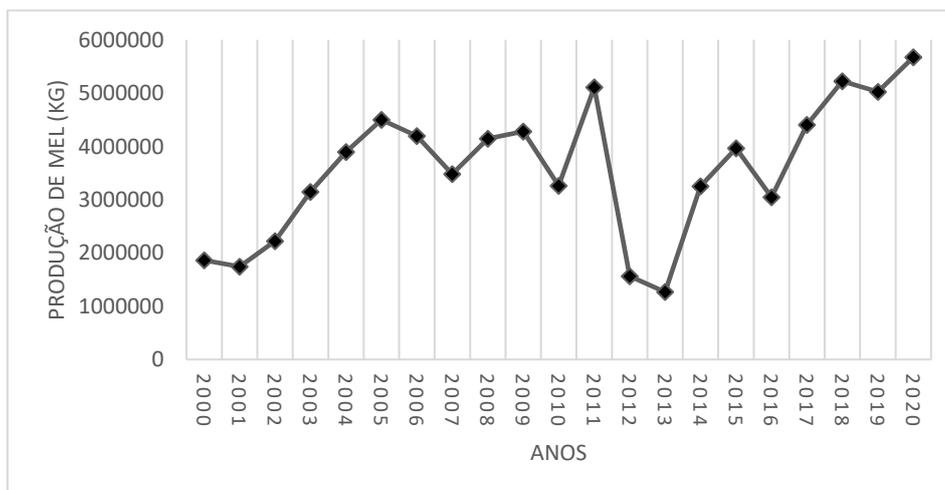
Vale destacar que, em consulta ao Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (Mapa, 2021), é possível observar que os 1062 cadastros ativos de produtores de mel orgânico são provenientes de 74 municípios, sendo que destes, apenas quatro não estão inseridos na área de abrangência do semiárido.

Com efeito, o avanço da atividade apícola, especialmente nos últimos 20 anos, tem gerado renda e melhoria das condições de vida para a população campesina desta região. Vale ressaltar que a produção de mel no Estado é desenvolvida eminentemente por produtores familiares que, na maioria, possuem menos de 100 colmeias (Khan *et al.*, 2014). Esse produto de caráter familiar, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2021), ocupa o terceiro lugar entre os produtos exportados pelo Piauí, atrás da soja e, a depender das condições climáticas, das ceras vegetais. A figura 3 apresenta por meio de uma série histórica, a produção de mel no estado do Piauí.

---

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

Figura 3- Produção de mel no Piauí entre os anos de 2000 e 2020.



Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal (2020).

A análise do gráfico acima permite identificar que as oscilações na produção de mel coincidem com os seguintes acontecimentos: O ingresso do mel piauiense no mercado externo, em 2002, é favorecido pelo embargo, entre os anos de 2000 e 2001, do mel produzido pelos maiores exportadores daquele período, China e Argentina. Segundo Pasin, Tereso e Barreto (2012), a saída desses países do mercado internacional representou uma janela de oportunidades para as exportações do mel brasileiro que favoreceu a fundação da CASA APIS em 2005. Tais eventos, somados aos incentivos governamentais e não governamentais para o desenvolvimento da apicultura (Veloso-Filho *et al.*, 2012), explicam picos de produção que são observados no gráfico.

No entanto, a significativa evolução brasileira no setor foi interrompida em meados de 2006, quando o mel brasileiro foi interdito para a comercialização à União Europeia. As consequências do embargo europeu não foram maiores porque o Brasil direcionou suas exportações ao mercado norte-americano (Pasin; Tereso; Barreto, 2012).

A análise do gráfico também permite constatar que a apicultura na região é bastante influenciada pelos fatores climáticos que impactam de forma especial a área de abrangência do clima semiárido, território onde se concentra a maioria dos apicultores piauienses. A queda abrupta na produção de mel que se iniciou em 2012 foi um reflexo da seca ocorrida entre os anos de 2012 e 2015 na região Nordeste (Marengo; Cunha; Alves, 2016). Essa seca alcançou uma intensidade não vista em várias décadas, impactando em especial a agricultura familiar do semiárido. Os autores destacam ainda que a maior concentração de dias com *déficit* hídrico foi

identificada em parte dos Estados localizados na região central do semiárido, incluindo os municípios da região leste do Piauí, principais produtores de mel do Estado.

Embora as secas representem um fenômeno natural, sua ocorrência afeta em especial as populações do campo do semiárido nordestino, criando situações de deficiência hídrica e riscos para a segurança alimentar (Eakin *et al.* 2014). E nesse sentido, Marengo, Cunha e Alves (2016) alertam para a necessidade de melhor articulação e preparo para o enfrentamento desse fenômeno entre as populações mais afetadas que, segundo esses autores, não recebem informações necessárias para melhor adaptação quanto aos impactos das secas.

Devido à sua extensão e duração prolongadas, os períodos de estiagem recorrentes afetam mais pessoas nessas áreas do que qualquer outro risco ambiental (Giongo; Angelotti, 2022). Essas oscilações climáticas originam-se entre a circulação atmosférica decorrentes das agitações nos gradientes da pressão atmosférica, procedente pela formação dos ventos, transformando a estrutura de circulação global sobre a América do Sul, criando fenômenos diversos como os o *El Niño* e a *La Niña* (Fontana *et al.*, 1997; Assis *et al.*, 1997).

*El Niño* Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de interação oceano-atmosfera que está relacionado às mudanças nos padrões normais da temperatura da superfície do mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial entre a Costa Peruana e a Austrália (Moraes *et al.*, 2007). Na fase negativa (*La Niña*), as chuvas são geralmente abaixo da normal climatológica e na fase positiva (*El Niño*), as chuvas são geralmente acima do normal (Grimm *et al.*, 1998, 2000; Berlato; Fontana, 2003).

Para além desses fenômenos, é preciso ressaltar que o aquecimento global previsto para as próximas décadas representa uma ameaça potencial para as abelhas da floresta tropical seca brasileira (Giannini *et al.*, 2017). Segundo os autores, as variações climáticas diminuirão o número de polinizadores em aproximadamente 90% dos municípios do país.

Vercelli *et al* (2021) trabalhando com dois grupos de apicultores, analisaram suas opiniões e percepções sobre os efeitos das mudanças climáticas nas abelhas produtoras de mel e as estratégias para a mitigação. De acordo com o estudo, os apicultores relataram várias consequências de eventos climáticos severos, como enfraquecimento ou perda de colônias; escassez de pólen, néctar e mel; maior infestação por varroa; e diminuição da polinização. Diante disso, autores observaram que os apicultores participantes desse estudo são fortemente motivados e trabalham juntos para adotar estratégias capazes de reduzir os efeitos adversos do clima.

Os apicultores exercem uma função essencial na administração dos recursos naturais, já que suas escolhas de gestão têm um impacto direto no desenvolvimento das colônias de abelhas

e na eficiência dos serviços de polinização fornecidos aos ecossistemas agrícolas. Isso ressalta a necessidade da adoção de práticas apícolas que incentivem a preservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais (Winfree et al., 2007).

A sustentabilidade na gestão dos recursos naturais na apicultura é fundamental para assegurar o bem-estar das colônias de abelhas e a excelência do mel obtido. Isso abrange técnicas de manejo que fomentem a biodiversidade regional, a preservação dos *habitats* naturais e mudanças na condução das práticas agrícolas, especialmente no que se refere ao uso de agrotóxicos (Klein et al., 2007).

Da mesma forma, essa gestão responsável da apicultura desempenha um papel crucial na abordagem dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, o que demanda a adoção de práticas de manejo que fortaleçam a resiliência das colônias de abelhas, tais como a preservação dos habitats naturais, a ampliação das fontes de alimento e a minimização do estresse ambiental decorrente das condições climáticas extremas (Garibaldi et al., 2019).

### **2.3. Efeitos das mudanças climáticas na apicultura**

A abelha *Apis mellifera* é o polinizador economicamente mais valioso de culturas agrícolas em todo o mundo, além de cruciais na manutenção da biodiversidade (Le Conde e Navajas, 2008). Ao examinar o potencial impacto das alterações climáticas no comportamento, na fisiologia e na distribuição das abelhas melíferas, esses autores ponderam que, embora não seja possível saber o impacto preciso das alterações climáticas nas abelhas, o arcabouço de informações científicas existentes indicam que essas alterações podem ter uma influência direta no desenvolvimento desses insetos.

As mudanças no clima estão expondo as espécies às condições ambientais estressantes, como temperaturas e precipitações que não são apropriadas para cada espécie, o que pode resultar em uma diminuição no número de indivíduos nas populações de abelhas e até mesmo extinções locais (Sunday et al., 2014).

Além disso, a observação de incompatibilidades fenológicas ou descompassos, entre as plantas e seus polinizadores pode reflexos dessas mudanças nos padrões climáticos sazonais e no aumento na frequência de fenômenos climáticos extremos (Both et al., 2009, Bartomeus et al., 2011, Rafferty; Ives, 2011).

Vários estudos indicam que as mudanças climáticas serão a principal causa de extinções em diversos grupos de organismos (Burns et al., 2003; Thomas et al., 2004). Giannini et al. (2012) identificaram uma projeção de considerável redução na distribuição futura (até 2050 e

2080), com uma diminuição de até 35% da área prevista para as espécies endêmicas de abelhas da Mata Atlântica.

Diante disso, torna-se necessária a realização de estudos que possam contribuir para melhor compreensão quanto à mitigação dos efeitos climáticos sobre as populações de abelhas, em especial na apicultura, dada sua importância social, econômica e ambiental (CaraDonna *et al.*, 2018).

### **2.3.1. Termorregulação realizada por abelhas *Apis mellifera* L.**

As abelhas eussociais realizam dois tipos de termorregulação: a termorregulação coletiva e a termorregulação individual (Heinrich; Esch, 1994). No caso da termorregulação coletiva, esses autores explicam que, as abelhas trabalham em conjunto para manter a temperatura adequada dentro da colmeia, enquanto individualmente, as abelhas podem abanar suas asas e buscar fontes de calor ou de frio (Heinrich; Esch, 1994).

Na termorregulação coletiva, as abelhas exercem mecanismos para modificar a temperatura do ninho, através de atividades físicas de suas asas, promovendo a ventilação que ameniza o calor (Heinrich & Esch, 1994) e, reduzem a temperatura interna da colônia através do transporte de gotas de água para dentro da colmeia (Free, 1980).

O controle da temperatura dentro da colônia é essencial para a sobrevivência da colônia e para o sucesso do desenvolvimento da cria. Além disso, as temperaturas “inadequadas” podem afetar fatores fisiológicos dos indivíduos, características morfológicas, sobrevivência das crias e gerar consequências posteriores na sua vida adulta (Tautz *et al.*, 2003).

Brasil *et al.* (2013) observaram, por meio de um estudo sobre enxameação induzida e de termorregulação de abelhas africanizadas, que as operárias, quando submetidas a variações extremas de temperatura, deixavam de exercer seus comportamentos naturais. Os autores observaram ainda que ao se atingir internamente a temperatura de 41°C, as abelhas abandonam as colmeias, mesmo na presença de crias e rainha.

Almeida (2008a) trabalhando em zonas semiáridas do Nordeste brasileiro, constatou que as abelhas africanizadas expostas diretamente ao sol abandonaram as colmeias ao atingir a mesma temperatura interna observada por Brasil *et al.* (2013b) e recomendou aos apicultores que mantenham suas colônias em locais protegidos, à sombra e com água potável para evitar o abandono das colmeias.

Assim, para se evitar o gasto excessivo de energia e tempo das abelhas para realizar termorregulação, no processo de resfriamento do ninho, os apicultores devem instalar seus

apiários em locais sombreados, de preferência onde existam espécies arbóreas que forneçam sombreamento adequado e água potável, no período de estiagem (Lopes *et al.*, 2008).

### **2.3.2. Estratégias para a mitigação dos efeitos do clima semiárido na apicultura**

As abelhas, como a maioria dos organismos, possuem uma faixa de tolerância ao calor menor para valores acima do ótimo do que para valores abaixo dele. Na área de cria do ninho, as temperaturas são mantidas em 30-35°C, faixa ótima para o desenvolvimento (Winston, 2003). Temperaturas acima de 36°C, por longo tempo, podem afetar, severamente, a metamorfose da cria. Além disto, os favos de cera, quando repletos de mel, podem amolecer e quebrar, a temperaturas acima de 40°C (Seeley, 2006).

Dessa maneira, para a apicultura no semiárido, os longos períodos de estiagem, marcados pela ocorrência de altas temperaturas, resultam em uma alta taxa de abandono das abelhas, o que representa o maior entrave para a continuidade da atividade (Gonçalves *et al.*, 2010; Holanda-neto *et al.*, 2015a; Melquíades, Bendini e Moura, 2020), especialmente ao considerar-se o avanço das mudanças climáticas apontado por Marengo (2008, 2016). Segundo Vidal (2013), a estiagem prolongada no ano de 2012 provocou uma perda de colônias por abandono das colmeias no Piauí (cerca de 70%), o que levou a uma queda de 66% na produção de mel em relação a 2011.

Com efeito, um dos maiores desafios dos apicultores na região é desenvolver estratégias para a convivência com o regime climático do semiárido e, nesse sentido, pesquisas têm sido realizadas para estabelecer metodologias que possam minimizar os impactos dos longos períodos secos no semiárido piauiense, a exemplo de Alencar (2005), Pereira *et al.* (2014), Lopes *et al.* (2011a, Uchoa *et al.* (2012), Melquíades, Bendini e Moura, (2020). Melquíades *et al.* (2020) trabalhando com fornecimento de água no interior de colmeias de abelhas africanizadas durante o período seco na região semiárida, instalaram alimentadores graduados e preenchidos com água potável para se fazer a mensuração do consumo diário de água, e observaram grande variação na utilização de água pelas abelhas, com consumo médio diário de 74,6 mL  $\pm$  25,5. Os autores observaram ainda melhorias no desenvolvimento das colônias avaliadas, registrando aumento no número de quadros e na área de crias.

Alencar (2005) estudou o efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do mel de abelhas no município de Simplicio Mendes, região semiárida piauiense, avaliando três tipos de sombreamento: cobertura sob mata nativa, sombrite a 80% de retenção dos raios solares e cobertura de telha cerâmica. Segundo o autor, o sombreamento que melhor contribuiu para a termorregulação das abelhas foi a cobertura de

telha cerâmica seguido do sombrite a 80%. Além disso, o sombreamento contribuiu ainda para na estabilidade do mel produzido por essas colônias.

Pereira *et al.* (2014) destacam que a técnica de sombreamento das colônias é indispensável em regiões semiáridas. Nesse sentido, Lopes *et al.* (2011) observaram, na região de Castelo do Piauí, que o sombreamento natural (fornecido por árvores) foi benéfico para o desenvolvimento das colônias de abelhas e favoreceu o comportamento de coleta de alimentos pelas abelhas. No entanto, Santos *et al.* (2017) enfatizam a importância da escolha de espécies arbóreas que mantenham a copa verde o ano todo, a fim de que as colmeias fiquem sombreadas durante a estiagem, caso isso não seja possível, é preciso buscar alternativas de sombreamento, como a cobertura de tela, sugerida por Alencar (2005).

Bendini *et al.* (2021), ao realizarem o mapeamento florístico em áreas de abrangência da Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes, Piauí, verificaram que os apiários localizados em áreas de vegetação mais densa apresentaram maiores produtividades. Desse modo, a preservação da Caatinga tem importância para além da garantia do fornecimento de recursos florais às abelhas. Carvalho *et al.* (2019) observaram que os apicultores de São Raimundo Nonato, semiárido piauiense, montam seus apiários embaixo de árvores nativas como alternativa de sombreamento das colmeias. Segundo os autores, essa prática evita insolação direta nas colônias e reduz a ocorrência de altas temperaturas internas, o que prejudica o desenvolvimento das abelhas e a qualidade do mel.

No semiárido potiguar, Domingos *et al.* (2018) observaram que na sombra as abelhas conseguiram manter suas temperaturas corporais em níveis relativamente normais, enquanto ao sol aumentaram consideravelmente suas temperaturas corporais superficiais até 2°C, o que resultou em temperaturas acima do normal.

Assim como o sombreamento, o fornecimento de água é fundamental para que as abelhas regular a temperatura interna da colmeia, especialmente no semiárido nordestino (Souza, 2007). No entanto, Souza *et al.* (2014) verificaram que 60% dos apicultores, em quatro municípios do Rio Grande do Norte, não forneciam fontes de água em seus apiários para as colmeias na época de estiagem.

Em suma, a instalação dos apiários em locais que apresentem boa oferta de água e sombra, pode reduzir os impactos do clima semiárido para as abelhas, principalmente durante períodos de estiagem prolongada (Alencar, 2005d; Almeida, 2008b; Lopes *et al.*, 2011c; Pereira *et al.* 2014d; Santos *et al.*, 2017b; Melo; Voltolini, 2019; Melquíades, Moura e Bendini, 2020c). Tais medidas podem propiciar um melhor comportamento e fisiologia das colônias, além de uma economia energética favorável à obtenção de uma maior população do enxame, e

consequentemente, refletirá no aumento do desempenho de produção (Lopes *et al.*, 2011d; Sombra, 2013).

Conforme Holanda-Neto (2015), outra estratégia de manejo para a manutenção das colônias é a seleção de abelhas mais resistentes e adaptadas às condições climáticas do semiárido, especialmente durante o período seco. Para Uchoa *et al.* (2012), a seleção de rainhas jovens e de boa genética pode proporcionar o desenvolvimento e boa produtividade das colônias.

Considerando o clima característico da região semiárido do Piauí e seus efeitos para o desenvolvimento da apicultura, deflagrados principalmente durante o período seco (Andrade *et al.*, 2014; Vidal, 2017), as estratégias aqui discutidas emergem de forma urgente para o enfrentamento dos impactos causados pelas mudanças climáticas na apicultura, especialmente quando os modelos climáticos preveem consistentemente uma redução nos níveis de chuva (22%) e um aumento na temperatura (3–6 °C) (Magrin *et al.*, 2014). Tais previsões podem representar sérios impactos para apicultura piauiense posto que, de acordo com Delgado *et al.* (2012), o sucesso dessa atividade depende de uma série de condições climáticas estáveis para seu desenvolvimento.

Para o enfrentamento das condições adversas do clima semiárido, os apicultores regionais adotam estratégias para garantir a sustentabilidade da apicultura. A combinação dessas práticas contribui para a adaptação desses produtores para o sucesso da apicultura no Piauí, mesmo em condições climáticas desafiadoras.

## REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, v. 19, n. 11, p. 915-918, 2009.
- ALEIXO, D. L. *et al.* Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões polos do estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 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 semi-árida**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2005.
- ANDRADE, L. C. *et al.* Ações de desenvolvimento da apicultura no semiárido brasileiro: estudo de caso em um município no Piauí. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 171-181, 2014.

ANTONINO, A. C. D. *et al.* Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. v. 4, n. 1, p. 29-34, 2000.

ARAÚJO, A.; MELQUIÁDES, C.; BENDINI, J. “Ocorrência de acidentes com abelhas entre os apicultores do semiárido piauiense”. **Ciência Animal**, v. 32, ed. 4. p. 37-48, 2022. <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9951>.

BARTOMEUS, I. *et al.* Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, ed.108, v. 51, p. 20645-20649, 2011. doi: 10.1073/pnas.1115559108 .

BENDINI, J. N. *et al.* Mapping bee flora in honey producing areas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 15, pag. 1-14, 2021.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; Aplicações de previsões climáticas na agricultura** Porto Alegre: UFRGS, p. 110, 2003.

BISHOP, J. A.; JONES, B. M.; POTTS, S. G. Adaptation strategies of honey bees to climate change: shifts in foraging behavior and thermoregulation. **Environmental Entomology**, v. 48, n. 1, p. 97-106, 2019.

BOTH, C. *et al.*, change and unequal phenological changes across four trophic levels: Constraints or adaptations? **Journal of Animal Ecology**, ed. 78, v.1, p. 73-83, 2009. doi: 10.1111/j.1365- 2656.2008.01458.x.

BRASIL, D. F.; GUIMARÃES, M. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; FREITAS, B. M. Internal ambience of bee colonies submitted to strengthenin management by adding broods. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 902-909, 2013.

BRASIL, D. F.; GUIMARÃES, M. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; FREITAS, B.M. Internal ambience of bee colonies submitted to strengthenin management by adding broods. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 902-909, 2013b.

BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Plano Regional de Desenvolvimento do Nordeste (PRDNE). Recife: **Sudene**. p. 222. 2019.

BURNS, C. E., JOHNSTON, K. M., & SCHMITZ, O. J. Global climate change and mammalian species diversity in U.S. national parks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, ed. 100, v. 20, p. 11474-11477, 2003. doi: 10.1073/pnas.1635115100.

CARADONNA, P.J.; CUNNINGHAM, J.L.; ILER, AM. Experimental warming in the field delays phenology and reduces body mass, fat content and survival: Implications for the persistence of a pollinator under climate change. **Funct Ecol**. v. 32, n. 10, p. 2345-2356, 2018.

CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B. SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista verde**, v.14, n.1, p.85-91, 2019b.

CAVALCANTI-JUNIOR, C. A. A.; LIMA, J. P. R. O semiárido nordestino: evolução recente da economia e do setor industrial. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 50, n. 3, p. 69-88, jul/set., 2019.

DELGADO D.I., EGGLEE P.M., GALINDO-CARDONA, A., GIRAY, T. Forecasting the influence of climate change on agroecosystem services: Potential impacts on honey yields in a

small-island developing state. <https://doi.org/10.1155/2012/951215> **Psyche** 2012:1-10. Accessed: Ago 14, 2018.

DOMINGOS, H. G. T. *et al.* 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**, v. 8, p. 28-35, 2018. doi: 10.17265/2161-6256/2018.01.004

DOMINGOS, H. G. T.; GONÇALVES, L. S. Thermoregulation in bees with emphasis on *Apis mellifera*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p.151-154, 2014.

EAKIN H. C.; LEMOS M. C.; NELSON D.R. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, ed. 27, p.1-8, 2014.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta bot. bras.** 18(4): p. 949-963, 2004.

FERNANDES, M.F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e cultura**. São Paulo. v. 70, n. 4., p. 51-56, 2018.

FONTANA, D.C. E BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132, 1997.

FREE, J.B. **A organização social das abelhas (Apis)**. São Paulo: EDUSP, 1980. 79p.

GARIBALDI, L. A. *et al.* The future of insect pollination services in agricultural landscapes. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 286, n. 1906, artigo 20182622, 2019.

GIANNINI, T. C., ACOSTA, A. L., GARÓFALO, C. A., SARAIVA, A. M., ALVES-DOS-SANTOS, I., & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. **Ecological Modelling**, ed. 244, p. 127-131, 2012. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Efeito das mudanças climáticas sobre os polinizadores de algumas culturas agrícolas no Brasil. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 143, p. 1-4, set. 2017.

GIONGO, V.; ANGELOTTI, F. Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas: experiência brasileira. Brasília, DF: EMBRAPA, 2022. E-book, cap. 6, p. 93-112. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1150137/1/Solos-doSemiárido-2022.pdf>. Acesso em 30 nov. 2023.

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**, v. 3, p. 7-15, 2010.

HEINRICH, B., *et al.* Thermoregulation in bees. **American Scientist**, 82, 164-170, 1994.

HOLANDA-NETO, J. P., *et al.* Comportamento de abandono de abelhas africanizadas em apiários durante a entressafra, na região do Alto Oeste Potiguar, Brasil. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 77 – 85, 2015.

HOLZSCHUH, A, DUDENHÖFFER JH & TSCHARNTKE T. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. **Biological Conservation**, 1(153): 101-107, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Pecuária Estadual**. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/pi>>. Acesso em: nov. 2023.

KHAN, A. S. *et al.* **Perfil da Apicultura no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 246, 2014.

KLEIN, A. M. *et al.* **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

LE CONTE, I.; NAVAJAS, M. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. **Revue Scientifique et Technique**, v.27, p.499-510, 2008.

LOPES, M. T. do R. *et al.* **Avaliação de espécies arbóreas para o sombreamento de apiários**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008a. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 81).

LOPES, M. T. R. *et al.* Alternativas de sombreamento para apiários. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 299-305, 2011b.

MAGRIN, G. *et al.* Central and South America. In: BARROS, V. R. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

MARENGO, J. A. *et al.* Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Paraná River basins. **Climate Dynamics**, v. 38, n. 9, p. 1829–1848, 2011a.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, v.13, n. 27, p.149-176, 2008. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/329](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329)>. Acesso em 25 jun. 2022b.

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**, v. 3, n. 1, p. 49-54, 2016c.

MDIC. Brasil: Informações Gerais. **Comexstat**, 2021. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>>. Acesso em: 4 setembro 2023.

MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília, DF, **Embrapa**, p. 337, 2019.

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**, v. 14, p. 1-4, 2020a. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v14i0.6396>

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**, v. 14, p. 1-4, 2020c. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v14i0.6396>

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MIN). Relatório final: grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semiárido nordestino e do Polígono das Secas. **Grupo de trabalho interministerial**: Brasília, 2005.

MORAES NETO, J. M. de; BARBOSA, M. P. e ARAUJO, A. E. de. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia, Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n.1, p. 61-66, 2007.

PASIN, L. A.; TERESO, M. J. A.; BARRETO, F. C. Análise da Competitividade do Mercado Internacional de Mel: Estudo Comparativo entre Brasil, Argentina e Uruguai. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 149-162, 2012.

PEREIRA, D.; HOLANDA NETO, J. P.; SOUSA, L.; COELHO, D.; SILVEIRA, D.; HERNANDEZ, M. Mitigação do comportamento de abandono de abelhas *Apis mellifera L.* em apiários no Semiárido Brasileiro. **Acta Apícola Brasilica**, v. 02, n.2 (ESPECIAL), p.01 - 11, 2014d. doi.org/10.18378/aab.v2i2.3507.

PEROSA, J. M. Y. *et al.* Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. **Informações Econômicas**, v. 34, p. 41-48, 2004.

RAFFERTY, N. E., & IVES, A. R. Effects of experimental shifts in flowering phenology on plantpollinator interactions. **Ecology Letters**, ed. 14, v. 1, p. 69-74, 2011. doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01557.x.

SANTOS-FILHO et al. A Flora das Restingas de Parnaíba e Luiz Correia-Litoral do Piauí, Brasil. **Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas**. 1ªed., Curitiba, CRV,2013

SANTOS, R. G, et al. Sombreamento de colmeias de abelhas africanizadas no Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 5, p. 828-836, 2017.

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

SOMBRA, D. S. **Monitoramento do desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas sobre a influência do ambiente sol e sombra na região semiárida do nordeste brasileiro (Mossoró-RN)**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do SemiÁrido, Mossoró, 2013.

SOUSA, S. R. V. S. SANTOS FILHO, F. S. (IN)CI(PI)ÊNCIA: Panorama geral dos estudos sobre Biodiversidade no Piauí. **Revista Equador**, v. 7, p. 17-41, 2018.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. S. C. As Abelhas Como Agentes Polinizadores (The Bees Agents Pollinizer's). **Revista electrónica de Veterinaria**, v. 1695, p. 7504, 2007.

SUDENE. **Superintendência Do Desenvolvimento Do Nordeste**. 2017 <<http://www.SUDENE.gov.br/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

SUNDAY, J. M. et al. Thermal-safety margins and the necessity of thermoregulatory behavior across latitude and elevation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 111(15),5610- © Terrae Didat. Campinas, SP v.18 1-12, 2014. e022022 2022 12 5615. doi: 10.1073/pnas.1316145111

TAUTZ, J, et al. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. **PNAS**. ed.100, v. 12, p.7343-7347, 2003.

THOMAS, C. et al. Extinction risk from climate change. **Nature**. ed.427. p.145-8, 2004. 10.1038/nature02121.

UCHOA, G. B. *et al.* Os efeitos dos longos períodos secos no semiárido piauiense: uma análise baseada na percepção dos produtores. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 752-765, 2012.

VELOSO FILHO, F. A.; SOUZA, D. C.; SILVA, F. R. V.; CARVALHO, F. P. A. A importância da cooperação nos arranjos produtivos do mel piauiense: caso Simplício Mendes. **Informe Econômico** (UFPI), v. 13, p. 33-39, 2012a.

VELOSO FILHO, F. A.; SOUZA, D. C.; SILVA, F. R. V.; CARVALHO, F. P. A. A importância da cooperação nos arranjos produtivos do mel piauiense: caso Simplício Mendes. **Informe Econômico** (UFPI), v. 13, p. 33-39, 2012b.

VELOSO FILHO, F. A.; SOUZA, D. C.; SILVA, F. R. V.; CARVALHO, F. P. A. A importância da cooperação nos arranjos produtivos do mel piauiense: caso Simplício Mendes. **Informe Econômico** (UFPI), v. 13, p. 33-39, 2012c.

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*, 12(3), 228, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12030228>

VIDAL, M. de F. Efeitos da seca de 2012 sobre a apicultura nordestina. Informe Rural ETENE, **Banco do Nordeste**, v.7, n.2, 2013a.

VIDAL, M. F. Desempenho da Apicultura nordestina em anos de estiagem. **Caderno Setorial ETENE Banco do Nordeste**. Ano 2, n. 11, p.1-9, 2017b.

VIDAL, M. F. Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE, Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, ano 6, n.157, Mar. 2021.

WINFREE, R. et al. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. **Ecology Letters**, v. 10, n. 11, p. 1105-1113, 2007.

WINSTON, Mark L. A biologia da Abelha. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: **Magister**, p 276, 2003.

# **ARTIGO 1: O USO DA MATRIZ ESTRATÉGICA PARA IDENTIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DE UMA ASSOCIAÇÃO DE APICULTORES EM RELAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Artigo a ser submetido A DEFINIR

Autores: Victor Virginio de Sousa e Silva, Maria Mayara Vieira e Juliana do Nascimento Bendini

## **1. Introdução**

O aquecimento do planeta tem sua magnitude ainda desconhecida, porém, é fato aceito pela comunidade científica (IPCC, 2023). No Brasil, a região semiárida do Nordeste compreende um dos territórios mais vulneráveis aos extremos da variabilidade climática (Marengo *et al.*, 2016) e para Vieira *et al.*, (2015), cenários globais e regionais de mudanças climáticas no futuro indicam que a região pode ser ainda mais afetada pelo déficit de chuvas e pelo aumento da aridez no próximo século.

Considerando-se que o semiárido nordestino brasileiro é uma das regiões semiáridas mais densamente populosas entre as terras secas do mundo (Rufino; Silva, 2017), essas previsões demandam medidas mitigatórias urgentes.

No Piauí, a apicultura emerge como uma atividade agropecuária importante para a economia do estado, garantindo renda às populações camponesas do semiárido. Embora as abelhas africanizadas tenham se adaptado ao clima da região (Gonçalves; Stort, 1994), alcançando alta produtividade de mel devido à abundância e à diversidade de espécies botânicas apícolas do Bioma Caatinga (Bendini *et al.*, 2021), os apicultores sofrem, anualmente, com o abandono das colmeias, em virtude da ocorrência de altas temperaturas e radiação solar durante os meses de escassez de chuvas (Vidal, 2017).

O aumento das temperaturas e a diminuição das chuvas estão desencadeando um desequilíbrio nos ecossistemas e na dinâmica de oferta de recursos florais, afetando diretamente a atividade apícola e reduzindo a disponibilidade de néctar e pólen, fundamentais para a sobrevivência das colônias e a produção de mel (Potts, S. et al. 2010).

Além disso, as elevadas temperaturas causam estresse térmico nas colônias de abelhas, diminuindo sua habilidade de regular a temperatura ideal dentro da colmeia e impactando adversamente sua saúde e eficiência produtiva (Burkle. et al. 2013).

O comportamento de abandono das abelhas *Apis mellifera* é uma característica natural desta espécie que pode beneficiar a sua sobrevivência (Soares; Jong, 1992). No entanto, esse fenômeno pode ser prejudicial para a apicultura ao reduzir a produtividade das colônias. Ao se considerar a potencialização das características do clima semiárido (Magrin *et al.* (2014), com um aumento da aridez e perda de biodiversidade do Bioma Caatinga (Moura *et al.* (2023), os cenários futuros colocam a apicultura como uma atividade bastante vulnerável às mudanças climáticas.

A percepção dos apicultores em relação às mudanças climáticas é diversa, porém muitos reconhecem os desafios que enfrentam devido a essas mudanças. Nos Estados Unidos, Canadá e Europa, Runckel et al (2011) estudaram a percepção dos apicultores em relação às mudanças climáticas e observaram que haviam dificuldades na manutenção das colônias durante períodos de condições climáticas extremas, como secas prolongadas ou ondas de calor, que têm impactos negativos na saúde e na produtividade das abelhas (Runckel, C. et al. 2011).

Esse cenário pode ser agravado uma vez que, segundo Marengo *et al.* (2016), os moradores, principalmente das áreas rurais, ainda não estão adaptados para lidar com o risco de futuras secas na região. Blennow *et al.* (2012) destacam a importância de se compreender as motivações e os conhecimentos que impulsionam as pessoas a adotarem medidas e a reagirem aos eventos relacionados às mudanças climáticas para que se possa avançar na formulação de políticas públicas eficazes. Dessa maneira, torna-se essencial ampliar o conhecimento sobre a percepção dos apicultores em relação às mudanças climáticas e às suas consequências na atividade apícola, vislumbrando assim, uma compreensão mais profunda das alternativas disponíveis para o desenvolvimento de estratégias frente à essas mudanças.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi determinar o índice de vulnerabilidade dos apicultores do município de Oeiras, semiárido piauiense diante das mudanças climáticas e conhecer a percepção desses produtores em relação às estratégias de mitigação relacionadas à apicultura através da identificação de pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças enfrentados pelos apicultores da região.

## 2. Material e Métodos

O trabalho foi realizado no município de Oeiras, Piauí, localizado na microrregião de Picos (IBGE, 2022). O clima é caracterizado como tropical semiárido quente, com um período seco que se estende por sete a oito meses consecutivos a temperatura varia entre 26°C e 40°C (CEPRO, 1992). Vale ressaltar que, no município está sediada uma empresa de beneficiamento de mel para a exportação, com grande destaque no cenário nacional (ASCOM SDE, 2021).

Para a coleta de dados, foram selecionados apicultores que, na época da pesquisa, estavam envolvidos com o Projeto ATeG – Piauí (Assistência Técnica e Gerencial), conduzido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). Este projeto abrange uma extensa rede de mais de 90 produtores rurais no município de Oeiras. Dentre esses, foram escolhidos os apicultores que se dedicavam à atividade apícola.

Para a seleção dos sujeitos, foi aplicado um questionário estruturado e entrevistas semiestruturadas baseado nos seguintes critérios de inclusão: participação em pelo menos uma formação em apicultura e, tempo de experiência na atividade (pelo menos 02 anos). Embora não tenham sido critérios de seleção, os apicultores participantes da pesquisa foram questionados quanto à sua escolaridade e o número de colmeias.

Na entrevista semiestruturada, foram abordados os seguintes pontos:

1. Compreensão do conceito de semiárido.
2. Descrição das características climáticas da região dos entrevistados.
3. Avaliação do impacto do clima na atividade apícola.
4. Discussão sobre as medidas adotadas em resposta aos desafios climáticos.
5. Identificação das dificuldades enfrentadas ao implementar essas medidas.
6. Reflexão sobre os resultados observados ao adotar tais medidas.
7. Análise das medidas consideradas essenciais para enfrentar os impactos climáticos.
8. Exposição da forma como as estratégias foram desenvolvidas e aprendidas.
9. Consideração sobre a necessidade de cursos ou treinamentos específicos para essas práticas.
10. Perspectiva sobre a importância contínua dessas medidas ao longo do tempo.

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, a coleta de dados do presente estudo foi realizada após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros (CAAE: 64574022.7.0000.8057).

Para a análise da percepção dos apicultores em relação às mudanças climáticas foi utilizado um roteiro que norteou as entrevistas semiestruturadas realizadas ao longo do período contemplado entre os meses de fevereiro e outubro de 2023. Para preservar o anonimato dos entrevistados, eles foram identificados neste estudo como "AP1" a "AP10". Posteriormente, as entrevistas gravadas em áudio, com a devida autorização de cada participante, foram transcritas e analisadas para entender a percepção desses apicultores sobre o impacto das mudanças climáticas na apicultura.

### **Matiz FOFA**

Foi realizada uma reunião com o intuito de elaborar com os apicultores, uma matriz FOFA que permitiu identificar os pontos fortes, pontos fracos, as oportunidades e as ameaças que esses produtores enfrentam em suas atividades, considerando a influência das mudanças climáticas.

Após a construção da matriz estratégica, foi realizada uma segunda reunião e utilizou-se a metodologia descrita por Fernandes (2012) para o estabelecimento de cruzamentos entre os conjuntos de fatores internos (forças e fraquezas) e externos (oportunidades e ameaças) apontados na matriz FOFA, conforme demonstrado por Tachizawa e Freitas (2004). Os quadrantes resultantes desses cruzamentos foram compreendidos de acordo com Macroplan (2010) e Tachizawa e Freitas (2004):

- O quadrante I aponta para o potencial de ação ofensiva, evidenciando a capacidade de aproveitar as oportunidades por meio das forças existentes;
- O quadrante II indica a capacidade defensiva, demonstrando o preparo do conjunto de forças para repelir as ameaças que surgem;
- O quadrante III identifica o nível de fragilidade na capacidade ofensiva, indicando até que ponto as fraquezas podem dificultar a aproveitamento das oportunidades;
- O quadrante IV revela a índice de vulnerabilidade dos produtores, mostrando o quanto o conjunto de fraquezas pode amplificar o impacto das ameaças que, nesse estudo estão relacionadas às mudanças climáticas.

Dessa maneira, durante a reunião, os apicultores foram convidados a atribuírem para cada cruzamento, um valor que indicasse a influência dos fatores do ambiente interno (forças e fraquezas) sobre os fatores do ambiente externo (ameaças e oportunidades).

Para cada cruzamento das forças com as oportunidades, utilizou-se a seguinte pergunta padrão sugerida por Fernandes (2012): "Com que intensidade a Força X ajuda o grupo a capturar a Oportunidade X?" A Força 1 foi avaliada frente a todas as oportunidades, e as demais forças seguiram o mesmo padrão de questionamento. Já para o cruzamento das forças com as ameaças, utilizou-se a pergunta padrão: "Com que intensidade a Força X ajuda o grupo a rechaçar a Ameaça X?" Da mesma forma, a Força 1 foi confrontada com todas as ameaças, seguida pelo mesmo processo para as demais forças.

No caso do cruzamento das fraquezas, a pergunta utilizada foi: "Com que intensidade a Fraqueza X dificulta a organização em aproveitar a Oportunidade X?" Da mesma forma, a Fraqueza 1 foi avaliada frente a todas as oportunidades, e para as demais fraquezas seguiu-se o mesmo procedimento. Em seguida, as fraquezas foram verificadas em relação às ameaças, utilizando a pergunta padrão: "Com que intensidade a Fraqueza X acentua o risco da Ameaça X?". Para melhor compreensão, o quadro 1 representa a matriz da análise estratégica utilizada no presente estudo.

Quadro 1 - Perguntas para os cruzamentos dos fatores da matriz

	<b>OPORTUNIDADE</b>	<b>AMEAÇAS</b>
<b>FORÇAS</b>	Com que intensidade a <b>Força X</b> ajuda o grupo a capturar a <b>Oportunidade X?</b> "	Com que intensidade a <b>Força X</b> ajuda o grupo a rechaçar a <b>Ameaça X?</b> "
<b>FRAQUEZAS</b>	Com que intensidade a <b>Fraqueza X</b> dificulta a organização em aproveitar a <b>Oportunidade X?</b>	Com que intensidade a <b>Fraqueza X</b> acentua o risco da <b>Ameaça X?</b> ".

Para a pontuação para cada cruzamento seguiu-se a seguinte escala:

- 0: a força ou a fraqueza não influenciaram a capturar ou rechaçar a oportunidade ou ameaça;
- 1: a força ou a fraqueza pouco influenciaram a capturar ou rechaçar a oportunidade ou ameaça;
- 2: a força ou a fraqueza influenciaram muito a capturar ou rechaçar a oportunidade ou ameaça a força.

Com esses cruzamentos e pontuações foi possível elaborar a Matriz Estratégica, como descrita por Fernandes (2012) (quadro 3) e com isso, a determinação do índice de vulnerabilidade do grupo de apicultores de Oeiras frente às mudanças climáticas foi verificada

por meio da relação entre fraquezas e ameaças, apontando em que medida o conjunto de fraquezas pode aumentar o impacto das ameaças (Quadrante IV).

Quadro 2 - Matriz de Análise Estratégica

Ambiente externo / Ambiente interno	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
FORÇAS	I	II
FRAQUEZAS	III	IV

### 3. Resultados e discussão

Primeiramente, foi necessário estabelecer o perfil dos apicultores participantes da pesquisa (n = 10). A aplicação do questionário estruturado permitiu observar que os participantes da pesquisa apresentavam idades que variaram entre 36 e 65 anos. Esse perfil etário dos apicultores também foi apontado em outros estudos realizados em diferentes regiões do semiárido nordestino (Fernandes-Salomão *et al.*, 2015a; Silva *et al.*, 2017). Ainda que a apicultura se configure como uma possibilidade de afirmação profissional para os jovens (Amorim; Vieira, 2016), observou-se um reduzido envolvimento dessa faixa etária na atividade.

Ao se considerar o avanço das mudanças climáticas no semiárido, os jovens que, tradicionalmente são menos rígidos em relação às mudanças tecnológicas, poderiam, segundo Matos (2005), ser disseminadores de técnicas apropriadas ao enfrentamento dessa condição e às melhorias dos índices de produtividade na atividade.

Em relação ao nível de escolaridade, observou-se que a maioria (8) dos entrevistados possui o ensino fundamental incompleto. Mesmo assim, grande parte (9) deles participaram de mais de uma capacitação apícola. Porém, a falta de escolaridade pode ser um fator negativo para a apropriação dos conhecimentos técnicos repassados durante essas capacitações. Sobreira *et al.*, (2019) sublinham que os apicultores mais escolarizados adotam práticas tecnológicas mais adequadas.

#### Análise da matriz estratégica e do índice de vulnerabilidade

A matriz FOFA elaborada a partir dos apontamentos dos apicultores permitiu identificar cinco forças, cinco fraquezas, duas oportunidades e cinco ameaças (quadro 4).

Quadro 3 - Conjunto de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças apontadas pelos apicultores de Oeiras, Piauí

<b>AMBIENTE INTERNO</b>	<b>FORÇAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMBIENTE EXTERNO</b>
	1. Coragem/ Coletividade 2. Florada diversidade 3. Cajueiro – florada de manutenção 4. Água disponível 5. Resistência das abelhas	1. Floradas preservadas 2. Localização próxima à estrada	
	<b>FRAQUEZAS</b>	<b>AMEAÇAS</b>	
	1. Falta de suporte financeiro 2. Falta de assistência técnica 3. Falta de Apoio Governamental - equipamentos 4. Falta de mercado para venda 5. Período seco	1. Roubo de colmeia 2. Seca prolongada 3. Pragas 4. Queimadas 5. Avanço do Agronegócio	

Entre as forças, os apicultores de Oeiras apontaram: 1. Coragem e a coletividade, 2. a ocorrência de floradas diversas, especialmente do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) como importante florada de manutenção durante o período de estiagem (3), além da disponibilidade de água próxima aos apiários (4) e finalmente, 5. a resistência e a adaptabilidade das abelhas africanizadas ao clima semiárido.

De acordo com Lenger *et al.* (2006), a coletividade é especialmente importante para a viabilização de iniciativas que individualmente seriam de difícil realização. Assim, valores atribuídos à coletividade não só motivam os apicultores a perseverarem em seu trabalho diante das dificuldades, mas também desempenham um papel fundamental no alcance do sucesso a longo prazo.

A história da apicultura piauiense é marcada pela atuação de associações e/ou cooperativas, sendo que a organização social dos apicultores é um ponto forte e característico da apicultura do Estado (Vilela, 2000). No entanto, embora os apicultores de Oeiras tenham elencado a coletividade como um ponto forte do grupo, é importante destacar que muito recentemente eles se organizaram em uma organização social: a Associação dos Produtores de Mel de Oeiras (APROMEL), fundada em 2023.

Outro ponto forte elencado pelos apicultores foi a ocorrência de considerável diversidade de floradas apícolas. Importante destacar que a maioria dos participantes do presente trabalho tem seus apiários instalados nas proximidades de uma reserva legal caracterizada como área de transição vegetacional Caatinga/Cerrado, com o predomínio da

Caatinga arbustivo-arbórea (CEPRO, 2000). Áreas de transição ecológica são abundantes no estado do Piauí e apresentam grande multiplicidade de paisagens consolidadas por diferentes perfis edafoclimáticos (Sousa e Santos-Filho *et al.* 2018), o que é essencial para que o Estado mantenha seus altos índices de produção de mel. Vale ressaltar que a diversidade e a abundância da flora apícola é fundamental para a produtividade das colmeias (Bendini *et al.*, 2021).

Por outro lado, no que se refere às regiões de abrangência do clima semiárido, as floradas de manutenção exercem equivalente importância, uma vez que garantem a permanência das colônias durante os períodos de estiagem. Entre essas espécies, destaca-se o cajueiro *Anacardium occidentale* L. (Pereira *et al.*, 2006), apontado pelos apicultores de Oeiras como um ponto forte a apicultura local. Martins *et al.* (2020a) observaram que no semiárido, a instalação de colmeias em áreas de sub-bosque de cajueiros representa uma estratégia positiva para a manutenção das colônias, uma vez que se observou baixa taxa de abandono.

Outro aspecto forte compartilhado pelos apicultores é a proximidade das fontes de água em relação aos apiários, o que se revela crucial, especialmente durante o período de estiagem, uma vez que a ausência de fontes de água para o consumo das abelhas pode levar ao abandono das colmeias. A água é um recurso vital para a colônia, assim como o pólen e o néctar (Kovac *et al.*, 2018).

Finalmente, destaca-se a resistência das abelhas como um ponto forte apontado pelos apicultores de Oeiras. É importante ressaltar que colmeias saudáveis têm a capacidade de lidar melhor com condições climáticas adversas, o que contribui significativamente para a estabilidade e o sucesso da atividade apícola (Le Conte; Navaja, 2008). De acordo com o autor, a adaptação das abelhas ao clima exerce uma influência significativa sobre o seu ciclo de desenvolvimento.

Como fraquezas, os apicultores apontaram a falta de suporte financeiro e de apoio governamental para que invistam na atividade. Esses fatores são agravados pela falta de assistência técnica, também apontada por eles como uma fraqueza. A falta de recursos dificulta a implementação de medidas preventivas e de investimentos em infraestrutura e tecnologia necessários para lidar com as ameaças e os efeitos das mudanças climáticas. Martins *et al.* (2020b) ressaltam que, se houvesse mais incentivos, como políticas públicas de acesso a crédito rural e assistência técnica, os apicultores poderiam alcançar um melhor desempenho na produção apícola.

Os apicultores identificaram a falta de apoio governamental como uma fraqueza significativa. A ausência desse suporte pode comprometer o crescimento e o desenvolvimento da atividade apícola, restringindo o acesso a recursos financeiros, infraestrutura, assistência

técnica e pesquisa. Entre comunidades rurais do estado da Bahia, Gomes *et al.* (2023) identificaram pontos semelhantes aos apontados pelos apicultores de Oeiras. Os autores elencaram a falta de incentivos para a profissionalização da apicultura e de acesso a crédito e tecnologia, bem como a falta de apoio governamental como os principais desafios enfrentados pelas comunidades rurais. Portanto, é necessária a implementação de políticas públicas que promovam a profissionalização da apicultura, bem como o fornecimento de suporte adequado aos apicultores para adotarem práticas mais modernas e eficientes.

Os apicultores entrevistados também destacaram a dificuldade de comercialização do mel no município como uma das fraquezas enfrentadas. A falta de apoio governamental, aliada à ausência de um mercado consistente, desencoraja os apicultores a investirem em suas operações e a adotarem práticas inovadoras. Importante ressaltar que o município de Oeiras possui uma empresa do setor de exportação de mel que se destaca nacionalmente pela sua atuação na comercialização deste produto. Contudo, segundo os apicultores, a empresa oferece um baixo preço de compra do mel, desmotivando-os a tornar a atividade lucrativa e levando-os a optar por vender seu produto a atravessadores.

O município está estrategicamente situado próximo a outros municípios que abrigam cooperativas renomadas no setor de exportação de mel, como a Central de Cooperativas Apícolas do Semiárido Brasileiro (CASA APIS) em Picos e a Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes (COMAPI). Essas organizações sociais não apenas oferecem preços justos, como certificação orgânica, agregando valor significativo ao mel. De acordo com Veloso-Filho *et al.* (2012), a COMAPI se destaca pela habilidade de articular e cooperar com outras organizações, tanto nacionais quanto estrangeiras, característica fundamental para estabelecer parcerias responsáveis que impulsionem e fortaleçam a apicultura, contribuindo assim para sua expansão.

No entanto, devido a recente consolidação da Associação dos Produtores de Mel de Oeiras, os apicultores não tinham conhecimento sobre a existência dessas Cooperativas e sobre seu funcionamento, o que dificultava ainda mais a oportunidade de vender seus produtos a preços justos.

A período de estiagem foi identificado como uma das fraquezas mencionadas pelos apicultores. Mesmo estando em uma região contemplada pela presença de uma reserva legal, eles relataram que esse período reduz os recursos alimentares disponíveis para as abelhas, prejudicando significativamente o desenvolvimento das colônias e sua produtividade. Além do período de estiagem, identificado como uma fraqueza, os apicultores destacaram que quando esse período se prolonga, torna-se uma ameaça significativa para a atividade apícola.

No estudo realizado por Silva *et al.* (2022), foram identificados pontos semelhantes ao observado neste trabalho. Ao aplicarem a matriz FOFA para identificar as principais forças, fraquezas, ameaças e oportunidades na apicultura em Campo Maior, Piauí, os apicultores relataram que as mudanças climáticas aliadas com a escassez ou excesso de chuvas, a expansão do desmatamento e da conversão de florestas em pastagens e plantações, são algumas das ameaças enfrentadas no âmbito da atividade apícola.

Conforme relatado pelos apicultores, o roubo de colmeias é uma ameaça persistente na região. De acordo com Lautharte *et al.* (2019), em uma pesquisa envolvendo aproximadamente 80 apicultores brasileiros, mais da metade (59,3%) dos entrevistados afirmaram já terem sido vítimas desse tipo de crime. Sobre isso, os apicultores de Oeiras mencionaram que a coletividade entre eles consiste na única ferramenta para o enfrentamento dessa ameaça.

Em relação às ameaças, os apicultores ainda elencaram a ocorrência de traças, que, de acordo com Marques (1984) representa uma ameaça direta às colmeias. As lagartas de *Galleria mellonella* L.) fazem galerias nos favos destruindo-os e comprometendo assim o desenvolvimento das colônias (Vandenberg e Shimanuki, 1990). Vale destacar que em colmeias bem povoadas, os favos não são prejudicados, pois as abelhas são capazes de expulsar as mariposas (Brighenti *et al.*, 2007). Mesmo quando algumas lagartas da traça surgem, as operárias prontamente realizam a limpeza dos favos.

Além das pragas, a prática criminosa das queimadas na vegetação é uma ameaça recorrente na região, podendo acarretar prejuízos significativos para a atividade apícola. A queima de biomassa consome vastas áreas de vegetação e representa um dos principais agentes de modificação nos ecossistemas terrestres (Pereira *et al.*, 2012). Frequentemente, essas queimadas são realizadas para fins agrícolas, o que é apontado pelos apicultores como outra ameaça significativa. A agricultura com práticas de desmatamento, seguidas de monocultivos, reduz drasticamente a diversidade de plantas nativas que servem como fontes de recursos alimentares para as abelhas (Freitas *et al.*, 2009).

Além disso, o avanço do agronegócio foi elencado pelos apicultores. Importante ressaltar que os monocultivos trazem consigo outras práticas que podem representar sérios problemas para as abelhas, como é o caso da utilização de agrotóxicos. Além de representarem uma ameaça direta à vida das abelhas, os agrotóxicos têm o potencial de modificar o comportamento desses insetos, conforme relatado por Bortolotti *et al.* (2003). Essas alterações podem ocorrer tanto dentro quanto fora da colmeia, resultando em consequências graves que podem levar ao colapso da colônia (Freitas; Pinheiro, 2010).

O cruzamento dos fatores internos (forças e fraquezas) com os fatores externos (oportunidades e ameaças), bem como a valoração das influências exercidas entre esses fatores apontados pelos apicultores, permitiu a elaboração da matriz estratégica (quadro 5).

Quadro 4 - Matriz estratégica pontuada e quadrantes preenchidos seguindo a alocação dos fatores apontados pelos apicultores de Oeiras, Piauí.

		AMBIENTE EXTERNO		OPORTUNIDADES		AMEAÇAS				
AMBIENTE INTERNO	Oportunidades E ameaças		1 Floradas preservadas	2 Localização próxima à estrada	1 Roubo de colmeia	2 Seca prolongada	3 Pragas	4 Queimadas	5 Agronegócio	
	Forças e Fraquezas									
FORÇAS	1 Coragem/ Coletividade		2	2	2	1	2	2	1	
	2 Florada diversidade		2	0	0	2	0	0	2	
	3 Cajueiro – florada de manutenção		2	1	0	2	0	0	1	
	4 Água disponível		2	0	0	2	0	2	0	
	5 Resistência das abelhas		2	0	0	2	2	0	0	
FRAQUEZAS	1 Falta de suporte financeiro		0	0	0	2	0	0	0	
	2 Falta de assistência técnica		2	0	0	2	2	0	0	
	3 Falta de Apoio Governamental - equipamentos		2	2	0	1	0	0	0	
	4 Falta de mercado para venda		0	0	0	0	0	0	2	
	5 Período seco		2	0	0	2	2	2	1	

**Capacidade Ofensiva (QI - QIII) = 5**

**Capacidade Defensiva (QII - QIV) = 1**

**Índice de Vulnerabilidade = 16**

No ambiente externo são listadas duas oportunidades e cinco ameaças que, confrontadas com as cinco forças e as cinco fraquezas do ambiente interno, resultam uma matriz estratégica de 10 x 7, totalizando 70 cruzamentos. Segundo Fernandes (2012) ao considerar cada aspecto do ambiente interno em relação ao ambiente externo, é possível identificar a capacidade da organização para aproveitar oportunidades e mitigar os impactos negativos das ameaças externas.

Embora tenha-se observado um resultado favorável da capacidade ofensiva (5), demonstrando que as forças podem ser utilizadas o aproveitamento das oportunidades disponíveis no cenário, o grupo apresentou baixa capacidade defensiva (1). Ao se calcular o índice de vulnerabilidade em relação às mudanças climáticas através do quadrante IV, percebe-se o quanto o conjunto de fraquezas pode amplificar o efeito das ameaças e assim, observou-se que os apicultores de Oeiras se encontram vulneráveis à possibilidade de uma seca prolongada ou ao agravamento das condições climáticas. Por outro lado, observou-se que as mudanças climáticas não são apontadas como uma ameaça para esses apicultores, corroborando Marengo *et al.* (2011) que destacam a escassez de conhecimento e preparo entre as comunidades rurais diante das mudanças climáticas. Esta premissa se evidenciou nas entrevistas realizadas, uma vez que quando questionados sobre o significado do termo "clima semiárido", 9 entrevistados demonstraram dificuldades em definir o conceito.

O clima semiárido brasileiro é conhecido por sua precipitação pluviométrica variável ao longo do tempo e do espaço (Marengo, 2007). Essa sazonalidade foi reconhecida pelos apicultores como a característica distintiva do clima semiárido. Assim, embora eles não soubessem definir conceitualmente esse regime climático, estabeleceram uma associação direta desse regime climático com a sazonalidade.

"É muito seco. No inverno até melhora um pouco, mas no verão é extremamente árido" (apicultor AP02)

A referência ao "clima seco" permeou todas as respostas, destacando-se como a característica mais marcante do ambiente em que vivem. Observou-se que a sazonalidade climática foi associada como algo prejudicial à atividade apícola, como aborda o apicultor AP04: "O clima aqui é quentura demais. As abelhas vão embora. O tempo melhor é no inverno que tem a florada, chega os alimentos pra elas".

O período de estiagem foi apontado pelos apicultores como uma fraqueza relacionada ao desenvolvimento da apicultura no semiárido. Além disso, a possibilidade de uma seca prolongada foi apontada como uma ameaça. Assim, observa-se a preocupação e a fragilidade desses produtores em relação à essa característica do clima semiárido que, embora não mencionada por eles, pode ser exacerbada com o avanço das mudanças climáticas (Magrin *et al.*, 2014a; Marengo *et al.* 2007).

As mudanças climáticas, incluindo o aumento das temperaturas e a imprevisibilidade nos padrões climáticos, podem resultar em maior instabilidade na homeostase das colônias de abelhas e na produção de mel. Isso, por sua vez, afeta diretamente a renda dos apicultores que

dependem dessa atividade. Embora os apicultores não tenham citado as mudanças climáticas entre as ameaças à apicultura local, eles citaram a possibilidade de uma seca prolongada, ou seja, um evento climático previsto como resultado das mudanças climáticas no semiárido. Importante ressaltar que em relação à essa ameaça, os apicultores atribuíram as maiores pontuações (Tabela 3) às fraquezas “Falta de suporte financeiro e falta de assistência técnica”.

Os apicultores relataram que a falta de assistência técnica limita o conhecimento de técnicas que poderiam auxiliar no manejo ou na resolução de problemas enfrentados por eles na atividade apícola na região. Dessa forma, esses produtores muitas vezes recorrem a técnicas rudimentares e até mesmo utilizam materiais que não são acessíveis financeiramente e não possuem tanta eficiência em suas práticas apícolas.

De acordo com Khan *et al.* (2009), há uma correlação positiva entre o nível de instrução dos apicultores, o acesso à assistência técnica e ao financiamento, e a possibilidade de alcançarem um maior nível de tecnologia na apicultura.

Assim, a falta de assistência técnica para os apicultores pode aumentar sua vulnerabilidade a uma série de desafios, incluindo um evento climático (seca prolongada) e a ocorrência de pragas, especialmente a traça. Ao se considerar que a perda de colônias devido ao ataque da traça da cera está relacionada à baixa densidade populacional (Brighenti *et al.*, 2007b), principal característica das colônias durante o período de estiagem, pode-se afirmar que a ocorrência dessa praga e a possibilidade de uma seca prolongada são ameaças que se relacionam.

O período de estiagem foi identificado pelos apicultores como um ponto fraco, especialmente quando relacionado à ameaça da seca prolongada. Vale sublinhar que as altas temperaturas, a baixa umidade relativa do ar e a intensa exposição solar verificados durante os períodos de estiagem que se prolongam durante uma seca prolongada impactam diretamente no comportamento e na fisiologia das colônias. Isso resulta em desvios energéticos nos organismos e impactos significativos na produção de mel (Lopes *et al.*, 2011b; Sombra, 2013; Santos, 2015).

O período de estiagem representa um desafio significativo para os apicultores, especialmente em regiões afetadas pelo avanço do agronegócio e pelas queimadas. De acordo com Pereira (2010), o número de espécies vegetais propícias ao ferrageamento das abelhas está diminuindo progressivamente devido a uma série de fatores, incluindo queimadas, desmatamento, intensificação da agricultura e, principalmente, o aumento do uso de agrotóxicos, que se tornam cada vez mais comuns nas lavouras do Brasil e do mundo.

Oito dos dez entrevistados mencionaram ter enfrentado perdas de colônias nos seus apiários, atribuindo isso à influência das altas temperaturas e à escassez de alimentos ocorrentes durante os períodos de estiagem, como relatado pelo apicultor AP07: “Sim, porque fica muito quente e elas vão embora. Não tem comida suficiente nesse tempo”.

Logo, sistemas de criação racional de abelhas devem incorporar em seu manejo estratégias que promovam o controle interno da temperatura, como sombreamento das instalações. Nesse contexto, foi indagado aos apicultores se adotam alguma estratégia para proteger as abelhas dos efeitos climáticos. Quatro apicultores relataram que implementam medidas como fornecimento de sombreamento para as colmeias, oferta de alimento e água, conforme mencionado pela apicultora AP03: “Fazemos a cobertura, a comida que faço, sempre boto comida pra ela. A cobertura é com a telha brasilit”.

Quando questionados sobre as principais dificuldades na adoção dessas medidas, a maioria mencionou a restrição de capital financeiro, conforme relatado pelo apicultor AP05: “É, você tem que comprar, você tem que serrar, ir lá cobrir, dá um trabalho”. O uso de telhas de brasilit para sombreamento representa uma opção que implica em custos adicionais para os apicultores. No entanto, existem alternativas que exigem menos investimento financeiro e proporcionam uma cobertura mais eficiente para proteger as colmeias do excesso de luz solar.

Lopes *et al.* (2011) conduziram um estudo com o objetivo de avaliar o impacto de diferentes tipos de cobertura no desenvolvimento e na qualidade do mel produzido por colônias de *Apis mellifera*. Os resultados indicaram que o sombreamento proporcionado por árvores favoreceu significativamente o armazenamento de alimento e resultou em um aumento na área de cria das colmeias. Além disso, foi observado que o microclima sob a copa das árvores apresentou melhores condições de ventilação, o que possivelmente contribuiu para o conforto térmico das abelhas em comparação com os demais tratamentos.

Sete entre os dez apicultores mencionaram que fornecem alimentação artificial para suas abelhas. A prática de alimentação artificial é comum em várias circunstâncias, principalmente durante períodos de escassez de recursos naturais, como flores e néctar, ou em regiões onde a oferta de alimentos é limitada (Castagnino *et al.*, 2006; coelho *et al.*, 2008). No entanto, é importante ressaltar que os alimentos energéticos não conseguem substituir completamente o néctar ou o mel, pois carecem dos fitoquímicos essenciais que desempenham um papel crucial no metabolismo e na fisiologia das abelhas (Pinho *et al.*, 2008). Além disso, é essencial possuir conhecimento técnico para o fornecimento de alimentação artificial, pois a falta desse conhecimento pode acarretar riscos para a saúde das abelhas.

Os apicultores ainda não possuem certificação orgânica para o mel que produzem, o que representa uma oportunidade promissora. A certificação de produtos agropecuários como orgânicos garante aos consumidores a segurança de adquirirem um produto livre de contaminação química. Além disso, a certificação confirma que o produto foi obtido através de um sistema de produção sustentável, minimizando os impactos negativos sobre o meio ambiente, conforme destacado por Reis (2003). Ao obter essa certificação, os apicultores podem valorizar ainda mais seus produtos no mercado, atendendo à crescente demanda por produtos orgânicos e sustentáveis. Por outro lado, a certificação orgânica impõe maiores cuidados ao se oferecer alimentos artificiais para as colônias.

Embora consista numa prática muito importante para se atingir maiores êxitos na apicultura, a seleção e substituição de rainhas não foi uma estratégia citada pelos apicultores de Oeiras. A não utilização dessa prática, em grande parte deve-se à necessidade de conhecimentos especializados e de capacitação adequada para sua realização. Gomes et al. (2019) destacaram a eficácia do programa de melhoramento ao empregar uma seleção com base em variáveis, como comportamento higiênico, defensividade, qualidade da postura da rainha e produção de mel. Os mesmos autores conduziram um estudo para avaliar as características comportamentais e produtivas das abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) visando estabelecer um programa de seleção de rainhas matrizes. Eles compararam a produção média de mel entre colônias com rainhas de 2ª e 3ª geração e das colônias utilizadas como controle no apiário experimental. Observaram um aumento significativo na produção de mel nas colônias com rainhas de 3ª geração em relação às colônias matrizes em comparação com os apiários dos apicultores parceiros.

Considerando-se os avanços das mudanças climáticas e a vulnerabilidade do território semiárido nesse contexto, torna-se fundamental que os apicultores estejam cientes das estratégias necessárias para mitigar os efeitos climáticos adversos, visando garantir a sobrevivência das abelhas e manter os índices de produtividade apícola. Quando questionados sobre a fonte de conhecimento sobre as estratégias para a manutenção das colônias e mitigação desses efeitos climáticos, a maioria mencionou a participação em cursos, programas de televisão e *internet*, bem como a aprendizagem por meio da experiência de pessoas próximas, ressaltando a falta de assistência técnica como um dos principais pontos que representa a vulnerabilidade desses produtores diante das mudanças climáticas.

#### 4. Conclusão

No decorrer deste estudo, foi possível analisar a situação dos apicultores do município de Oeiras, Piauí frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Observou-se que, embora apresentem uma capacidade ofensiva razoável, demonstrando habilidade para aproveitar oportunidades no cenário, esses produtores enfrentam uma significativa fragilidade em termos de capacidade defensiva.

A vulnerabilidade dos apicultores às ameaças ambientais, especialmente a possibilidade de uma seca prolongada e do agravamento das condições climáticas no semiárido, foi claramente observada. Embora as mudanças climáticas não tenham sido identificadas pelos apicultores diretamente como uma ameaça, os efeitos potenciais dessas mudanças, como a seca prolongada, representam preocupações para o desenvolvimento da apicultura na região.

A falta de suporte financeiro e assistência técnica emergiu como fatores críticos que limitam a capacidade adaptativa dos apicultores, levando-os a recorrer a práticas rudimentares e enfrentarem dificuldades no manejo de suas colmeias. Além disso, o avanço do agronegócio, associado às queimadas para fins agrícolas, é percebido como uma ameaça que aumenta a vulnerabilidade desses produtores.

Nesse contexto, é de suma importância implementar medidas eficazes para fortalecer a capacidade dos apicultores de Oeiras de enfrentar os desafios apresentados. Isso envolve o fornecimento de apoio financeiro e de assistência técnica apropriada, bem como a promoção de práticas sustentáveis e a adoção de políticas de conservação ambiental que visem proteger os recursos naturais fundamentais para a atividade apícola.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, J. B. S.; VIEIRA, L. A. Desenvolvimento da apicultura e suas potencialidades no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2, p. 78-86, 2016.
- ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. (2003) Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na Caatinga: estado atual do conhecimento. In: CLAUDINO-SALES, V. (Ed.). *Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza: **Expressão Gráfica**, p.115-128, 2003.
- ASCOM. **Piauí se torna o maior exportador de mel em 2021**. Teresina, 2021. Disponível em: <<https://www.pi.gov.br/noticias/piaui-se-torna-o-maior-exportador-de-mel-em-2021/>>. Acesso em 01 nov. 2023.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BENDINI, J. N. *et al.* Mapping bee flora in honey producing areas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 15, p. 1-14, 2021.
- BLENNOW, K. *et al.* Climate Change: Believing and Seeing Implies Adapting. **PLOS One**, vol. 7, n. 11, 2012.
- BRIGHENTI, D. M.; CARVALHO, C. F.; CARVALHO, G. A.; BRIGHENTI, C. R. G.; CARVALHO, S. M. “Bioatividade do *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner, 1915) para Adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae)”. **Ciência e Agrotecnologia**, ed. 31, v. 12, p. 279-289, 2007.
- BORTOLOTTI, L., MONTANARI, R., MARCELINO, J., MEDRZYCKI, P., MAINI, S., and PORRINI, C., 2003. Effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of honey bees. **Bulletin of Insectology**, vol. 56, pp. 63-68.
- BURKLE, L. *et al.* Climate Change and Phenology: Empirical Relationships and Implications for Community Ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 368, n. 1614, artigo 20120481, 2013.
- CASTAGNINO, G. L. B.; MESSAGE, D.; JUNIOR, P. M.; Fornecimento de substituto de pólen na redução da mortalidade de *Apis mellifera* L. causada pela Cria Ensacada Brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1838-1843, 2011.
- Cepro - Fundação Centro de Pesquisas. 1992. **Perfil dos Municípios Teresina**: Fundação CEPRO. p.420, 1992.

CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas. 2000. **Perfil dos Municípios Teresina**: Fundação CEPRO. p. 420, 2000.

COELHO, M. S.; SILVA, J. H. V.; OLIVEIRA, E. R. A.; ARAUJO, J. A.; DE LIMA, M. R. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.21, n.1, p.01-09, jan-mar 2008.

FERNANDES, D. R. Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para Elaboração da Estratégia. UNOPAR Cient., **Ciênc. Juríd. Empres.**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 57-68, 2012a.

FERNANDES, D. R. Uma Visão Sobre a Análise da Matriz SWOT como Ferramenta para FERNANDES-SALOMÃO, T. M. *et al.* Situação socioeconômica e tecnológica da apicultura em comunidades rurais do semiárido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 10, n. 2, 2015b.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, Les Ulis, v. 40, p. 332-346, 2009.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. A. Disponibilidade de Água e Produção de Mel em Colmeias de Abelhas Africanizadas. **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 345-355, 2012.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [Mapas Base dos municípios do Estado do Piauí]. **Escalas variadas**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/oeiras.html>>. Acesso em 27 fev. 2024.

GOMES, M. HJ. A.; OLIVEIRA, L. S. de; SILVA, A. F.; VIEIRA, M. A. C. Sustentabilidade comunitária: fortalecimento da atividade apícola e implantação de quintais produtivos - relato de experiência. **Semiárido De Visu**, v. 11, n. 1, p. 211-223, 2023.

GOMES, R. V. R. de S.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Melhoramento genético e qualidade de abelhas rainhas matrizes selecionadas para produção de mel. **Agrarian Academy**, v.6, n.11, p.206 218, 2019. 10.18677/Agrarian\_Academy\_2019a20

GONÇALVES, L.S.; STORT, A.C. A africanização das abelhas *Apis mellifera* nas Américas-II, In B. BARRAVIERA (ed.), *Venenos animais: Uma visão integrada*. Rio de Janeiro, **EPUC**, p. 387, 1994.

IPCC, 2023. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 1-34, 2023.

KHAN, A. S.; MATOS, V. D.; LIMA, P. V. P. S. Desempenho da apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e fatores condicionantes. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 47, p. 651-655, 2009.

KOVAC, H.; KAUFER, H.; STABENTHEINER, A. The energetics and thermoregulation of water collecting honeybees. **Journal of Comparative Physiology**, A 204:783– 790, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00359-018-1278-9>.

LAGO, A.; CORONEL, D. A. LENGER, L.; SILVA, T. N.; OLIVEIRA, C. B. de S. O setor orizícola brasileiro e gaúcho: desafios, oportunidades e estratégias frente à crise atual. **Cadernos de Economia** (UNOESC), v. 20, p. 7-25, 2007.

LAUTHARTE, D. M.; VALENTIM, T. T. de M.; MEIRELLES, R. N. *et al.* **Furto na atividade de apicultura e meliponicultura.** In: IX SIEPEX-IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão. [S. l.: s. n.], 2019.

LE CONTE, Y.; Navajas, M. Climate change: Impact on honey bee populations and diseases. **Review Science Technology**, ed. 27, v. 2, p. 499–510, 2008.

LOPES, M. T. DO R. *et al.* Alternativas De Sombreamento Para Apiários1. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, ed. 41, v. 3, p. 299-305, 2011.

MACROPLAN. **Apostila do curso Planejamento Estratégico, módulo Análises e Interpretações - SWOT.** 2010.

MAGRIN, G. *et al.* Central and South America. In: BARROS, V. R. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

MAGRIN, G. *et al.* Central and South America. In: BARROS, V. R. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.** Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade – caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, v.1, p.214, 2007.

MARENGO, J. *et al.* Variabilidade e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. Campina Grande: **Instituto Nacional do Semiárido**, 2011.

MARQUES, A. N. Defesa e proteção das abelhas. In: WIESE, H. (coord.). Nova apicultura. Porto Alegre: **Agropecuária**, ed. 5, p. 283-300, 1984.

MARTINS, A. M. L. B.; SOUSA, J. J.; SANTOS, K. P. P.; BASTOS, E. M.; LIMA, A. S. A importância das abelhas para polinização do cajueiro na localidade Riachão – Itainópolis – PI. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236 - 7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 15, no. 2, 2020a.

MARTINS, A. M. L. B.; SOUSA, J. J.; SANTOS, K. P. P.; BASTOS, E. M.; LIMA, A. S. A importância das abelhas para polinização do cajueiro na localidade Riachão – Itainópolis – PI. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236 - 7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 15, no. 2, 2020b.

MATOS, V. D. **A apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e seus fatores condicionantes, produção e exportação de mel natural.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2005. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005304001>

MOURA, M. R.; SILVA, G. A. O.; PAGLIA, A.; PIRES, M. M.; SANTOS, B. A. **Climate change should drive mammal defaunation in tropical dry forests.** *Global Change Biology*, ed. 29: p. 6931-6944, 2023. doi: [10.1111/gcb.16979](https://doi.org/10.1111/gcb.16979)

PEREIRA, D. S. **A importância da alimentação das abelhas africanizadas.** Palestra ministrada no PECNORDESTE. Fortaleza-CE. 2012a.

- PEREIRA, D. S. **A importância da alimentação das abelhas africanizadas**. Palestra ministrada no PECNORDESTE. Fortaleza-CE. 2012b.
- PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; CAMARGO, R. C. R.; LOPES, M. T. R.; VIEIRA N. J. M.; ROCHA, R. S. Flora apícola no Nordeste. **Embrapa Meio-Norte**, Teresina, PI, Brasil, ed. 1, 2006.
- PEREIRA, F. M; SOUZA, B.A; LOPES, M. T. R. Instalação e manejo de meliponário. Teresina, PI: **Embrapa Meio- Norte**, ed. 1, 2010.
- PINHO, M. P.; CALDAS, C. A.; ZALUSKI, R. **Alimentação artificial para abelhas *Apis mellifera* africanizadas**. In: XI MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ, 2018, Campo Grande. Anais... Campo Grande: UFMS, 2018.
- POTTS, S. et al. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.
- REIS, V.D.A. Mel orgânico: oportunidades e desafios para a apicultura no Pantanal. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, 2003.
- RUFINO I.; SILVA S. DA. 2017. Análise Das Relações Entre Dinâmica Populacional, Clima E Vetores De Mudança No Semiárido Brasileiro: Uma Abordagem Metodológica. **Bol Ciênc Geod**, v. 1, p. 166–81, 2017.
- RUNCKEL, C. et al. Temporal Analysis of the Honey Bee Microbiome Reveals Four Novel Viruses and Seasonal Prevalence of Known Viruses, Nosema, and Crithidia. **PLOS ONE**, v. 6, n. 6, e20656, 2011.
- SANTOS, R. G. **Longevidade e produção de abelhas rainhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em colmeias sob condições de sol e sombra no Semiárido do Nordeste Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, p. 106, 2015.
- SILVA, H. B. *et al.* Apicultura em Campo Maior, Piauí: perfil do apicultor, potencialidades e dificuldades da atividade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 1, p. 35-43, 2022. Disponível em:< <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8436810>>. Acesso em: 04 de fev. de 2023.
- SILVA, K. G. *et al.* Caracterização da atividade apícola na microrregião do Cariri cearense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 117-122, 2017.
- SOARES, A. E. E.; DE JONG, D. Pesquisas com abelhas no brasil. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1992.
- SOBREIRA, D.B.; KHAN, A.S.; SOUSA, E.P.; LIMA, P.V.P.S. Nível tecnológico dos apicultores beneficiários do programa de aquisição de alimentos (PAA) no Ceará e seus determinantes. **Gestão & regionalidade**, v.35, n.103, 2019.
- SOMBRA, D. S. **Monitoramento do desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas sobre a influência do ambiente sol e sombra na região semiárida do nordeste brasileiro (Mossoró-RN)**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- SOUSA, S. R. V. S., SANTOS FILHO, F. S. (2018). (IN)CI(PI)ÊNCIA: Panorama geral dos estudos sobre Biodiversidade no Piauí. **Revista Equador**, v.7, p. 17-41, 2018.

TACHIZAWA, T.; FREITAS, A. A.V. Estratégias de negócios: lógica e estrutura do universo empresarial. Rio de Janeiro: **Pontal**, 2004.

VANDENBERG, J. D.; SHIMANUKI, H. Viability of *Bacillus thuringiensis* and its efficacy for larvae of the greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae) following storage of treated combs. **Journal of Economic Entomology**, Beltsville, v. 83, n. 3, p. 760-765, 1990.

VELOSO-FILHO, F.A.; SOUZA, D.C.; SILVA, F.R.; CARVALHO, F.P.A. A importância da cooperação produtiva nos arranjos produtivos do mel piauiense: caso Simplício Mendes. **Informe econômico**, v.12, n.28, p.33-39, 2012.

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

VIEIRA R. M. S. P.; *et al.*. O. **Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast**. *Solid Earth* 6: p. 347–360, 2015.

VILELA, S. L. O.; ALCOFORADO FILHO, F. G. **A cadeia produtiva do mel no estado do Piauí**. Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 2000.

WIESE, H. **Nova Apicultura**. Porto Alegre: Agropecuária, 2020.



ISSN: 2525-815X

## Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/)

### Artigo 2. Influência do sombreamento das colmeias e da oferta de água no conforto térmico de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) durante o período de estiagem no semiárido

### Influence of hive shading and water supply on the thermal comfort of Africanized bee colonies (*Apis mellifera* L.) during the dry period in the semi-arid region

#### ARTICLE INFO

Recebido Dia Mês Ano

Aceito Dia Mês Ano

Publicado Dia Mês Ano

#### ABSTRACT

In the semi-arid region of Piauí, beekeeping stands out as one of the agricultural activities of greatest economic importance. However, during the drought period, extreme weather conditions lead to the abandonment of beehives, causing losses to beekeepers. Thus, the objective was to evaluate the adoption of strategies to mitigate the climatic impacts of the drought period among beekeepers and their effect on maintaining the internal temperatures of Africanized bee colonies. Visits to apiaries were conducted, along with observational records, which allowed for the discrimination of beekeepers according to the adoption of mitigatory strategies. Two apiaries were selected for the installation of thermo-hygrometers and the measurement of the internal temperatures of the hives. It was observed that among the strategies for mitigating climatic effects, only shading and the availability of water near the apiaries were adopted. The natural shading of the hives was used as a criterion for selecting two apiaries: 1. With the utilization of natural tree shading and 2. Without the utilization of natural shading, for taking measurements of internal hive temperatures. Thus, upon comparing the results, the t-test showed that the average internal temperature of hives under tree shading ( $38.5 \pm 7^\circ\text{C}$ ) differed from the internal average of hives without this shading ( $40.8 \pm 7^\circ\text{C}$ ). It was concluded that the utilization of abundant tree species during the drought period contributed, through shading, to obtaining lower internal temperatures in the hives. However, it was found that this strategy often was not sufficient for maintaining thermal comfort for the bees.

**Keywords:** Beekeeping, bioclimatology, climate change.

#### RESUMO

No semiárido piauiense, a apicultura se destaca como uma das atividades agropecuárias de maior importância econômica. No entanto, durante o período de estiagem, as condições climáticas extremas acarretam o abandono das colmeias, causando prejuízos aos apicultores. Assim, objetivou-se avaliar a adoção de estratégias de mitigação dos impactos climáticos do período de estiagem entre os apicultores e o seu efeito na manutenção das temperaturas internas das colônias de abelhas africanizadas. Realizou-se visitas aos apiários e registros observacionais, que permitiram discriminar os apicultores de acordo com a adoção de estratégias mitigatórias. Selecionou-se dois apiários para a instalação de termo-higrômetros e medição das temperaturas internas das colmeias. Observou-se que entre as estratégias de mitigação dos efeitos climáticos, apenas o sombreamento e a disponibilidade de água próxima aos apiários foram adotados. O sombreamento natural das colmeias foi utilizado como critério para a seleção de dois apiários: 1. Com o aproveitamento do sombreamento arbóreo natural e 2. Sem o aproveitamento do sombreamento natural, para a tomada das medidas das temperaturas internas das colmeias. Assim, ao comparar os resultados encontrados, o teste t evidenciou que a média de temperatura interna das colmeias sob o sombreamento arbóreo ( $38.5 \pm 7^\circ\text{C}$ ) diferiu da média



---

interna das colmeias sem esse sombreamento ( $40.8 \pm 7$  °C). Concluiu-se que o aproveitamento da abundância de espécies arbóreas durante o período de estiagem contribuiu, por meio do sombreamento, para a obtenção de menores temperaturas internas nas colmeias. No entanto, verificou-se que essa estratégia muitas vezes não foi suficiente para a manutenção do conforto térmico para as abelhas.

**Palavras-Chave:** Apicultura, bioclimatologia, mudanças climáticas.

---

## Introdução

No semiárido nordestino, as altas temperaturas, a intensa radiação solar e a baixa umidade relativa do ar aliadas à escassez de recursos alimentares durante o período de estiagem, dificultam a manutenção das colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) e, embora essas abelhas tenham se adaptado ao clima semiárido (Barravieira, 1994), a maior intensidade dessas variáveis climáticas favorece o abandono das colmeias. Esse fenômeno é recorrente entre os apicultores nordestinos e representa perdas econômicas (Gonçalves, Jong & Gramacho, 2010).

Ainda que as variabilidades temporais e espaciais das precipitações pluviométricas sejam características marcantes do clima semiárido (Marengo et al., 2011), as previsões do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023) apontam para uma redução no volume das chuvas e para o aumento das temperaturas da região semiárida.

Essa previsão é alarmante para o setor apícola regional uma vez que, de acordo com diversos autores (Heinrich, 1993; Heinrich & Esch, 1994; Groh, Tautz & Rossler, 2004; Brown & Paxton, 2009; Sunday et al., 2014; Domingos & Gonçalves, 2014; Domingos et al., 2018), a ocorrência de altas temperaturas na colônia provoca alterações no desenvolvimento fisiológico das abelhas e pode gerar consequentes impactos à produtividade das colmeias.

Para minimizar esses impactos, estudos como os de Alencar (2005), Lopes et al. (2011) e Santos et al. (2018) validam o emprego do sombreamento das colônias como uma prática indispensável em regiões semiáridas, evitando insolação direta nas colmeias e reduzindo a ocorrência de altas temperaturas internas. Melquíades, Bendini & Moura (2020) estudaram a eficiência da oferta de água às abelhas nas colmeias e recomendam essa prática como estratégica para a manutenção das colônias. Além dessas práticas, a oferta de alimentação artificial (Pereira et al., 2006) e o melhoramento genético (Uchôa et al., 2012), embora menos utilizadas pelos apicultores, constituem-se em estratégias muito importantes

para a manutenção das colônias durante o período seco do semiárido.

Nesse estudo, objetivou-se avaliar a adoção dessas estratégias entre apicultores do município de Oeiras, Piauí, e o seu efeito na manutenção das temperaturas internas das colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.).

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em Oeiras, Piauí. O município compreende uma área de 2.703,138 km<sup>2</sup> (IBGE, 2023) e sua vegetação é caracterizada pela transição Cerrado/Caatinga, predominando a caatinga arbustivo-arbórea (CEPRO, 2000). O clima é caracterizado como tropical semiárido quente, com um período de estiagem que se estende por sete a oito meses consecutivos e a temperatura varia entre 26°C e 40°C (CEPRO, 1992).

Para a realização da pesquisa, convocou-se apicultores atendidos pelo Projeto ATeG – Piauí (Assistência Técnica e Gerencial), programa do Serviço de Aprendizagem Rural (SENAR). Com isso, garantiu-se que os participantes tenham tido acesso à formação básica em apicultura. Os participantes recrutados faziam parte de dois grupos de apicultores, lotados nos povoados rurais “Morro Redondo” (área 1) e “Buriti do Rei” (área 2).

Vale ressaltar que a participação foi voluntária e ocorreu mediante à assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros.

Foram realizadas visitas *in loco* em 10 apiários, a fim de identificar as práticas utilizadas pelos apicultores no manejo de suas colmeias durante o período de estiagem. Como ferramenta, foi elaborada uma lista de verificação das seguintes práticas: sombreamento das colmeias e disponibilidade de água às abelhas, além da utilização de técnicas de substituição de rainhas e da oferta de alimentação artificial.

As visitas foram realizadas em dois momentos: durante o período de chuvas na região (entre os meses de janeiro e fevereiro) e

no período de estiagem (entre os meses de setembro e outubro). Dessa maneira, ao se considerar a modificação da paisagem entre esses períodos, foi possível perceber se os apicultores tomavam decisões diferentes conforme as mudanças na vegetação e na disponibilidade de água ocorriam com o avançar do período de estiagem.

Para o registro dessas observações realizadas durante as visitas, utilizou-se o diário de campo que, segundo Falkembach (1987) e Lopes (1993), consiste em um instrumento indicado para as anotações dos fenômenos sociais, acontecimentos e relações verificadas. A partir desses registros, estabeleceu-se, pelo menos, dois critérios: sombreamento das colmeias e disponibilidade de água às abelhas, para discriminar os apiários/apicultores que adotavam ou não as práticas consideradas minimamente adequadas para mitigar os efeitos do clima para o desenvolvimento das colônias.

Posteriormente, foram realizadas visitas semanais a um apiário de cada grupo de apicultores, durante os meses de setembro à outubro de 2023, entre 12 h e 14 h para a tomada das temperaturas internas e externas a partir da utilização de termo-higrômetros digitais (*Incoterm*®) instalados internamente às colmeias, na região central do ninho. Para a comparação de médias de temperatura interna e externa, utilizaram-se o teste t ( $p < 0,05$ ).

Para a descrição climática do período estudado, utilizou-se os dados de reanálise do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) denominado Era5, com resolução espacial de 11.132 metros, disponível na base de dados do *Google Earth Engine*.

## Resultados e Discussão

Primeiramente, é necessário destacar que entre os apicultores participantes da pesquisa não se observou a utilização da substituição de rainhas ou de qualquer outra técnica de melhoramento genético das colônias. Da mesma forma, nenhum dos apicultores participantes da pesquisa oferecia alimentação artificial às abelhas. Por isso, considerou-se como práticas adequadas à mitigação dos

efeitos extremos do clima semiárido às colmeias, o sombreamento das colmeias e a disponibilização de água às abelhas.

Em relação à proximidade dos apiários de fontes de água, observou-se que todos os produtores demonstraram preocupação em instalar as colmeias próximas a reservatórios de água, como tanques, lagoas ou reservatórios artificiais, mantendo uma distância média de 50 a 200 metros entre os apiários e as fontes de água disponíveis.

Roubik & Villanueva-Gutiérrez (2009) avaliaram a relação entre a distância das colmeias até a fonte de água e a atividade de coleta desse recurso pelas abelhas. Os resultados demonstraram que a coleta era mais intensa quando a fonte de água estava a menos de 500 metros das colmeias, com menor tempo de voo e maior eficiência.

Pesquisas realizadas por Teixeira et al. (2012), Paz et al. (2015) e Alves et al. (2017) avaliaram a influência da proximidade das colmeias da fonte de água na produção de mel e na qualidade do mel produzido. Segundo os autores, a busca por fontes distantes de água pode aumentar o tempo de voo e o consumo de energia das abelhas, reduzindo a produtividade das colmeias, além de causar o aumento de estresse nas colônias.

Em relação ao sombreamento, durante o período chuvoso, foi possível registrar uma abundância e diversidade de espécies arbóreas e arbustivas proporcionando sombra aos apiários visitados. No entanto, muitas eram espécies caducifólias, adaptadas para a sobrevivência em regiões semiáridas, uma vez que a queda de suas folhas na época de seca reduz a perda de água por transpiração (Leal et al., 2003). Com isso, durante o período de estiagem, sem a proteção das folhas, as colmeias tendem a ficar mais expostas à radiação solar e à incidência de ventos, pode comprometer sua estrutura e segurança, além de dificultar a termorregulação realizada pelas abelhas (Santos et al., 2017a). Foi observado que três dos seis apicultores da localidade Buriti do Rei utilizaram técnicas de sombreamento artificial improvisado com telhas do tipo “*Brasilit*” e papelão sobre as colmeias (Figura 4).



Figura 4. Técnica de sombreamento artificial utilizada pelos apicultores da área 2 (Buriti do Rei) em Oeiras, Piauí, Brasil Fonte: Silva et al. (2023)

Mesmo assim, esses apicultores relataram ser recorrente a perda de enxames durante os períodos de estiagem.

Por outro lado, a localidade Morro Redondo está localizada nas proximidades de uma área de reserva ambiental, onde a abundância e a diversidade de espécies arbóreas desempenharam um papel crucial ao fornecer sombreamento constante aos apiários desses produtores. Observou-se ainda que essas colônias se apresentaram produtivas mesmo durante o período de estiagem. Considerando-se que o sombreamento reduz o estresse térmico, as colônias podem ter dispensado sua energia para um melhor aproveitamento para a busca por recursos florais (Santos et al., 2017b).

Dessa maneira, enquanto no grupo de apicultores da localidade Buriti do Rei registrou-se 31 colmeias abandonadas durante o período de realização do estudo, no grupo de apicultores da localidade Morro Redondo, não se registrou nenhuma perda. Esses resultados evidenciam a significativa relação entre a utilização do sombreamento arbóreo e a prevenção do abandono das colmeias.

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, as altas temperaturas causadas pela forte radiação solar, dificulta o equilíbrio térmico das colônias; isso, frequentemente, leva ao aquecimento interno das colmeias a ponto de derreter os favos de cera, fazendo as abelhas abandonarem a colmeia (ou enxamear-se) (Almeida, 2008; Domingos & Gonçalves, 2014).

Nesse contexto, pesquisas realizadas por Souza & Araújo (1994), Lopes et al. (2011) e Santos et al. (2015), indicam que o sombreamento proporcionado por árvores pode ser uma estratégia eficaz para mitigar o estresse térmico enfrentado pelas abelhas em regiões tropicais, como o Nordeste brasileiro, e pode exercer um impacto notável na produção e qualidade do mel. Huang et al. (2015) afirmam ainda que o sombreamento pode ajudar a manter a umidade ideal dentro das colmeias, o que é fundamental para a sobrevivência das abelhas.

As visitas realizadas permitiram observar um contraste entre as regiões estudadas, mesmo dentro do mesmo município. Isso inclui diferenças na vegetação, na disponibilidade de flora apícola, evidenciando o sombreamento natural como o principal método de mitigação diante das variações climáticas utilizado entre os apicultores de Oeiras.

Dessa maneira, foi possível a formação de dois grupos distintos: 1. Apiários sem sombreamento natural (Sem ASN) e 2. Apiários com o aproveitamento do sombreamento como boa prática para a mitigação dos efeitos climáticos (ASN).

Em relação à avaliação da temperatura interna dos apiários “ASN” e “sem ASN”, ao comparar os resultados encontrados, o teste *t* ( $t = 1.6547$ ,  $gl = 95$ ,  $p = 0.050$ ) evidenciou que a média de temperatura interna das colmeias entre os apicultores que dispunham suas colmeias sob o sombreamento arbóreo ( $38.5 \pm 7^\circ\text{C}$ ) diferiu da média interna das colmeias sem sombreamento ( $40.8 \pm 7^\circ\text{C}$ ) (Figura 5).

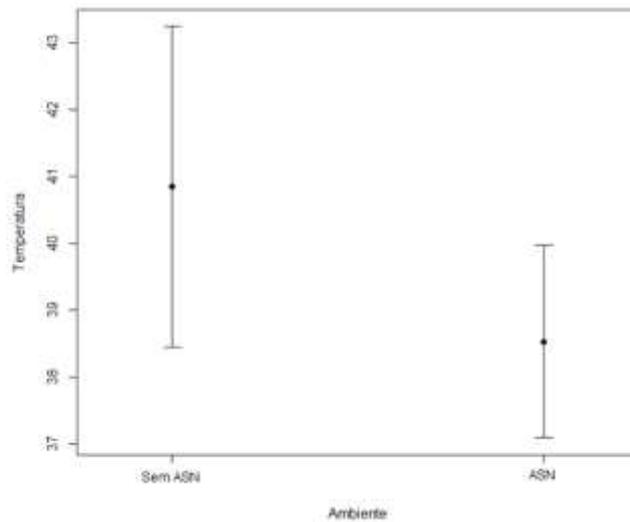


Figura 5. Comparação das médias de temperatura para as colmeias sem o aproveitamento do sombreamento natural (Sem ASN) e com o aproveitamento do sombreamento natural (ASN). Fonte: Silva et al. (2023)

A comparação temporal das médias de temperatura interna das colmeias evidenciou diferenças nas médias para as observações

realizadas entre 26 de setembro e 17 de outubro de 2023 (Quadro 1).

Quadro 5. Médias e desvios padrão das temperaturas internas para as colmeias com o aproveitamento do sombreamento natural (ASN) e para as colmeias sem sombreamento natural (Sem ASN) e resultado do teste t\* = médias diferentes com  $P > 0.05$ .

Período	ASN	Sem ASN	T	GI	p
12/09	33.7±3	34.1±2	0.80764	12	0.2175
19/09	34.7±07	34.3±1	-0.74268	12	0.764
26/09	39.9±2	43.4±3	28.163	12	0.007*
03/10	42.2±7	47.7±4	18.698	12	0.043*
10/10	37.8±3	46.6±4	43.815	10	0.001*
17/10	40.1±2	45.9±3	37.279	10	0.002*
24/10	41.2±7	41.6±3	0.13224	12	0.448

\* = médias diferentes com  $P > 0.05$ .

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), os meses de julho, agosto, setembro e outubro em 2023 foram marcados por calor extremo, reflexo dos impactos do fenômeno *El Niño*. De acordo com o relatório “Estado Global do Clima”, o ano de 2023 foi considerado o mais quente da história do país desde a década 60. No município de Oeiras, Piauí, de acordo com os dados

de reanálise do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), Era5, é possível observar que entre os dias 26 de setembro e 17 de outubro de 2023, foram registradas as maiores temperaturas externas, coincidindo assim, com os registros internos das colmeias avaliadas (Figura 6).

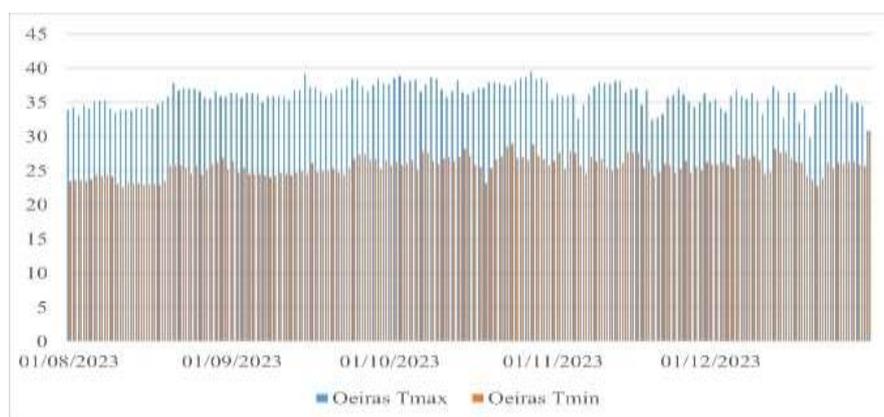


Figura 6. Histórico de temperaturas máximas e mínimas em Oeiras, Piauí, entre os meses de agosto e dezembro de 2023. Fonte: Era5 (2023).

Dessa forma, infere-se quanto ao impacto dessas temperaturas extremas na homeostase das colônias, evidenciando a urgência na adoção de práticas mitigatórias em relação às mudanças climáticas. Especialmente ao se observar que quando as médias de temperatura internas diferiram, verificou-se que sempre foram maiores para as colmeias dos apicultores que não adotavam nenhuma prática para minimizar os efeitos adversos do clima semiárido durante o período seco.

É importante destacar que nos apiários sem a adoção das medidas de mitigação dos efeitos climáticos, as colmeias alcançaram temperaturas internas médias de até 47,7°C. Embora os resultados demonstrem que a utilização do sombreamento e a disponibilidade de água favoreceram a ocorrência de temperaturas internas menores nas colmeias avaliadas, corroborando com autores como Alencar (2005), Lopes *et al.* (2011) e Sombra (2013), as médias de temperatura mantiveram-se elevadas em relação à média de temperatura considerada ideal para o desenvolvimento das colônias de *Apis mellifera* L. que, de acordo com Free (1980), Kuhnholz & Seeley (1997), Eskov & Toboev (2009) varia entre 34 e 35°C.

Almeida (2008), em sua pesquisa sobre a termorregulação em abelhas africanizadas, constatou que temperaturas internas acima de 41°C resultam no abandono das colmeias. No entanto, no contexto do presente estudo, embora cinco apicultores do grupo “sem ASN” tenham relatado perdas de colônias, em dois apiários desse grupo não se registrou abandonos das colmeias, o que pode estar associado ao possível aumento no nível de tolerância das abelhas específicas desta região. Segundo Mutchor (1967) a tolerância à altas e/ou à baixas temperaturas com manutenção da atividade, mostra a capacidade de adaptação de uma espécie e as características térmicas de seu *habitat* natural.

Portanto, as temperaturas letais dão uma noção aproximada da faixa de tolerância térmica da espécie.

Artmowidjojo *et al.* (1997) observaram a tolerância da *Apis mellifera* a altas temperaturas no deserto do Arizona, onde a temperatura chegou a 57°C, atingindo um limite de sobrevivência bem mais elevado do que a espécie *Scaptotrigona postica* que no verão suportou no seu limite extremo 41,5°C.

Algumas pesquisas têm investigado os fatores que podem desencadear resistência a altas temperaturas. De acordo com Lindquist & Craig (1988), a tolerância térmica é um fenômeno transitório que protege contra temperaturas letais. Esse mecanismo é induzido por proteínas presentes em células e organismos após um condicionamento térmico a temperaturas intermediárias ou como resposta ao estresse, especialmente quando causado pelo calor.

Sugere-se, portanto, maior atenção para o melhoramento genético, uma vez que esta técnica pode desempenhar um papel crucial na apicultura em meio às mudanças climáticas. Essa abordagem pode ser direcionada para selecionar características como tolerância ao calor, resistência à seca e capacidade de recuperação após eventos climáticos extremos, tornando as abelhas mais aptas a lidar com essas condições variáveis.

Segundo Le Conte & Navajas (2008), a abelha *Apis mellifera* é uma espécie que tem demonstrado grande potencial adaptativo, pois é encontrada em quase todo o mundo e em climas muito diversos. Num contexto de alterações climáticas, a variabilidade das características dessas abelhas no que diz respeito à temperatura e ao ambiente ao longo de sua história evolutiva, demonstram que a espécie apresenta certa plasticidade e variabilidade genética que poderia dar origem à seleção de ciclos de desenvolvimento adequados às novas condições ambientais.

No entanto, vale ressaltar que nenhum apicultor participante dessa pesquisa mencionou conhecer e/ou utilizar quaisquer técnicas de melhoramento genético de seus plantéis, corroborando Medeiros et al. (2011), Pereira et al. (2013) e Chaves et al. (2020), ao constatarem que a substituição de rainhas não é uma prática comum entre os apicultores nordestinos.

Ademais, a maioria dos apicultores do semiárido ainda mantém seus apiários à sombra de árvores nativas que perdem as folhas durante a seca, deixando as colmeias totalmente sujeitas aos efeitos climáticos adversos (Pereira et al., 2015) e assim, considerando-se que as características do clima semiárido têm sido potencializadas devido às alterações climáticas (Barros et al., 2014), os resultados encontrados no presente trabalho apontam para a necessidade de maior divulgação quanto a adoção de medidas que visem um melhor preparo para a ocorrência de eventos climáticos extremos, como as secas, entre esses produtores.

Os efeitos do aquecimento global podem acarretar uma série de implicações para a apicultura no Nordeste do Brasil, uma região que já enfrenta condições climáticas desfavoráveis. Durante as ondas de calor registradas especialmente durante a ocorrência do *El Niño* 2023/2024, o estresse térmico nas colônias de abelhas é uma preocupação premente, uma vez que, de acordo com Tautz et al. (2002), as elevadas temperaturas podem danificar a colônia, causando deformidades corporais, alta mortalidade e até mesmo incapazes de realizar as tarefas do ninho.

Portanto, para mitigar os efeitos adversos do El Niño, torna-se imperativo adotar métodos de manejo adaptativos e promover práticas sustentáveis na apicultura regional.

## Conclusão

Entre as estratégias adotadas pelos apicultores de Oeiras para mitigar os efeitos adversos do clima semiárido durante o período de estiagem, observou-se apenas o aproveitamento do sombreamento arbóreo promovido pela oportunidade de um grupo de apicultores que contava com uma área de reserva ambiental próxima à sua localidade. Além disso, todos os apicultores preocuparam-se em instalar seus apiários a uma distância inferior à 200 m de fontes de água. Enquanto um número reduzido de produtores lançou mão do sombreamento artificial de suas colmeias.

O aproveitamento da abundância e da diversidade de espécies arbóreas durante o período de estiagem contribuiu, por meio do sombreamento, para a obtenção de menores

temperaturas internas nas colmeias. No entanto, verificou-se que essa estratégia muitas vezes não foi suficiente para a manutenção do conforto térmico para as abelhas.

É importante ressaltar que, embora novos estudos sejam necessários para uma melhor compreensão, infere-se que as abelhas demonstraram uma certa tolerância às condições climáticas adversas. Portanto, sugere-se que o melhoramento genético possa ser incentivado como uma estratégia importante entre os apicultores do semiárido piauiense.

## Referências

- Alencar, L. C. 2005. Efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em região semiárida. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil. 81p.
- Barraviera, B. 1994. Venenos animais: uma visão integrada. Rio de Janeiro: EPUC, 411p.
- Barros, V. R. et al. 2014. Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press. 1199-1265.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas. 1992. Perfil dos Municípios Teresina: Fundação CEPRO. 420p.
- CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas. 2000. Perfil dos Municípios Teresina: Fundação CEPRO. 420p.
- Chaves, J. da S.; Junior, D. L. Matos; S. M; de, Nascimento, J. P. S; Silva, H. S.; Silva, O. X.; Soares, R. B.; Silva, L. S. da. 2020. Produção de abelhas rainhas africanizadas *Apis mellifera* L. pelo método de puxada artificial. Brazilian Journal of Development, 6, (10), 80839-80847.  
<https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-489>
- Domingos, H. G. T.; Gonçalves, L. S. 2014. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*. Acta Veterinaria Brasilica, 8, 3, 151-154.
- Eskov, E. K.; Toboev V. A. 2009. Heat generation, accumulation and dissipation in clusters of the aggregated insects. Zhurnal Obshchei Biologii, 70, 110-120.
- Free, J. B. 1980. A organização social das abelhas (*Apis*). São Paulo: E.P.U, 79p.
- Gonçalves, L. S.; De Jong, D.; Gramacho, K. P. 2010. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste Brasileiro,

- com especial destaque para o Rio Grande do Norte. Mensagem doce, 3, 7-15.
- IBGE. 2023. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha municipal digital. Rio de Janeiro, IBGE, 39p.
- IPCC, 2023. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34.
- Kuhnholz, S.; Seeley, T. D. 1997. The control of water collection in honey bee colonies. Behavioral Ecology and Sociobiology, 41, 6, 407-422.
- Lopes, M. T. do R. et al. 2008. Avaliação de espécies arbóreas para o sombreamento de apiários. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 81p.
- Lopes, M. T. do R. et al. 2011. Alternativas de Sombreamento para Apiários. Pesq. Agropec. Trop., 41, 3, 299-305.
- Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Bezerra, E. A.; Lacerda, F. F. 2011. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Rodrigues, E. de M.; Moura, D. C.; Correia, I. M. G.; Diniz, F. C.; Pereira, T. M. S. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. 1ª. ed., Campina Grande, PB. Instituto Nacional do Semiárido, 1, 383-416.
- Martins, A. M. L. B.; Sousa, J. J. Santos, K. P. P.; Bastos, E. M.; Lima, A. S. 2020. A importância das abelhas para polinização do cajueiro na localidade Riachão – Itainópolis – PI. Cadernos de Agroecologia, Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.
- Medeiros, P. V. Q. de.; Pereira, D. S. Maracajá, P. B.; Sakamoto, S. M. 2011. Produção de abelhas rainha *Apis Mellifera* spp. (Africanizadas) no semi árido cearense, Brasil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 6, 5, 46-50.
- Melquíades, C. C. V.; Bendini, J. N.; Moura, S. G. 2020. Internal water supply in Africanized beehives during the dry season in the Brazilian semiarid. Revista Agro@mbiente On-line, 14, 1-4.
- Moura, M. R.; Vieira, M. M.; Borges, K. M. L. Abreu, M. C. de. Bendini, J. do N. 2023. Árvores apícolas do piauí: uma revisão bibliográfica. Journal of Geospatial Modelling, 3, 1, 47-51.
- Pereira, D. S.; Holanda-Neto, J. P.; Sousa, L. C. F. S.; Coelho, D. C.; Silveira, D. C.; Hernandez, M. L. 2014. Mitigação do comportamento de abandono de abelhas *Apis mellifera* L. em apiários no Semiárido Brasileiro. Acta Apícola Brasilica, 2, 2, 01-10.
- Pereira, D.; Barbosa, G.; Maracaja, P. 2013. Produção de rainhas (*Apis mellifera* L.), e taxa de fecundação natural em quatro municípios do nordeste brasileiro. Revista Verde, 8, 2, 09-16.
- Pereira, F. de M.; Freitas, B. M.; Vieira Neto, J. M.; Lopes, M. T. do R.; Barbosa, A. de L.; Camargo, R. C. R. 2006. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41, 1, 1-7.
- Pereira, F. M.; Souza, B. A.; Lopes, M. T. R. 2010. Instalação e manejo de meliponário. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte.
- Precht, H. 1973. Temperature and life. New York, Springer Verlag, 779p.
- Rufino I.; Silva S. da. 2017. Análise das Relações Entre Dinâmica Populacional, Clima e Vetores de Mudança no Semiárido Brasileiro: Uma Abordagem Metodológica. Bol Ciênc Geod, 1, 166-81.
- Santos, R. G.; Domingos, H. G. T.; Gramacho, K. P.; Gonçalves, L. S. 2017. Shading of Africanized honeybees hives in Brazilian Semiarid. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 12, 5, 828-836. doi: 10.18378/rvads.v12i5.5407
- Santos, R. G.; Sombra, D. S.; Domingos, H. G. T.; Gonçalves, L. S. 2016. Acceptance rate of Africanized honey bee larvae in hives maintained in the shade and under full sunlight in Northeast Brazil. Acta Apícola Brasilica, 4, 2, 13-16.
- Santos, R. G. 2015. Longevidade e produção de abelhas rainhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em colmeias sob condições de sol e sombra no Semiárido do Nordeste Brasileiro. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 106p.
- Sousa, S. R. V. S.; Santos Filho, F. S. 2018. (In)ci(pi)ência: Panorama geral dos estudos sobre Biodiversidade no Piauí. Revista Equador, 7, 17-41.
- Souza, D. C.; Araújo, A. A. F. 1994. Efeito do sombreamento na variação térmica de colméias de *Apis mellifera* L. Anais XX Congresso brasileiro de apicultura, 10. Pousada do Rio Quente, Goiás, Brasil, pp. 356-346.
- Sunday, J. M.; Bates, A. E.; Kearney, M. R.; Colwell, R. K.; Dulvy, N. K.; Longino, J. T.; Huey, R. B. 2014. Thermal-safety margins and the necessity of thermoregulatory

behavior across latitude and elevation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111, 15, 5610-5615. doi: 10.1073/pnas.1316145111

Tautz, J. et al. 2003. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. 100, 12, 7343-7347.

Uchôa, F. A. B.; Souza, D. C.; Alves, A. A.; Santos, F. A.; Nunes, J. R. A.; Lima, C. J.; Sousa, J. S. 2012. Effect of weight of Africanized queens (*Apis mellifera* L.) at birth in honey production in semi-arid Piauiense. Agropecuária científica no semiárido, 8, 2, 01-06.

Vidal, M. F. 2013. Efeito da Seca de 2012 Sobre a Apicultura Nordestina. Informe Rural – ETENE - Banco do Nordeste do Brasil / SA. Ano VII, 2.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, investigamos a situação dos apicultores no município de Oeiras, Piauí, em relação aos desafios decorrentes das mudanças climáticas. Evidenciamos que, embora demonstrem habilidades para explorar oportunidades, esses produtores também enfrentam uma considerável fragilidade em termos de capacidade defensiva. Este cenário destaca a urgência de medidas que fortaleçam sua resiliência e os preparem para enfrentar os impactos crescentes das mudanças climáticas em suas práticas apícolas.

Entre as estratégias adotadas pelos apicultores de Oeiras para mitigar os efeitos adversos do clima semiárido durante o período de estiagem, destaca-se o aproveitamento do sombreamento arbóreo proporcionado por uma reserva ambiental próxima, explorada por um grupo de apicultores. Além disso, o uso da abundância e diversidade de espécies arbóreas durante a estiagem contribuiu, através do sombreamento, para reduzir as temperaturas internas das colmeias. Entretanto, constatou-se que essa abordagem, por vezes, não foi suficiente para manter o conforto térmico das abelhas.

É saliente notar que, embora novas pesquisas sejam necessárias para uma compreensão mais aprofundada, infere-se uma certa tolerância das abelhas às condições climáticas adversas. Portanto, sugere-se que o melhoramento genético seja incentivado como uma estratégia relevante entre os apicultores do semiárido piauiense.

Nesse contexto, é de suma importância implementar medidas eficazes para fortalecer a capacidade dos apicultores de Oeiras de enfrentar os desafios apresentados. Isso envolve o fornecimento de apoio financeiro e assistência técnica adequada, bem como a promoção de práticas sustentáveis e a adoção de políticas de conservação ambiental que visem proteger os recursos naturais fundamentais para a atividade apícola.

A vulnerabilidade dos apicultores às ameaças ambientais, especialmente a possibilidade de uma seca prolongada e o agravamento das condições climáticas no semiárido, foi claramente evidenciada. Embora as mudanças climáticas não tenham sido identificadas diretamente como uma ameaça, os efeitos potenciais, como a seca prolongada, representam preocupações para o desenvolvimento da apicultura na região.

A falta de suporte financeiro e assistência técnica emergiram como fatores críticos que limitam a capacidade adaptativa dos apicultores, levando-os a recorrer a práticas rudimentares

e enfrentar dificuldades no manejo de suas colmeias. Além disso, o avanço do agronegócio, associado às queimadas para fins agrícolas, é percebido como uma ameaça que aumenta a vulnerabilidade desses produtores.

Além disso, é importante que os apicultores busquem apoio técnico e capacitação para aplicar técnicas de manejo eficientes e adaptadas às particularidades da região. Estabelecer parcerias com entidades governamentais, organizações não governamentais (ONGs) e outras instituições pode ser uma fonte valiosa de suporte financeiro, formação especializada e acesso a novos mercados.

Em resumo, é imprescindível um esforço colaborativo entre os produtores, as entidades governamentais e demais partes interessadas para enfrentar os desafios que afetam os apicultores de Oeiras e assegurar a sustentabilidade de sua atividade no horizonte de longo prazo.