



# Mapping bee flora in honey producing areas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil

## *Mapeamento da flora apícola de áreas de produção de mel na microrregião do Alto Médio Canindé, Piauí, Brasil*

Juliana do Nascimento Bendini<sup>1</sup>, Darcet Costa Souza<sup>2</sup>, Roseli Farias Melo de Barros<sup>3</sup>, Sergio Viana Medeiros<sup>4</sup>, Maria Carolina de Abreu<sup>5</sup>, Catiana da Conceição Vieira Melquíades<sup>6</sup>

**Abstract:** The Brazilian state of Piauí is one of the largest producers of organic honey in the country. Although the product is made from nectar collected from natural vegetation, including several species endemic to the Caatinga, knowledge of the beekeeping potential of semi-arid vegetation remains scarce, particularly in Piauí. As such, the present study aimed to map the flora of honey-producing areas of the Alto Médio microregion in Piauí. A survey was conducted of apiaries in the region and bee production in four beekeeping communities, using data provided by the Simplicio Mendes Microregion Beekeeping Cooperative (COMAPI). Geographic coordinates were used to generate a map to analyze vegetation in the region and excursions were carried out in previously defined areas to survey plants visited by honeybees. The beekeeping communities in areas with greater floral density had the highest honey production. Forty plant species were collected, with the most representative family being Fabaceae, followed by Euphorbiaceae and Anacardiaceae. Most of the plants surveyed were visited by bees with the sole purpose of collecting nectar and were flowering in months with the highest honey production. Thus, creating a flowering calendar could help beekeepers make better use of the local flora.

**Key words:** Beekeeping. Caatinga. Floral resources.

**Resumo:** O estado do Piauí é um dos maiores produtores de mel orgânico do país. Embora o produto seja proveniente de vegetação natural, com muitas espécies endêmicas da Caatinga, ainda é escasso o conhecimento sobre o potencial apícola da vegetação semiárida, especialmente no referido estado. Nesse sentido, objetivou-se realizar o mapeamento florístico das áreas produtoras de mel da Microrregião do Alto Médio Canindé, Piauí. O levantamento dos apiários da região e da produção de mel de quatro comunidades de apicultores foram realizados a partir dos dados disponibilizados pela COMAPI. A partir das coordenadas geográficas foi gerado um mapa que permite a análise da vegetação na região e, por meio de excursões em áreas previamente definidas, foi realizado o levantamento das plantas visitadas pelas abelhas. Observou-se que as comunidades de apicultores localizadas nas regiões de maior adensamento florístico apresentaram maior produtividade de mel. Foram coletadas 40 espécies vegetais, onde as famílias mais representativas foram Fabaceae, seguida por Euphorbiaceae e Anacardiaceae. A maioria das plantas inventariadas foi visitada pelas abelhas para a coleta exclusiva de néctar; essas plantas encontravam-se em florescimento durante os meses de maior produção de mel. Assim, a produção de um calendário apícola pode orientar o apicultor no sentido do melhor aproveitamento das floradas.

**Palavras-chave:** Apicultura. Caatinga. Recursos florais.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 04/09/2020, approved on 01/02/2021 and published on 16/03/2021

<sup>1</sup>Curso de Licenciatura em Educação do Campo, campus Senador Helvídio Nunes de Barros, Universidade Federal do Piauí, Picos, Brasil, CEP: 64607-670. E-mail: jbendini@ufpi.edu.br

<sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, campus Petrônio Portela, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil CEP: 64049-550. E-mail: darcet.pi@gmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Biologia, campus Petrônio Portela, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil. CEP: 64049-550. E-mail: rbarros.ufpi@gmail.com

<sup>4</sup>Cooperativa Mista de Apicultores da Microrregião de Simplicio Mendes, Simplicio Mendes, Brasil, CEP: 64700-000. E-mail: viana.sergio@hotmail.com

<sup>5</sup>Departamento de Biologia, campus Senador Helvídio Nunes de Barros, Universidade Federal do Piauí, Picos, Brasil. CEP: 64049-550. E-mail: mariacarolinabreu@hotmail.com

<sup>6</sup>Programa de Pós-graduação em Extensão Rural, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Brasil, CEP: 48902-300. E-mail: catiana00@hotmail.com

## INTRODUCTION

Honey production in Piauí provides employment and income for small and medium-sized family producers. Additionally, the low cost of implementing apiaries and reduced environmental impact associated with forest conservation are important characteristics of beekeeping (VELOSO-FILHO *et al.* 2012). According to Carvalho *et al.* (2019), it also strengthens the economy and encourages beekeepers and their families to continue in this line of work.

The largest beekeeping communities are located in South Central Piauí, where the Simplicio Mendes Microregion Beekeeping Cooperative (COMAPI) is one of the main organizations for beekeepers. According to Veloso-Filho *et al.* (2012), the cooperative produced 254 metric tons of honey in 2009, increasing to over 400 metric tons in 2011, with the latest COMAPI records indicating honey production of 430 metric tons in 2019 (data not published).

Using natural resources to feed colonies and produce honey is one of the main factors in successful beekeeping as an economic activity (LOURENÇO; CABRAL, 2016). As such, knowledge of the honeybee flora in a given region is a vital tool for beekeepers to optimize production (SANTOS *et al.*, 2019).

Most of the beekeepers and honey producers in Piauí lie within the Caatinga biome. The exclusively native vegetation in this ecosystem is rich in biodiversity, exhibiting high floristic heterogeneity and diverse physiognomies, with some areas containing more trees, while others are home to a larger number of shrubs or herbs (MORO *et al.*, 2015). This diversity, combined with the size of the region and its climate variability, offer significant potential for apiculture, making semiarid Piauí one of Brazil's largest honey-producing regions.

Preserving Caatinga plants is important for reasons other than merely supplying floral resources for honeybees. Carvalho *et al.* (2019) reported that beekeepers in São Raimundo Nonato in semiarid Piauí use native trees to provide shade for their apiaries, protecting them from direct sunlight and lowering the temperature inside the hives, since high temperatures compromise honey quality.

## INTRODUÇÃO

A produção de mel no Piauí tem criado oportunidades de trabalho e renda para famílias de pequenos e médios produtores. Além disso, o baixo custo de implantação de apiários e o reduzido impacto ambiental associado à conservação das matas são características importantes da apicultura (VELOSO-FILHO *et al.* 2012). Para Carvalho *et al.* (2019), a atividade apícola ainda fortalece a economia e a permanência dos apicultores e das suas famílias no campo.

Na região Centro-Sul do estado do Piauí estão os maiores arranjos produtivos dessa atividade, sendo a COMAPI (Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplicio Mendes) uma das principais organizações sociais de apicultores. De acordo com Veloso-Filho *et al.* (2012), a referida cooperativa, que registrou 254 toneladas de mel em 2009, passou para mais de 400 toneladas, em 2011. No último registro informado pelo setor comercial da COMAPI, a produção de mel foi de 430 toneladas em 2019 (dados não publicados).

O aproveitamento dos recursos naturais (néctar e pólen das flores) para a alimentação das colônias e produção de mel é apontado como um dos principais fatores relacionados ao sucesso da apicultura enquanto atividade econômica (LOURENÇO; CABRAL, 2016). Assim, o conhecimento da flora apícola de uma determinada região constitui uma ferramenta essencial para que o apicultor otimize a sua produção (SANTOS *et al.*, 2019).

Pode-se afirmar que a maior parte dos apicultores piauienses e da produção de mel do estado estão inseridos no Bioma Caatinga. A vegetação exclusivamente brasileira do referido ecossistema apresenta elevada heterogeneidade florística e diferentes fitofisionomias, por isso, alguns lugares apresentam mais árvores; outros mais arbustos; ou ainda, há áreas que apresentam mais ervas; representando ambientes muito ricos em biodiversidade (MORO *et al.*, 2015). Esta diversidade, associada à extensão territorial e à variabilidade climática existente, possibilita um grande potencial apícola, o que coloca a região do semiárido piauiense entre as principais produtoras de mel do Brasil.

A preservação das plantas 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 abaixo de árvores nativas, como alternativa de sombreamento das colmeias. Segundo os autores, essa prática evita insolação direta nas colmeias e reduz a ocorrência de altas temperaturas no seu interior, o que prejudicaria a qualidade do mel.

It should be noted that knowledge of when flowering occurs during the year, especially for species that flower in the dry season, is important for beekeepers (LOPES *et al.*, 2016), since planting seedlings of these species will improve bee forage and safeguard honeybee colonies as well as apiary productivity.

Despite its diverse flora, Aleixo *et al.* (2014) reported a dearth of information on Brazilian vegetation, especially for species associated with bees and particularly in the northeastern states of the country. Tools such as geographic information systems (GIS) can be used to characterize the environment in beekeeping areas, contributing to the planning of these operations (BARROS *et al.*, 2008).

In light of the above, identifying plant species with beekeeping potential and compiling a map showing the location of apiaries in relation to dense floral arrays are important tools in honey production, which justify studies of this nature. As such, this study aimed to map flora in COMAPI coverage areas in Piauí state by monitoring the main flowering areas.

## MATERIAL AND METHODS

Beekeeping is one of the most important economic activities in the Alto Médio Canindé microregion of Piauí and Simplício Mendes the largest honey-producing municipality. The microregion covers a total area of 31,851 km<sup>2</sup>, with vegetation described as Caatinga tree and shrub species, a hot, semiarid tropical climate and average annual rainfall within the equatorial zone (AGUIAR; GOMES, 2004).

The apiaries of producers affiliated with COMAPI (n = 175) were mapped using data on their geographic position from a previous survey. Similarly, honey production data for beekeepers from four communities in the COMPAI coverage area (Patos and Ladeira in the municipality of Bela Vista do Piauí, and Sobradinho and Moreira in Simplício Mendes) were collected from the cooperative's database. The geographic information system (GIS) was constructed using georeferenced information processing (SPRING) software developed by the National Institute for Space Research (INPE).

Vale ressaltar que conhecer o período de floração durante o ano, principalmente, das espécies que florescem durante o período de estiagem é relevante para o produtor (LOPES *et al.*, 2016), já que possibilita o plantio de mudas dessas espécies no sentido de incrementar o pasto apícola e, conseqüentemente, manter as colônias e a produtividade dos apiários.

Embora apresente uma flora bem diversificada, Aleixo *et al.* (2014) afirmam que existem poucas informações sobre a vegetação do Brasil, especialmente das espécies associadas às abelhas. Segundo os autores, a escassez de informações sobre a flora apícola é ainda maior nos estados nordestinos. O emprego de ferramentas, como Sistema de Informações Geográficas (SIG), pode ser utilizado para a caracterização ambiental de áreas apícolas, podendo auxiliar no planejamento dessa atividade (BARROS *et al.*, 2008).

Diante do exposto, a identificação das espécies botânicas de potencial apícola e a elaboração de mapas que permitam identificar a localização dos apiários em relação à ocorrência dos adensamentos florísticos são instrumentos muito relevantes para a produção apícola, o que justifica a realização de estudos dessa natureza. Nesse sentido, objetivou-se neste estudo realizar o mapeamento florístico, por meio do monitoramento das principais floradas, de áreas de abrangência da Cooperativa Mista dos Apicultores da Microrregião de Simplício Mendes, Piauí.

## MATERIAL E MÉTODOS

A microrregião Alto Médio Canindé é uma das regiões geográficas do estado do Piauí e tem a apicultura como uma de suas atividades econômicas mais importantes, sendo o município de Simplício Mendes o maior produtor de mel. A referida microrregião apresenta área total de 31.851 km<sup>2</sup>, com vegetação descrita como Caatinga arbórea e arbustiva, sendo o clima tropical semiárido quente com precipitação pluvial média anual definida no Regime Equatorial Continental (AGUIAR; GOMES, 2004).

Para realizar o mapeamento dos apiários de produtores da Cooperativa Mista de Apicultores de Simplício Mendes (n = 175) foram utilizados os dados referentes ao posicionamento geográfico dos apiários aproveitados de levantamento executado previamente. Da mesma forma, foram coletadas, junto ao banco de dados da Cooperativa, informações sobre a produção de mel de apicultores de quatro comunidades de sua área de abrangência (Patos e Ladeira, no município de Bela Vista do Piauí, e Sobradinho e Moreira, em Simplício Mendes). Para a construção do banco de informações geográficas (SIG) foi utilizado o *software* de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A map was generated, showing the borders of the cities involved (Simplício Mendes and Bela Vista do Piauí) and a satellite image obtained from the image catalog of the United States of Geological Survey (USGS). Image processing was performed to analyze vegetation in the region for the month and year in which the satellite image was captured.

The literature contains more than fifty vegetation indices, almost all obtained from infrared (IR) and near-infrared (NIR) reflectance measures (MOREIRA; SHIMABUKURO, 2004), with the two most widely used being the ratio vegetation index (RVI) and normalized difference vegetation index (NDVI). The latter was used in the present study, and is defined as:

$$\text{NDVI} = [(\text{band 4} - \text{band 3}) * \text{gain} / (\text{band 4} + \text{band 3})] + \text{offset}$$

In NDVI images, light grey and darker levels express values that represent denser and less dense vegetation indices, respectively, with grey levels close to zero for the latter. Low values correspond to urban targets such as constructed areas, exposed soil and water. The following were used in the present study: (1) a mosaic of two TM/ LANDSAT-5 scenes; (2) a map of the municipal borders of the microregion, depicting its municipalities, obtained from the INPE cartographic database. The “region growing” image segmentation technique was used, an iterative process whereby neighboring pixels are grouped together according to similarity, forming regions (BINS *et al.*, 1996).

After segmentation, a thematic map was generated, containing the following classes: sparse vegetation (Vegetation 1), vegetation in the early stages of regeneration (Vegetation 2) and dense vegetation, with extensive plant cover (Vegetation 3).

Plants visited by honeybees were surveyed in 2011 and 2012 using common botany techniques (SANTOS *et al.*, 2014), with excursions to previously defined areas and the collection of fruiting and/or flowering plants. Branches were collected with pruning shears and then pressed, dried and mounted onto herbarium sheets to create exsiccates. Information on the individual specimens, flowering time and collection site was recorded in the field notes for inclusion on the exsiccate label.

Assim, foi gerado um mapa, contendo os limites municipais das cidades envolvidas (Simplício Mendes e Bela Vista do Piauí), bem como a imagem de satélite, a partir da qual, por meio do processamento de imagens, procedeu-se a análise da vegetação na região referente ao mês e ano de captura da imagem obtida no catálogo de imagens da United States of Geological Survey (USGS).

Na literatura são encontrados mais de cinquenta índices de vegetação, quase todos foram obtidos de medidas da reflectância nas faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético (MOREIRA; SHIMABUKURO, 2004). Os dois tipos mais comumente utilizados, no entanto, são: Razão Simples (RVI) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Neste trabalho, foi utilizado o NDVI que é definido por:

Nas imagens NDVI, os níveis de cinza mais claros expressam valores que representam índices de vegetação mais densa, enquanto os níveis de cinza mais escuros representam índices de vegetação menos densa com níveis de cinza próximo a zero. Os valores baixos correspondem a alvos urbanos como área construída, solo exposto e água. Nesse estudo foram utilizados: (1) mosaico composto por duas cenas do sensor TM/ LANDSAT-5; (2) mapa dos limites municipais da microrregião, contendo os municípios da microrregião, obtido pela base cartográfica do INPE. Foi utilizada a técnica de segmentação de imagem: “crescimento de regiões”, de processo interativo pelo qual os pixels vão sendo agrupados, segundo um critério de similaridade, formando regiões (BINS *et al.*, 1996).

Após a segmentação, foi gerado um mapa temático, cujas classes contidas são: Vegetação pouco densa (Vegetação 1), vegetação em estádios iniciais de regeneração (Vegetação 2) e vegetação densa, onde a cobertura vegetal é intensa (Vegetação 3).

O levantamento das plantas visitadas por abelhas foi realizado nos anos de 2011 e 2012 segundo técnicas usuais em Botânica (SANTOS *et al.*, 2014), com excursões em áreas previamente definidas e coleta de plantas em floração e/ou frutificação. Os ramos coletados, com o auxílio de uma tesoura de poda e podão, foram prensados e herborizados para, após secagem, serem colados ou costurados em papel cartão e, assim, transformados em exsiccatas. As informações sobre os indivíduos, período de floração assim como localização da coleta, foram devidamente anotadas em caderneta de campo para compor a ficha da exsiccata.

The floral resources collected by bees were also assessed by observing their foraging behavior, in accordance with Sousa *et al.* (2016). As such, nectar collection was identified when bees inserted their proboscis into the flower and pollen collection when they deposited the pollen on their body and then transferred it to their corbiculae before taking flight. Field observations and collections were performed using binoculars and photographs taken with a digital camera.

The survey was conducted using a qualitative census-type design. Thus, all the flowering plants visited by Africanized bees (*Apis mellifera* L.) were included in the study.

The samples were sent to the Department of Apiculture Laboratory at the Federal University of Piauí (UFPI), where exsiccates were produced for use in morphological analysis and species identification, contributing to expanding the collection of the UFPI Graziela Barroso Herbarium. Species were identified using a specialized bibliography, reviews and taxonomic studies, based on identification keys as well as generic and specific descriptions. Identifications were confirmed by morphological comparison with identified material and the help of taxonomists from the UFPI Biology Department.

Based on the floral survey, a flowering calendar of bee forage plants was created (Table 2) with a view to improving the productivity of COMAPI-affiliated apiaries.

## RESULTS

Figure 1 shows the georeferenced apiaries in the COMAPI coverage area, distributed across the municipalities of Simplicio Mendes and Bela Vista do Piauí. There is a high incidence of less dense type 1 vegetation, possibly due to the time at which the survey was conducted, since September falls within the dry season in the area, characteristic of semiarid regions. However, complementary studies of images captured during different periods are needed to obtain a vegetation profile of the region by comparing the floral survey against the vegetation depicted.

Table 1 shows the average productivity per hive for apiaries from the communities studied, and their respective vegetation indices (NDVI).

Foram verificados também os recursos florais coletados pelas abelhas, por meio de observações do movimento de coleta descrito por Sousa *et al.* (2016). Assim, a coleta de néctar foi identificada a partir do comportamento de introdução da probóscide na flor, enquanto as abelhas que coletavam pólen apresentavam comportamento de espalhamento de pólen sobre o corpo e posterior transferência para as corbículas antes de alçarem voo. As observações e coletas foram feitas em campo com auxílio de binóculo e os registros fotográficos com máquina fotográfica digital.

O método de inventário utilizado no levantamento de caráter quali-quantitativo foi do tipo censo, também denominado inventário total. Assim, todas as plantas em floração e visitadas por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) foram incluídas no estudo.

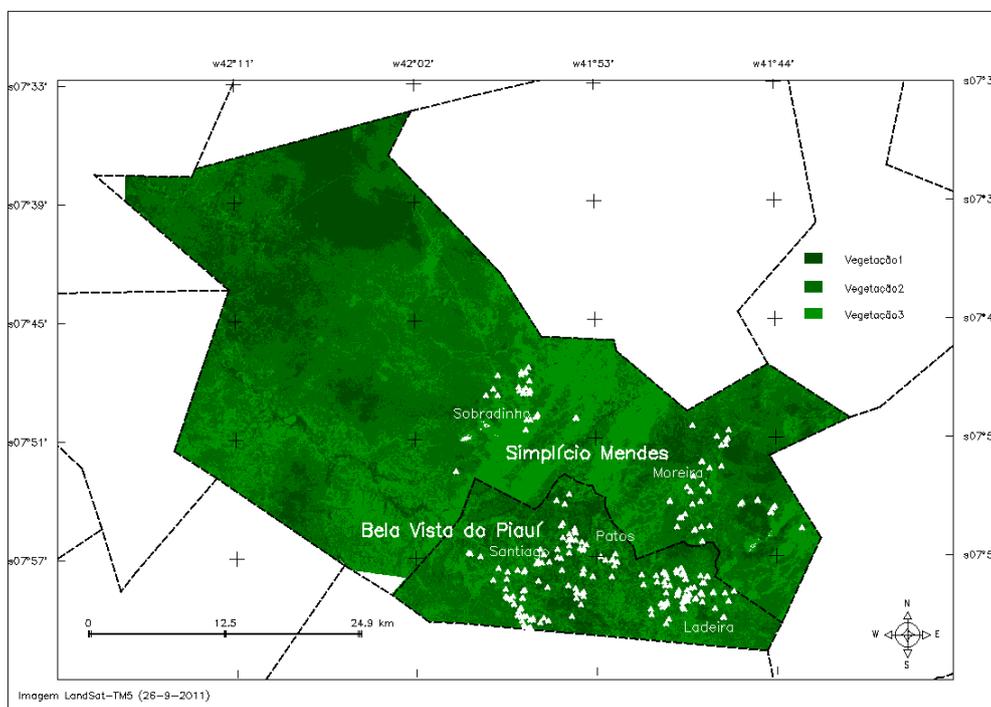
As amostras foram direcionadas ao Laboratório do Setor de Apicultura da Universidade Federal do Piauí (UFPI), onde foram produzidas exsicatas utilizadas nos estudos morfológicos e na identificação das espécies, contribuindo para a ampliação do acervo do Herbário Graziela Barroso da UFPI. Para identificação das espécies, foi utilizada bibliografia especializada, revisões e estudos taxonômicos disponíveis, por meio de chaves de identificação e por descrições genéricas e específicas. A confirmação das identificações foi realizada por comparações morfológicas com materiais identificados, com o auxílio de taxonomistas do Departamento de Biologia da UFPI.

A partir do levantamento florístico foi construído um calendário de floração (Tabela 2) das plantas apícolas que pode auxiliar quanto aos períodos de produção de mel de apiários ligados a Cooperativa Mista de Apicultores da Microrregião de Simplicio Mendes.

## RESULTADOS

A Figura 1 ilustra os apiários georreferenciados da área de abrangência da COMAPI, distribuídos em dois municípios, Simplicio Mendes e Bela Vista do Piauí. Verifica-se que há grande incidência do tipo Vegetação 1, ou seja, menos adensada, possivelmente em razão da época em que a avaliação foi realizada, mês de setembro, que corresponde ao período de estiagem na região, característico do regime semiárido. No entanto, estudos complementares a partir de cenas em diferentes períodos são necessários para que, por meio da comparação entre as vegetações representadas e do levantamento florístico, se tenha um perfil vegetacional da região.

Na Tabela 1, é possível observar a produtividade média dos apiários das comunidades estudadas, bem como seus respectivos índices de vegetação (NDVI).



**Figure 1** - Map showing the vegetation and location of apiaries in four beekeeping communities in the Simplício Mendes microregion.

**Figura 1** - Mapa dos apiários de quatro comunidades de abrangência da Cooperativa de apicultores da microrregião de Simplício Mendes em relação à vegetação.

**Table 1** - Productive characteristics of the beekeeping communities studied and their vegetations indices

**Tabela 1** - Características produtivas das comunidades apícolas estudadas e índices de vegetação

Community	Patos	Ladeira	Moreira	Sobradinho
Beekeepers	44	49	48	34
Hives	1374	841	1286	559
Productivity per hive (kg)	4.54	11.19	25.17	20.89
Vegetation indices	0.14	0.15	0.25	0.24

The average productivity of the Moreira community (Simplício Mendes municipality) was 25.17 kg per hive, with one of the apiaries reaching 33.8 kg per hive in 2012. Similarly, Sobradinho stood out in relation to the other communities, with average productivity of 20.89 kg per hive. Analysis of the vegetation indices shows that both these communities are located in areas of dense vegetation (0.25 and 0.24, respectively) when compared to the other communities studied, which could explain the high productivity of their apiaries.

A produtividade média em uma das comunidades - Moreira, município de Simplício Mendes - foi de 25,17 kg por colmeia, chegando a alcançar 33,8 kg por colmeia em um dos apiários no ano de 2012. Da mesma forma, a comunidade Sobradinho se destacou em relação às demais, alcançando produtividade média de 20,89 kg por colmeia. Verificando-se o índice de vegetação, pode-se observar que as referidas comunidades se localizam em áreas de vegetação mais densas (0,25 e 0,24, respectivamente) em relação às demais comunidades, o que pode explicar a maior produtividade de seus apiários.

Based on the floral survey conducted, 40 bee forage species and their families were identified, in addition to flower visits, flowering time and the resources collected by *Apis mellifera* L. honeybees (Table 2). Table 2 shows the flowering calendar of the region studied.

The most representative family was Fabaceae (32.5%), followed by Euphorbiaceae (12.5%), Anacardiaceae (7.5%), Combretaceae, Convulvulaceae, Malvaceae and Verbenaceae (5%), with each of the remaining families (Acanthaceae, Amaranthaceae, Anonaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Nyctaginaceae, Passifloraceae, Plumbaginaceae, Portulacaceae, Rhamanaceae and Rubiaceae) accounting for 2.5% of the total (Table 2).

A partir do levantamento florístico realizado, foram identificadas 40 espécies apícolas, família, visitantes florais, período de floração e recursos coletados pelas abelhas *Apis mellifera* L. (Tabela 2). Essa Tabela informa o calendário apícola da região de estudo.

A família mais representativa foi Fabaceae (32,5%), seguida por Euphorbiaceae (12,5%), Anacardiaceae (7,5%), Combretaceae, Convulvulaceae, Malvaceae, Verbenaceae (5%), respectivamente. Sendo que cada uma das demais famílias, Acanthaceae, Amaranthaceae, Anonaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Nyctaginaceae, Passifloraceae, Plumbaginaceae, Portulacaceae, Rhamanaceae e Rubiaceae, representaram 2,5% do total (Tabela 2).

**Table 2** - Plant taxa visited by *Apis mellifera* L. bees in the Simplício Mendes microregion, Piauí, with their flowering times (months) throughout the year and the resources collected (R.C.), namely nectar (N) and pollen (P)

**Tabela 2** - Táxons vegetais visitados por abelhas *Apis mellifera* L. na região de Simplício Mendes, Piauí, com seus períodos (meses) de floração durante o ano e os recursos coletados (R.C.) as abelhas, Néctar (N) e Pólen (P)

Família/Espécie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	R.C.
<b>Acanthaceae</b>													
<i>Anisacanthus</i> sp		x	x	x	x	x							N
<b>Amaranthaceae</b>													
<i>Alternanthera</i> sp				x	x								N
<b>Anacardiaceae</b>													
<i>Anacardium occidentale</i> L.								x	x	x	x		N
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.							x	x	x				N
<i>Spondias mombin</i> L.							x	x	x				N
<b>Apocynaceae</b>													
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.							x	x	x				N
<b>Asteraceae</b>													
<i>Emilia</i> sp	x	x	x										N
<b>Combretaceae</b>													
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	x	x											N
<i>Combretum mellifluum</i> Eichler		x	x	x									N
<b>Convulvulaceae</b>													
<i>Ipomea</i> sp.						x	x	x					N and P
<i>Merremia</i> sp.						x	x	x					N and P
<b>Euphorbiaceae</b>													
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl		x	x										N and P
<i>Croton argyrophylloides</i> Müll. Arg.		x	x										
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	x	x	x										N
<i>Jatropha pohliana</i> Müll. Arg.	x	x											N
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.		x	x										N

To be continued...

Família/Espécie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	R.C.
<b>Fabaceae</b>													
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan											x	x	N
<i>Andira</i> sp.	x	x	x	x						x	x	x	N
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tull.	x	x	x										N
<i>Cratylia mollis</i> Mart. ex Benth	x	x	x										N and P
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.		x	x										N
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke		x	x	x									N and P
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.		x	x	x									N
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow e RW Jobson		x	x	x									N
<i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) LP Queiroz			x	x	x								N and P
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.			x	x									N
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose						x							N
<i>Senna</i> sp.							x	x					N
<i>Tamarindus indica</i> L.											x	x	N
<b>Lamiaceae</b>													
<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze			x	x	x								N and P
<b>Malvaceae</b>													
<i>Herissantia tiubae</i> (K. Schum.) Brizicky				x	x	x							N and P
<i>Waltheria americana</i> L.						x	x	x					N
<b>Nyctaginaceae</b>													
<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.			x	x	x								N
<b>Passifloraceae</b>													
<i>Passiflora foetida</i> L.	x	x	x										N
<b>Plumbaginaceae</b>													
<i>Plumbago indica</i> L.				x	x								N
<b>Portulacaceae</b>													
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	x	x	x	x	x	x							P
<b>Rhamnaceae</b>													
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.											x	x	N
<b>Rubiaceae</b>													
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.			x	x	x	x	x						N
<b>Verbenaceae</b>													
<i>Lantana camara</i> L.		x											N
<i>Lippia</i> sp.			x	x	x	x							N and P

The family Fabaceae exhibited the highest richness, with 13 species. Studies on different types of Caatinga vegetation demonstrate the importance of this family in supplying nectar and pollen to bees (LOPES *et al.*, 2016; MUNIZ *et al.*, 2020).

A família Fabaceae foi considerada a de maior riqueza, contando com 13 espécies. Trabalhos realizados em diferentes vegetações de Caatinga apontam a importância desta família para o fornecimento de pólen e néctar para as abelhas (LOPES *et al.*, 2016; MUNIZ *et al.*, 2020).

Forage plants for honeybees can be pollen-producing (pollen source) or nectar-producing (nectar source), with some capable of supplying both these valuable resources (MODRO *et al.*, 2011).

The results of the present study demonstrated that 70% of the plants inventoried were visited by bees solely to collect nectar and 27.5% provided both nectar and pollen, while 2.5% supplied only pollen.

With respect to the flowering time of the bee flora in the region studied, most species bloomed between December and May, whereas only 22.5% flowered from July to December as follows: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. (angico), *Andira fraxinifolia* Benth (angelin), *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira), *Anacardium occidentale* L. (cashew), *Cenostigma macrophyllum* Tul (canela de velho), *Ziziphus joazeiro* Mart. (jua), *Jatropha pohliana* Muell. Arg. (pinhão bravo) and *Spondias purpurea* L. (purple mombin).

These findings coincide with the honey production periods of the apiaries in the COMAPI beekeeping communities (Figure 2).

A flora apícola pode ser vista sob dois aspectos diferentes: aquelas plantas produtoras de pólen (flora poliníferas) e as plantas fornecedoras de néctar (flora nectarífera), havendo também plantas que possuem aptidão mista (flora nectar-polinífera), fornecendo ao mesmo tempo pólen e néctar (MODRO *et al.*, 2011).

Os resultados desse estudo demonstraram que 70% das plantas inventariadas foram visitadas pelas abelhas para a coleta exclusiva de néctar, 27,5% eram visitadas por oferecer néctar e pólen. Já 2,5% das plantas forneceram a esses insetos somente pólen.

Quanto ao período de florescimento das plantas apícolas ocorrentes na região de estudo, observou-se que a maior diversidade de espécies floresceu entre os meses de dezembro e maio. No entanto, entre julho e dezembro, apenas 22,5% das plantas apícolas estavam em florescimento: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. (angico), *Andira fraxinifolia* Benth (angelin), *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira), *Anacardium occidentale* L. (cajueiro), *Cenostigma macrophyllum* Tul (canela de velho), *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro), *Jatropha pohliana* Muell. Arg. (pinhão bravo) e *Spondias purpurea* L. (umbuzeiro).

Tais observações coincidem com os períodos de produção de mel nos apiários das comunidades de apicultores da COMAPI (Figura 2).

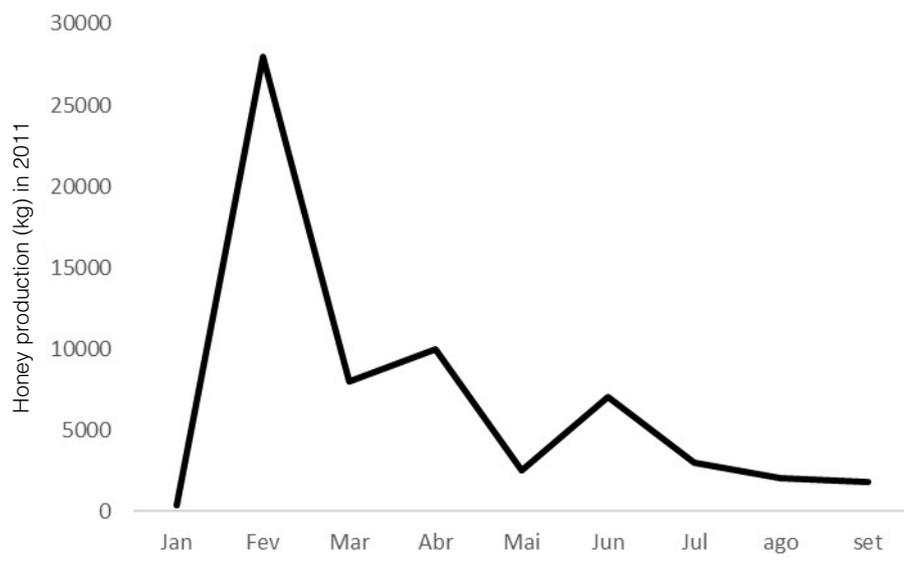


Figure 2 - Honey production in four communities from the COMAPI coverage area in 2011.

Figura 2 - Produção de mel em quatro comunidades de abrangência da COMAPI durante o ano de 2011.

## DISCUSSION

According to the results obtained in this study (Table 1), the resources available to honeybees (nectar and/or pollen) and the importance of plant species to beekeeping depend on climate conditions, soil fertility and floral density (PEREIRA *et al.*, 2004). Plant density is also an important factor in the productive potential of bee flora, assessed via vegetation indices and the flowering time (flowering calendar) when pollen and nectar are available to bees.

The best results for productivity per hive were recorded in communities with the highest vegetation indices (Moreira and Sobradinho). This could also be due to factors not investigated, such as the use of better management techniques and technical training by producers.

On the other hand, the area covered by a colony may be limited by competition with foraging bees from other hives (CRANE, 1983). However, in the present study, the number of hives does not seem to have influenced honey production, since Moreira and Patos reported a similar number of hives (1286 and 1374, respectively), with the former exhibiting superior productivity (Table 1). As such, it can be inferred that plant density had a greater effect on the productivity of the hives studied.

According to Pereira *et al.* (2004), bee flora in the Brazilian Northeast can be vertically classified into three strata or layers: herb, shrub and tree. The first two layers are denser and contain both pollen and nectar-producing species, with flowering times that vary significantly between season (wet and dry). However, the tree stratum is less dense and therefore less visited by bees, but still vital because these plants remain in bloom during the transition from dry to rainy season.

Since the satellite image used in this study was captured in the dry season, density was represented by species from the tree layer, which contribute to sustaining bee colonies during this critical period and therefore ensure greater productivity when plants in the herb and shrub layers are flowering (rainy season).

## DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho (Tabela 1), pode-se observar que os recursos (néctar e/ou pólen) oferecidos para as abelhas e a importância apícola das espécies dependem das condições climáticas, da fertilidade do solo e do adensamento (PEREIRA *et al.*, 2004). Ainda sobre o potencial produtivo da flora apícola, destaca-se a densidade populacional das espécies vegetais, observada por meio dos índices de vegetação, e o tempo (calendário floral) em que suas flores disponibilizam seus recursos às abelhas.

Observou-se que as comunidades com maiores índices de vegetação (Moreira e Sobradinho) apresentaram maiores produtividades de mel em suas colmeias. Tal fato pode ser atribuído também a fatores não investigados como, o emprego de melhores técnicas de manejo e capacitações técnicas realizadas pelos produtores.

Por outro lado, sabe-se também que de acordo com Crane (1983), a área trabalhada por qualquer colônia pode ser restringida por competição entre abelhas coletoras de outras colmeias. No entanto, no presente trabalho observou-se que o número de colmeias existentes parece não ter influenciado a produtividade de mel, haja vista que Moreira e Patos apresentaram um número semelhante de colmeias (1286 e 1374, respectivamente); e a primeira apresentou produtividade superior à segunda (Tabela 1). Dessa maneira, pode-se inferir que o adensamento da vegetação teve maior influência na produtividade das colmeias estudadas.

De acordo com Pereira *et al.* (2004), a flora apícola nordestina é formada por três estratos de vegetação: herbáceo, arbustivo e arbóreo. Os autores consideram que os dois primeiros são mais adensados, com espécies fornecedoras de pólen e néctar, mas o florescimento de suas espécies varia significativamente entre as estações (seca e chuvosa). Já o estrato arbóreo é menos adensado e, segundo os referidos autores, por esse motivo é menos procurado pelas abelhas, embora sua ocorrência seja extremamente importante por se manter em florescimento durante o período de transição seca-chuva.

Como a imagem de satélite utilizada nesse estudo foi captada durante o período seco, considera-se que o adensamento tenha sido representado por espécies de estrato arbóreo, que por colaborarem com a manutenção dos enxames durante esse período crítico, garante maior produtividade durante a estação de florescimento de espécies dos estratos herbáceos e arbustivos (chuvosa).

In semiarid regions the dry season is characterized by high temperatures, low relative humidity and minimal rainfall (MELQUÍADES *et al.*, 2020). These factors, combined with the scarcity of floral resources available to bees during this period, make the occurrence of plant species that bloom during the dry season essential to the sustainability of beekeeping in the semiarid.

Bendini *et al.* (2014) studied apiculture in the Campos do Jordão microregion in São Paulo state and generated a database on the spatial distribution of hives and productivity of regional beekeepers, using a geographic information system (GIS). The authors concluded that, despite its varied applications in different sectors, GIS was efficient in monitoring the location and origin of regional honey production and planning the distribution of apiaries and hives, thereby contributing to better use of the local flora and improving apiary productivity.

In this respect, studies on mapping bee flora are recommended in order to predict potential honey production in a given region. According to Alves-dos-Santos *et al.* (2016), knowledge on the plant communities visited by honeybees contributes to a better understanding of bee-flower interactions. Several studies have been conducted on bee flora in different Caatinga regions (ALEIXO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2018). Aguiar and Gomes (2004) reported that this biome also exhibits different plant physiognomies due to the occurrence of transitional vegetation. This results in a wide range of shrub and tree species with significant beekeeping potential in the Caatinga.

In the present study, most of the plants collected in the region analyzed were nectar-producing and therefore only visited by bees for the purpose of collecting nectar.

Tooke and Battey (2010) reported that in order for bees to store and transport pollen grains, they must also collect nectar, which they use to moisten the grains and press them into the form of small pellets for storage in their corbiculae. Due to the below-average rainfall recorded in the year in which the present study was conducted, considered unusually dry, it can be inferred that climate factors directly influenced pollen collection by bees, which was only possible concomitantly to nectar collection.

No semiárido o período seco é caracterizado pela ocorrência de altas temperaturas, baixa umidade relativa e baixíssimos índices pluviométricos (MELQUÍADES *et al.*, 2020). Tais fatores, aliados à escassez de recursos florais disponíveis às abelhas, nesse período, fazem com que a ocorrência de espécies vegetais que floresçam durante a estação seca seja fundamental para a sustentabilidade da apicultura no semiárido.

Bendini *et al.* (2014), estudando a apicultura desenvolvida na microrregião de Campos do Jordão, São Paulo, geraram base de dados relacionada à distribuição espacial de colmeias e à produtividade dos apicultores regionais, por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os autores concluíram que, embora com variadas aplicações em muitos segmentos, o SIG se mostrou eficiente para o monitoramento da localização e procedência da produção regional e para o planejamento da distribuição dos apiários e colmeias, podendo dessa forma contribuir para o melhor aproveitamento da flora local e melhoria da produtividade dos apiários.

Nesse contexto, estudos que promovam o mapeamento florístico são recomendados para que se possa realizar possíveis previsões quanto à produção de mel em determinada região. Vale ressaltar que para Alves-dos-Santos *et al.* (2016), o conhecimento sobre as comunidades de plantas visitadas por abelhas contribui para a compreensão das interações abelhas e flores. Assim, destacam-se alguns trabalhos realizados sobre as plantas apícolas de diferentes regiões de Caatinga (ALEIXO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2018). Aguiar e Gomes (2004) destacam ainda que o referido Bioma apresenta diferentes fisionomias devido a ocorrência de vegetações consideradas de transição. Assim, é possível observar nesses estudos que existe uma diversidade de espécies vegetais arbustivas e arbóreas de grande potencial apícola na Caatinga.

No presente trabalho, observou-se que a maioria das plantas coletadas na região de estudo foram consideradas nectaríferas, sendo assim visitadas pelas abelhas apenas para a coleta de néctar.

Tooke e Battey (2011) explicam que para o armazenamento e transporte dos grãos de pólen nas corbículas desses insetos é necessário que seja coletado também o néctar das flores para que esta secreção juntamente com a água, favoreça a aglutinação dos grãos. Como os índices pluviométricos registrados durante o ano de realização do presente trabalho foram abaixo da média para a região, tendo sido considerado um ano bastante seco, pode-se inferir que os fatores climáticos tenham influenciado indiretamente a coleta de pólen pelas abelhas e que a coleta desse recurso só tenha sido possível concomitantemente à coleta de néctar.

September to November is the dry season in the region studied, where the scarcity of food and the effect of heat, exacerbated by the deciduous vegetation, contribute significantly to the loss of bee colonies and reduced hive productivity during this period.

Amorim *et al.* (2011) highlighted the need to place apiaries close to regions with plant species, such as the cashew, that flower during food shortages. According to the authors, this species is a potential alternative food source for bees, since it blooms in periods when food is scarce and bees may consume the sugars available in the peduncle (extrafloral nectaries), as well as nectar from the flowers. Thus, knowledge of regional bee flora and its potential in honey production favors increased productivity, value added honey and product diversification.

## CONCLUSIONS

Beekeeping communities whose apiaries were close to areas of dense vegetation exhibited the highest hive productivity;

The flowering calendar makes it possible to identify the main bee forage plants and their flowering times;

Most plants bloom during the rainy season. Bee forage species that flower during the dry season help maintain colonies in semiarid regions;

Mapping vegetation indices in areas surrounding apiaries and creating a flowering calendar helps beekeepers in the semiarid develop reforestation projects aimed at increasing the density of bee flora and improving productivity.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Research Support Foundation of Piauí States (FAPEPI) for the grant awarded and to the Simplicio Mendes Microregion Beekeeping Cooperative for providing the necessary production and georeferencing data.

Os meses de setembro a outubro representam o período que compreendeu os meses de setembro a novembro representa o período de seca na região, onde a escassez de alimento e o efeito do calor, aumentado devido à característica caducifolia da vegetação, contribuem sobremaneira para as perdas de enxames durante o referido período e consequente perda de produtividade dos apiários.

Amorim *et al.* (2011) consideram importante a instalação dos apiários próximos às regiões que apresentem florada no período de escassez alimentícia, como o cajueiro. Os autores afirmam que a espécie se constitui numa alternativa potencial na alimentação das abelhas, uma vez que este apresenta floração no período de escassez alimentar, provendo assim uma fonte de alimento para as abelhas pelo consumo extrafloral (pedúnculo) e néctar das flores. Dessa maneira, conhecer a flora apícola regional e seu potencial para a produção apícola favorece o incremento da produtividade, a valorização do mel e a diversificação dos produtos.

## CONCLUSÕES

As comunidades de apicultores com seus apiários próximos às áreas de vegetação mais adensadas apresentam maiores produtividades em suas colmeias;

O calendário apícola permite identificar as principais plantas apícolas e seus períodos de florescimento;

A maioria das plantas floresce durante o período chuvoso. As espécies apícolas com florescimento durante o período seco promovem a manutenção dos enxames no semiárido;

O mapeamento dos índices de vegetação de entorno dos apiários e o calendário apícola auxiliam os apicultores e apicultoras do semiárido a desenvolverem projetos de reflorestamento com vistas ao adensamento da flora apícola e incremento na produtividade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) pela bolsa concedida. E à Cooperativa Mista de Apicultores da microrregião de Simplicio Mendes pela disponibilidade das informações de produção e dos dados referentes ao georreferenciamento.

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Picos**. Fortaleza: CPRM. 2004, 32 p.
- ALEIXO, D. L.; ARAÚJO, W. L.; AGRA, R. S.; MARACAJA, P. B.; SOUSA, M. J. O. Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões polos do estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 262-270, 2014.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVA, C. I.; PINHEIRO, M.; KLEINERT, A. M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667202>
- AMORIM, A. V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. Produção e fisiologia de plantas de cajueiro anão precoce sob condições de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1014-1020, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001000004>
- BARROS, D. S.; SANTOS, C. S. V.; MELO, V. F.; LOPES, G. N. Mapeamento e Caracterização Ambiental das Áreas Apícolas dos municípios de Mucajaí e Cantá do estado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 2, n. 1, p. 77-87, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v2i1.164>
- BENDINI, J. N.; ORSI, R. O.; BENDINI, H. N.; SOUZA, D. C.; SALUM, R. B. Caracterização espacial da atividade apícola na microrregião de Campos do Jordão, São Paulo, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 244, p. 689-692, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.21071/az.v63i244.517>
- BINS, L. S. A.; FONSECA, L. M. G.; ERTHAL, G. J.; MITSUO, F. Satellite imagery segmentation: a region growing approach. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais[...]**. Salvador: INPE, 1994, p. 677-680.
- CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B.; SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2019.
- CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983. 122 p.
- LOPES, C. G.; BEIRÃO, D. C. C.; PEREIRA, L. A.; ALENCAR, L. C. Levantamento da flora apícola em área de cerrado no município de Floriano, estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 2, p. 102-110, 2016.
- LOURENÇO, M. S. M.; CABRAL, J. E. O. Apicultura e sustentabilidade: visão dos apicultores de Sobral (CE). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 93-115, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p93-115>
- 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, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v14i0.6396>
- MODRO, A. F. H.; MESSAGE, D.; LUZ, C. F. P.; MEIRA NETO, J. A. A. Flora de importância polínifera para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p.1145-1153, 2011.
- MOREIRA, M. A.; SHIMABUKURO, Y. E. Cálculo do índice de vegetação a partir do sensor AVHRR. In: FERREIRA, N. J. (Ed.). **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e Tiros-N**. São Paulo, Oficina de Textos, 2004. p. 79-103.
- MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; FILER, D.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v. 160, n. 1, p. 1-118, 2014. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.160.1.1>
- MUNIZ, V. I. M. S.; NASCIMENTO, J. E. M.; FELIX, J. A.; ALVES, J. E. Nicho polínico de *Apis mellifera* L. na Caatinga durante a floração de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 12, n. 3, p. 1-10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.7213/2596-2868.2020.18006>
- PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; CAMARGO, R. R.; LOPES, M. T. R.; ROCHA, R. S. **Flora apícola do Nordeste**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 40p.

SANTOS, L. L.; VIEIRA, F. J.; NASCIMENTO, L. G. S.; SILVA, A. C. O.; SANTOS, L. L.; SOUSA, G. M. Techniques for collecting and processing plant material and their application in Ethnobotany research. In: ALBUQUERQUE, U. P.; CUNHA, L. V. F. C.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, R. R. N. (editores) **Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology**. New York: Springer, 2014.

SANTOS, S. P.; CRUZ, G. R. B.; SOUSA, D. G.; MELO, T. S. Perfil da produção apícola e qualidade físico-química de méis produzidos no agreste paraibano. **Archives of Veterinary Science**, v. 24, n. 4, p. 24-35, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v24i4.63840>

SILVA, F. T.; CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; MEDEIROS, A. C.; MARACAJÁ, P. B. Phytosociological and Floristic Analysis of Caatinga Biome in Aparecida, PB, Brazil. *Journal of Agroindustry Systems*, v. 1, n. 1, p. 11-23, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/2018.v1i01.2>

SOUSA, J. K. G.; COSTA, H. B.; GUIMARÃES-BRASIL, M. O.; BRASIL, D. F.; SOUZA, E. A. Frequência e comportamento de visitantes florais na algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.) em Alexandria-RN. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 12, n. 2, p. 221-229, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v12i2.827>

TOOKE, F.; BATTEY, N. H. Temperate flowering phenology. **Journal Experimental Botany**, v. 61, p. 2853-2862, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erq165>

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.