



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

JACIARA DA SILVA PEREIRA

**A REDUÇÃO NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS AUMENTA O
TEMPO DE FORRAGEAMENTO DE ABELHAS SEM FERRÃO (*Melipona subnitida*,
Apidae, Meliponini)**

MOSSORÓ

2017

JACIARA DA SILVA PEREIRA

**A REDUÇÃO NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS AUMENTA O
TEMPO DE FORRAGEAMENTO DE ABELHAS SEM FERRÃO (*Melipona subnitida*,
Apidae, Meliponini)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres

Orientador: Dr. Michael Hrcir

Co-orientadora: Dra. Camila Maia da Silva

MOSSORÓ

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P436r Pereira, Jaciara da Silva.
A redução na disponibilidade de recursos florais aumenta o tempo de forrageamento de abelhas sem ferrão (*Melipona subnitida*, Apidae, Meliponini) / Jaciara da Silva Pereira. - 2017.
49 f. : il.

Orientador: Michael HrnCir.
Coorientadora: Camila Maia Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, 2017.

1. Coleta de recursos. 2. Abelhas sem ferrão. 3. Jandaíra. 4. Disponibilidade de recursos florais. 5. Caatinga. I. HrnCir, Michael , orient. II. Silva, Camila Maia , co-orient. III. Título.

JACIARA DA SILVA PEREIRA

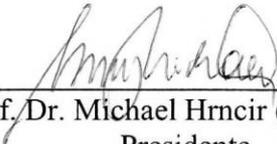
**A REDUÇÃO NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS AUMENTA O
TEMPO DE FORRAGEAMENTO DE ABELHAS SEM FERRÃO (*Melipona subnitida*,
Apidae, Meliponini)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

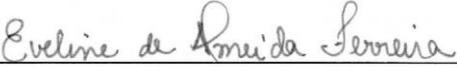
Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres

Defendida em: 04/04/2017.

BANCA EXAMINADORA



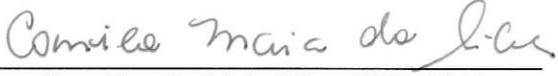
Prof. Dr. Michael Hrcir (UFERSA)
Presidente



Profa. Dra. Eveline de Almeida Ferreira (UFERSA)
Membro Examinador



Profa. Dra. Milena Wachlevski Machado (UFERSA)
Membro Examinador



Dra. Camilla Maia Silva (UFERSA)
Membro Examinador

Aos meus pais, Kelly Cristina da Silva Pereira e José Pereira Sobrinho, por me ensinarem os valores que carrego comigo hoje. Obrigada por tudo que fizeram e fazem por mim. Amo vocês!

Ao meu noivo, Allyson Ferreira por ter me ajudado e me dado palavras de apoio nos momentos em que mais precisei. Te amo.

A minha irmã, Janaina Pereira que sempre acompanhou de perto cada etapa da minha vida. Obrigada por tudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me protegido diariamente e por ser meu guia e meu socorro.

Agradeço a família do Sr. Cleomar e Dona Nerice (Clecida, Henrique, Nélio e a amável Ana) por ter me acolhido com tanto amor no período em que desenvolvi a pesquisa no município de Martins.

Aos meus orientadores, Camila Maia e Michael Hrnir, pelos ensinamentos, paciência, conselhos, disponibilidade, incentivo, auxílio. Vocês foram essenciais para conclusão desse trabalho. Saibam que no decorrer desses anos aprendi muito com vocês.

Agradeço a minha mãe (Kelly) e minha irmã (Janaina), que eu tanto amo e que sempre me motivaram a seguir em frente.

Agradeço ao meu noivo, Allyson Ferreira por estar sempre ao meu lado me incentivando e me apoiando.

Agradeço a todos do BeeLab (Aline, Noeide, Amanda, Jecson, Kewen, Paloma, Geovan, Vinício) que contribuíram direta ou indiretamente para conclusão desse trabalho.

Claro que não poderia deixar de mencionar o nome de uma pessoa que certamente serei eternamente grata. Gustavo Medeiros, posso afirmar que durante todos esses anos juntos (quase sete anos) você foi essencial para o desenvolvimento das pesquisas que realizei no BeeLab. Sempre disposto, me ajudando SEMPRE. Saiba que serei eternamente grata, não apenas por suas ajudas nas coletas, mas também por essa amizade tão sincera e honesta como a sua. Assim como os perfumes alegram a vida, a amizade sincera dá ânimo para viver. (Provérbios 27:9). Obrigada por tudo!

Agradeço a Banca Examinadora (Eveline Ferreira e Milena Wachlevski) por ter disponibilizado o seu tempo para participar dessa defesa, contribuindo assim com sugestões para o melhoramento do meu trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro durante o mestrado.

A Fazenda Experimental da UFERSA pelo apoio logístico e permissão para realização do estudo.

A todos os meus amigos (as), primos (as) que acompanharam essa trajetória comigo sempre torcendo para que tudo ocorresse bem.

“A vida das abelhas é como um poço mágico.
Quanto mais se extrai dali, mais há para extrair”

Karl von Frisch. (1886 - 1982)

RESUMO

A disponibilidade de recursos florais ao redor dos ninhos molda as atividades tanto internas como externas das colônias de abelhas sociais. Além de limitar a quantidade de recursos coletados, a disponibilidade de recursos florais no ambiente pode influenciar na distância percorrida pelas abelhas forrageiras durante a coleta de alimento. À medida que os recursos florais se tornam escassos, as abelhas são mais propensas a usar recursos mais distantes e, conseqüentemente, expandem sua distância de voo em busca de novas fontes florais. A região semiárida do nordeste brasileiro, a Caatinga, possui uma breve estação chuvosa com alta disponibilidade de recursos florais e, em contraste, uma estação seca com apenas algumas espécies arbóreas em floração. Considerando o contraste na disponibilidade de recursos florais ao longo do ano nessa região, o objetivo do presente estudo foi avaliar o tempo que as abelhas forrageiras da abelha *Melipona subnitida* gastam na coleta de alimento (néctar e pólen) durante os períodos com alta e baixa riqueza de plantas em floração. Foi investigado o tempo que as abelhas forrageiras gastam para coletar recursos florais em três paisagens do nordeste brasileiro: uma área urbana, uma área com vegetação natural de caatinga, ambas em Mossoró/RN e um Brejo de Altitude, em Martins/RN. Durante o estudo (junho de 2015 a agosto de 2016) foi registrado mensalmente o número de espécies de plantas em floração em cada ambiente. Mensalmente (um dia a cada mês), foi cronometrado o tempo de forrageamento de abelhas previamente marcadas para identificação individual, provenientes de três colônias de *M. subnitida* em cada local de estudo, registrando os horários de saída e entrada de abelhas forrageiras, no período entre 05:00 h e 08:00 h da manhã. Além disso, o respectivo recurso coletado (néctar ou pólen) foi identificado por meio da análise do pólen nas corbículas ou no corpo dos indivíduos. Os resultados indicam que a quantidade de recursos florais disponível ao redor dos ninhos influenciou o tempo gasto na coleta de alimento. Quanto menor a disponibilidade de recursos maior foi o tempo gasto pelas abelhas durante o forrageamento. Isso implica em um maior gasto energético para abelha, pois na ausência de recursos próximos ao ninho a abelha terá que se deslocar para áreas distantes.

Palavras-chave: Coleta de recursos. Abelhas sem ferrão. Jandaíra. Disponibilidade de recursos florais. Caatinga.

SUMMARY

The abundance of flowering plants around the nests shapes the nest-internal and nest-external activities of social bee colonies. In addition to limiting the quantity of resources collected, the availability of floral resources in the environment may influence the distance that foragers have to fly in order to collect food. With decreasing abundance of flowering plants, bees more likely visit distant resources and, consequently, increase their flight range in search for new food sources. The semiarid region in north-eastern Brazil, the Caatinga, is characterized through a short rainy season with a high availability of floral resources on the one hand, and, on the other hand, through an extended dry season during which only few tree species are in bloom. In face of this striking difference concerning the availability of floral resources in the course of the year in this region, the aim of the present study was to assess the time that foragers of *Melipona subnitida* (Apidae, Meliponini) need to collect food (nectar and pollen) during times of high and low abundance of flowering plants. We investigated the time spent by foragers to collect floral resources in three distinct landscapes of the Brazilian north-east: an urban area and an area with natural caatinga vegetation, both at Mossoró/RN, as well as a high-altitude humid forest enclave at Martins/RN. During the study (July of 2015 to August of 2016), we counted monthly the number of plant species in bloom in each study location. During one day in each month, we measured at each study location the foraging times of bees, marked previously for individual identification, from three colonies of *M. subnitida*, marking the exit and return times between 05h00 and 08h00. Additionally, we identified the respective resource collected (nectar or pollen) and determined the plant species visited by the individuals through analysis of their corbicula pollen loads or the pollen on their bodies. Our results indicate that the quantity of plant species around the nests had an impact on the time the bees spent for food collection. With decreasing availability of floral resources, the bees spent more time foraging. This implies a greater energy expenditure for bee in the absence of resources near the nest and bee will have to move to distant areas.

Keywords: Collection of resources. Stingless Bees. Jandaíra. Floral resource availability. Caatinga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os meliponários e as colônias de *Melipona subnitida* nas três áreas estudadas.

Figura 2 - Mapa das áreas estudadas.

Figura 3 - Sequência da coleta do pólen aderido ao corpo das abelhas forrageiras de néctar e marcação das abelhas, realizados no primeiro dia de coleta.

Figura 4 - Sequência da coleta do pólen aderido as corbículas das abelhas forrageiras de pólen e marcação das abelhas, realizados no primeiro dia de coleta.

Figura 5 - Abelha forrageira de *Melipona subnitida* em flor de *Ipomoea asarifolia* (Convolvulaceae) com grãos de pólen aderidos em seu corpo.

Figura 6 - Abelha forrageira de *Melipona subnitida* com grãos de pólen armazenados na corbícula.

Figura 7 - Sequência da montagem de lâminas do material polínico coletado das corbículas das abelhas forrageiras de pólen.

Figura 8 - Sequência utilizada para a contagem dos grãos de pólen nas lâminas com material polínico coletado da corbícula (abelhas forrageiras de pólen) e do corpo (abelhas forrageiras de néctar).

Figura 9 - Correlação entre o tempo de forrageamento (min) e a disponibilidade de recursos florais (número de espécies em floração).

Figura 10 - Correlação entre o tempo de forrageamento (min) e o número de tipos polínicos coletados.

Figura 11 - Tempo de forrageamento e disponibilidade de recursos florais (número de espécies em floração).

Figura 12 - Tempo de forrageamento e número de tipos polínicos coletados.

Figura 13 - Plantas em floração e número de tipos polínicos coletados pela abelha *M. subnitida*, no período do estudo (junho de 2015 a agosto de 2016).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1	ESPÉCIE ESTUDADA E LOCAIS DE ESTUDO.....	14
2.2	TEMPO DE FORRAGEAMENTO E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS.....	16
2.3	IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS POLÍNICOS COLETADOS PELAS FORRAGEIRAS DE NÉCTAR E PÓLEN.....	17
2.4	ANÁLISE DE DADOS.....	18
3	RESULTADOS.....	24
4	DISCUSSÃO.....	30
4.1	A INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS NO TEMPO DE FORRAGEAMENTO DE <i>Melipona subnitida</i>	30
4.2	FATORES QUE PODEM AUMENTAR O TEMPO DE FORRAGEAMENTO.....	31
4.3	PONTOS NEGATIVOS DO AUMENTO DE TEMPO NO FORRAGEAMENTO...33	
5	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

As abelhas dependem exclusivamente dos recursos florais, principalmente pólen e néctar, como fontes de nutrientes (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989; DI PASQUALE et al., 2013; NAUG, 2009). O pólen é utilizado como fonte de proteína para desenvolvimento da cria e o néctar como fonte de energia para larvas e adultos (MICHENER, 2000). Para garantir o sucesso na coleta de recursos florais e o crescimento dos ninhos, um habitat adequado para as abelhas deve disponibilizar fontes lucrativas de pólen e néctar ao longo do ano e próximas aos ninhos, ou seja, dentro do raio de voos das espécies (CANE, 2001, ROULSTON; GOODELL, 2011, MAIA-SILVA et al., 2017a). Portanto, a disponibilidade de recursos florais no ambiente é um fator limitante na densidade populacional das espécies de abelhas, pois afeta diretamente o sucesso da atividade forrageira e a quantidade e a qualidade dos recursos florais coletados (ROUBIK, 1982; FEWELL; WINSTON, 1992; ELTZ et al., 2002; MAIA-SILVA et al., 2015; REQUIER et al., 2016).

As abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini) pertencem a um grupo de abelhas eussociais tropicais, que possuem colônias perenes e estocam grandes quantidades de pólen e néctar, em potes de alimento armazenados no interior do ninho, os quais podem ser utilizados em períodos escassez de recursos florais (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1982; MAIA-SILVA et al., 2015). Para manter o estoque e a disponibilidade de alimento ao longo do ano, durante os períodos com grande abundância de recursos florais no ambiente as colônias de abelhas sem ferrão ajustam rapidamente a atividade forrageira, aumentando tanto a atividade individual como também a força de forrageamento colonial (ROUBIK et al., 1986; ELTZ et al., 2001; NAGAMITSU; INOUE, 2002; HOFSTEDE; SOMMEIJER, 2006; HRNCIR, 2009; MAIA-SILVA et al., 2015). Em colônias de abelhas sem ferrão do gênero *Melipona*, a produção de cria diminui em épocas com baixa disponibilidade de recursos florais no ambiente. Portanto a disponibilidade de recursos florais disponíveis no ambiente molda as atividades tanto internas como externas das colônias (ROUBIK, 1982; MAIA-SILVA et al., 2015; MAIA-SILVA et al., 2016).

Além de limitar a quantidade de recursos coletados, a disponibilidade de recursos florais no ambiente também pode influenciar na distância percorrida pelas abelhas forrageiras durante a coleta de alimento. Em colônias de abelhas do gênero *Bombus* (Apidae, Bombini), por exemplo, foi observado que as forrageadoras coletam recursos a distâncias menores em áreas com alta disponibilidade do que em áreas com baixa disponibilidade de recursos florais (WESTPHAL et al., 2006; REDHEAD et al., 2016). Portanto, à medida que os recursos

florais se tornam escassos, as abelhas são mais propensas a usar recursos mais distantes e consequentemente expandem sua área de forrageamento em busca de novas fontes florais (CRESSWELL et al., 2000; ELTZ et al., 2001; FARIA et al., 2012; REDHEAD et al., 2016). Além disso, longas distâncias de voo podem ser equivalentes a um menor número de viagens de forrageamento por indivíduo e, portanto, menor quantidade de recursos coletados pela colônia (PETERSON; ROITBERG, 2006).

A região semiárida do nordeste brasileiro, a Caatinga, possui uma breve estação chuvosa com alta disponibilidade de recursos florais e em contraste, uma estação seca com apenas algumas espécies arbóreas em floração (MAIA-SILVA et al, 2012; QUIRINO; MACHADO, 2014). Um dos desafios para as espécies de abelhas que vivem nessa região é, portanto, o curto período de abundância de recursos florais (ZANELLA, 2000; MARTINS, 2002; ZANELLA; MARTINS 2003; MAIA-SILVA et al., 2015; PEREIRA, 2015; MAIA-SILVA et al., 2016). Assim, as colônias precisam responder rapidamente ao aumento na disponibilidade de recursos florais e coletar grandes quantidades de alimento em poucos meses, a fim de armazenar suficientes reservas para a manutenção do ninho durante a época de escassez de recursos (MAIA-SILVA et al., 2015).

A espécie de abelha sem ferrão *Melipona subnitida*, popularmente conhecida como "jandaíra" é um modelo de estudo importante na Caatinga. Ela é nativa da região semiárida do nordeste brasileiro e é considerada uma espécie-chave para o bioma Caatinga visto que contribui para a polinização e sucesso reprodutivo de diversas espécies vegetais nativas (BRUENING, 2001; GIANNINI et al., 2017). Considerando o contraste na disponibilidade de recursos florais ao longo do ano no ambiente nativo de *M. subnitida*, o objetivo do presente estudo foi avaliar o tempo que as abelhas forrageiras gastam para coletar recursos florais (néctar e pólen) durante os períodos com alta e baixa disponibilidade de plantas em floração. A minha hipótese foi que a alta disponibilidade de recursos florais possibilita que as abelhas gastem menos tempo forrageando. Diferentemente, se os recursos florais estão escassos as abelhas necessitam voar distâncias maiores para encontrar e coletar pólen e néctar, ocasionando assim em um maior gasto de tempo no forrageamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ESPÉCIE ESTUDADA E LOCAIS DE ESTUDO

Dentro do grupo de abelhas sem ferrão, a abelha *Melipona subnitida* Ducke 1910 (Apidae, Meliponini), popularmente conhecida como jandaíra é uma espécie nativa da região nordeste do Brasil, possuindo distribuição nos estados brasileiros de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (CAMARGO; PEDRO, 2013). O número de operárias nas colônias pode variar entre 100 (estação seca) e até mais de 1500 indivíduos (estação chuvosa) (MAIA-SILVA; HRNCIR, observação pessoal). Para sobreviverem aos períodos de escassez de recursos, coletam pólen e néctar principalmente em árvores com floração em massa e arbustos com flores poricidas (LIMÃO, 2015; MAIA-SILVA et al., 2015). Nidificam em cavidades de árvores, como por exemplo em troncos da espécie *Commiphora leptophloeos* (imburana) e *Poincianella bracteosa* (catingueira) (MARTINS et al., 2004). Fontes importantes de alimento são a *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), *Senna obtusifolia* (mata-pasto), *Pityrocarpa moniliformis* (catanduva), *Chamaecrista* spp. (palma-do-campo), *Senna trachypus* (canafístula) e *Ipomoea asarifolia* (salsa) (PEREIRA, 2015; MAIA-SILVA, et al., 2015).

Para avaliar o tempo gasto durante o voo de forrageamento, foi instalado três colônias de *M. subnitida* em três meliponários (Figura 1) localizados em uma área urbana no campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA (Mossoró/RN), em uma área natural de Caatinga na Estação Experimental da UFERSA, na comunidade Alagoinha, zona rural de Mossoró/RN e em um Brejo de Altitude, em Martins/RN (Figura 2).

O campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA (5° 11' 16" S e 37° 20' 38" W), ocupa uma área total de 13,37 ha. A vegetação do campus é composta por espécies de plantas nativas herbáceas e arbóreas, como: *Ipomoea asarifolia* (salsa), *Neptunia plena* (jurema d'agua), *Senna trachypus* (canafístula), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Mimosa quadrivalvis* (malícia), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) e *Pityrocarpa moniliformis* (catanduva). Além das espécies nativas é composta também por espécies exóticas ornamentais ou cultivadas, como: *Leucaena leucocephala* (leucena), *Albizia lebbek* (albízia), *Azadirachta indica* (nim) e *Psidium guajava* (goiabeira) (PEREIRA, 2015).

A Estação Experimental Rafael Fernandes da UFERSA (5°03'54.45" S e 37°24'03.64" W), fica à aproximadamente 15 km do centro da cidade de Mossoró-RN. Possui uma área

aproximada de 400 ha, com 200 ha de vegetação nativa, 50 ha de área em regeneração natural e o restante destinado à agricultura e ocupação humana. As coletas e observações foram realizadas dentro de uma área de 26 ha de vegetação nativa de caatinga (MAIA-SILVA et al., 2014).

Mossoró está situada a 5° 11' 16" S e 37° 20' 38" W e uma altitude de 18 m. Possui uma área aproximada de 4.198,951 km² e localiza-se na mesorregião do Oeste Potiguar. O clima no município apresenta temperatura média de 27,4 °C, atingindo 36,0 °C e 21,0 °C, máxima e mínima, respectivamente (CARMO FILHO et al., 1991). Segundo classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo BSh, ou seja, clima muito quente, semiárido, caracterizado por escassez de chuvas (entre 250 mm a 750 mm por ano), tendo estação chuvosa entre os meses de fevereiro, março e abril, possuindo irregularidade em sua distribuição (SOBRINHO et al., 2011; ALVARES et al., 2013). No domínio fitogeográfico da Floresta Tropical Seca brasileira, a Caatinga, possui um grande número de formações vegetais e florísticas distintas (ANDRADE LIMA, 1981, FERNANDES; BEZERRA 1990, SOUZA et al., 1994). Essa região é composta por formações vegetais lenhosas de porte baixo ou médio adaptadas a lugares secos, classificadas como caducifólias, em resposta à deficiência hídrica em grande parte do ano (NUNES, 2006).

O município de Martins/RN está localizado a 06° 05' 16" S e 37° 54' 39" W e uma altitude de aproximadamente 750 m. Abrange uma área de 169 km² e localiza-se a Oeste no Estado do Rio Grande do Norte, na mesorregião Oeste Potiguar e microrregião de Umarizal. Segundo a classificação de Köppen o clima é do tipo As. Em média a temperatura é de 25,0 °C, sendo a máxima: 26,0 °C, mínima: 15,0 °C) (ALVARES et al., 2013). Apresenta precipitação média anual entre 900 e 1300 mm, com uma estação chuvosa que concentra a maior parte da precipitação anual (de janeiro a julho), com estação seca em média de 6 meses (de julho a dezembro) (AB'SABER, 1999; REIS, 1976; ALVARES et al., 2013). Possui vegetação do tipo subcaducifólia e ambientes com formação de vegetação semidecidual com formação de brejos de altitude (BARROS, 1998). Os brejos de altitude, podem ser semiúmidos ou úmidos e são na maioria dos casos, ilhas de floresta perenifólia na zona da Caatinga, estando fitogeograficamente relacionada com a floresta úmida costeira atlântica (ANDRADE-LIMA, 1960).

Os três locais de estudo foram selecionados com a finalidade de obter maiores registros referentes à variação da disponibilidade de espécies de plantas em floração ao longo dos meses de estudo.

2.2 TEMPO DE FORRAGEAMENTO E DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS

O estudo foi realizado no período de agosto de 2015 a agosto de 2016 na área urbana e na área com vegetação de Caatinga em Mossoró/RN e de junho de 2015 a junho de 2016 em Martins/RN. Em cada local de estudo a coleta de dados foi realizada mensalmente e por dois dias consecutivos.

No primeiro dia, as abelhas forrageiras de néctar e de pólen foram capturadas na entrada das colônias (as colônias foram fechadas por no máximo 30 minutos) (Figuras 3 e 4). Posteriormente o pólen aderido ao corpo (abelhas forrageiras de néctar) (Figura 3) e o pólen aderido nas corbículas (abelhas forrageiras de pólen) foram coletados (Figura 4). O material polínico aderido as corbículas (forrageiras de pólen) foi retirado com auxílio de uma pinça e colocado em um tubo graduado e acrescentado 4 ml de álcool 70% (Figura 4), para posterior análise (ver descrição abaixo). Os grãos de pólen aderido ao corpo das abelhas (forrageiras de néctar) foram retirados com o auxílio de um cubo de gelatina glicerinada em um bastão esterilizado, realizando a limpeza do corpo da abelha (a gelatina foi percorrida em todo o corpo da abelha). Após fazer a limpeza do corpo das abelhas, foram montadas lâminas com o material (cubo de gelatina suja com o material polínico) (Figura 3), para posterior análise (ver descrição abaixo). Após a retirada do material polínico, todas as abelhas foram marcadas com tinta na parte superior do tórax (cada abelha foi marcada com código de cores diferentes) e liberadas próximas às colônias.

No segundo dia foi registrado o tempo gasto na coleta de pólen e de néctar. Foi registrada as seguintes informações: (1) o horário de saída e (2) de entrada de cada abelha forrageira marcada, (3) o tipo de recurso (pólen ou néctar) que a forrageira carregava ao entrar na colônia, e calculamos o tempo gasto na coleta do recurso (pólen ou néctar). A captura e marcação (primeiro dia), assim como a observação das abelhas forrageiras (segundo dia) foram realizadas entre 5h e 8h, pois pela manhã concentra-se maior atividade forrageira das colônias (MAIA-SILVA et al., 2015).

Para avaliar a riqueza de recursos florais, mensalmente foi registrado em cada área de estudo o número de espécies de plantas em floração. Essa informação foi obtida por meio de observação direta das espécies de plantas em floração em um raio de 1km no entorno dos meliponários, o qual corresponde à distância média percorrida pela espécie *M. subnitida* (SILVA et al., 2014).

2.3 IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS POLÍNICOS COLETADOS PELAS FORRAGEIRAS DE NÉCTAR E PÓLEN

Ao visitar as flores para coletar néctar, as abelhas têm contato com as anteras das flores e conseqüentemente aderem grãos de pólen em seu corpo (pelos). Isso permite que elas transportem os grãos de forma involuntária para dentro da colônia (BIESMEIJER et al., 1999; PACINI et al., 2003) (Figura 5). Durante a coleta de pólen, as abelhas realizam uma seqüência de movimentos com as pernas, onde os grãos de pólen são compactados e misturados com secreções regurgitadas pela abelha e transferidos para a corbícula (estrutura localizada na face externa da tíbia posterior), na qual armazena os grãos de pólen como uma massa compacta (Figura 6).

Para determinar o tipo polínico dominante nas amostras coletadas das abelhas forrageiras de néctar, foram realizadas análises quantitativas através da contagem de no máximo 400 grãos de pólen e mínimo (algumas abelhas forrageiras de néctar não aderem muitos grãos de pólen ao seu corpo) de 50 grãos (LIMÃO, 2015). Para analisar os grãos nas amostras de pólen provenientes das corbículas das abelhas forrageiras de pólen foi necessário acetolisar o material polínico coletado. O método de acetólise torna os detalhes que caracterizam os diferentes tipos de grãos de pólen mais visíveis ao microscópio, pois todo o conteúdo interno do grão é retirado durante o processo (ERDTMAN, 1960). Após o processo de acetólise as lâminas foram montadas para serem visualizadas e analisadas no microscópio (Figura 7). Após a contagem dos grãos presentes na lâmina era determinada a porcentagem de ocorrência dos grãos analisados. Foram consideradas amostras monoflorais (amostras representadas por um único tipo polínico, ou seja, uma única flor) aquelas que apresentaram entre 100% e 95% do mesmo tipo polínico (ELTZ et al., 2001). Os grãos de pólen representados com menos de 0,5%, foram considerados como contaminações (pode ocorrer contaminação durante a manipulação da retirada do grão de pólen) e excluídos da análise.

Para a contagem dos grãos, as lâminas foram percorridas sempre na mesma seqüência (Figura 8). As amostras que apresentavam dois ou mais tipos polínicos foi considerado apenas o pólen dominante (NAGAMITSU et al., 1999). Para cada mês foi calculado o número de tipos polínicos dominantes coletados pelas abelhas forrageiras de néctar e de pólen. As análises foram realizadas com auxílio do microscópio (Leica- DM2500).

2.4 ANÁLISE DE DADOS

A possível correlação entre o tempo de forrageamento (min) de néctar e pólen com a disponibilidade de recursos florais (número de espécies de plantas em floração) e com o número de tipos polínicos coletados foi testada utilizando testes de Regressão Linear. Adicionalmente, comparamos: (i) o tempo gasto no forrageamento de néctar e pólen (min) em 3 classes de disponibilidade de recursos florais (baixa ≤ 20 plantas; média > 20 e ≤ 30 plantas; alta > 30 plantas); e (ii) o tempo gasto no forrageamento de néctar e pólen (min) em 3 classes de tipos polínicos coletados (classes para o néctar: baixa = 1 tipo; média = 2 tipos; alta = 3 tipos; classes para o pólen: baixa ≤ 3 tipos; média ≤ 6 tipos; alta ≥ 7 tipos). Utilizamos testes One Way Anova para a comparação entre as classes (Teste de Tukey para comparação entre os pares). Para a análise estatística os dados foram transformados: $X' = \sqrt{(X+3/8)}$, onde X' é o valor transformado e X é o valor original de determinada variável (ZAR, 2010). Os gráficos e análise estatística foram feitos no *software* Sigma Plot for Windows 12.5 (Systat Software Inc., USA).



Figura 1 – Os meliponários e as colônias de *Melipona subnitida* nas três áreas estudadas. **A)** Área urbana no campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA (Mossoró/RN). **B)** Área natural de Caatinga na Fazenda Experimental da UFERSA (Mossoró/RN). **C)** Brejo de Altitude (Martins/RN). Fotos: Jaciara Pereira e Gustavo Medeiros.

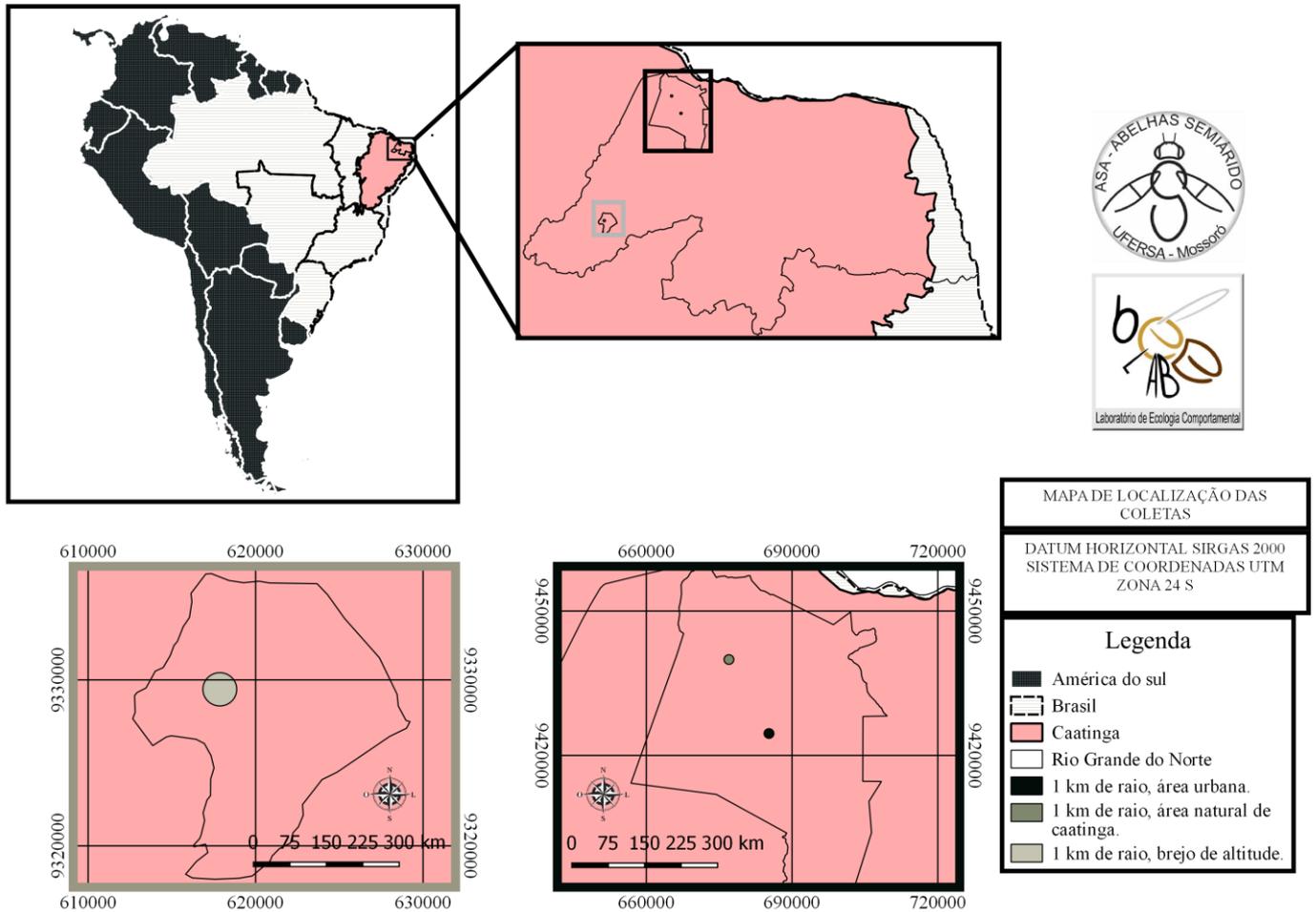


Figura 2 – Mapa das áreas estudadas: Área urbana (Mossoró/RN), Área natural de Caatinga (Mossoró/RN) e Brejo de Altitude (Martins/RN). 1km de raio, indica a extensão da área percorrida para estimar a riqueza de espécies de plantas disponíveis como possíveis fontes de pólen e néctar para a espécie da abelha *Melipona subnitida*. Mapa produzido por: Jecson Recman.

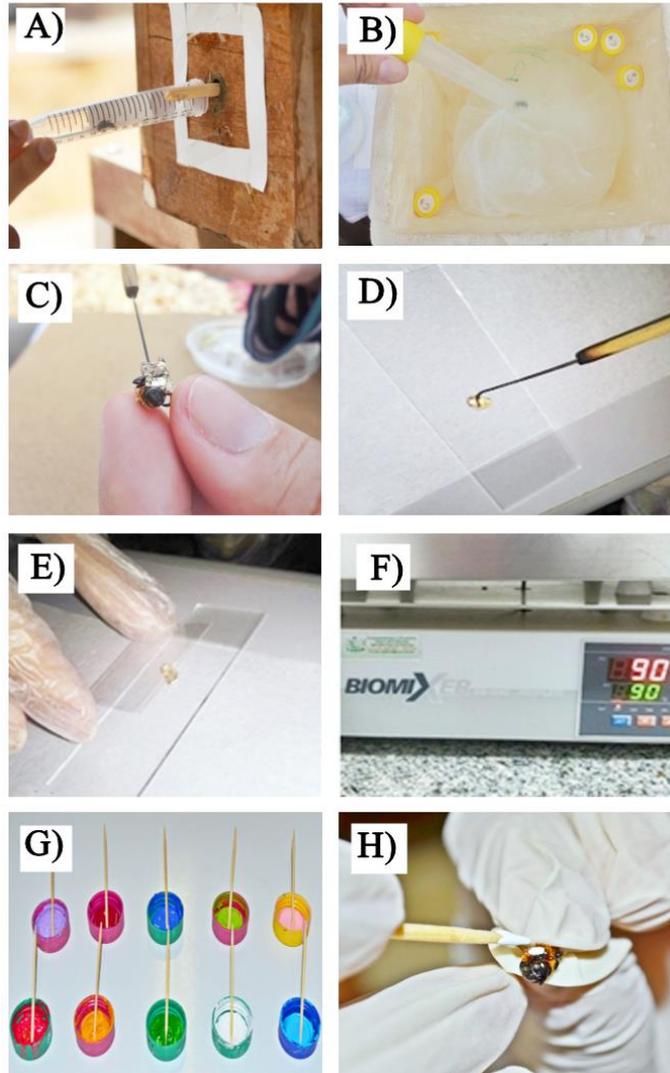


Figura 3 – Sequência da coleta do pólen aderido ao corpo das abelhas forrageiras de néctar e marcação das abelhas, realizados no primeiro dia de coleta. **A)** Captura da abelha forrageira. **B)** Abelhas emergidas no gelo para adormecerem e facilitar o manuseio e coleta do material. **C)** Coleta do pólen aderido ao corpo da abelha com auxílio de um cubo de gelatina glicerinada em um bastão esterilizado. **D)** e **E)** Preparação da lâmina. **F)** As lâminas preparadas foram colocadas em uma chapa aquecedora (Biomixer DB IVAC) para distender a gelatina. **G)** Tintas utilizadas para a marcação das abelhas forrageiras. **H)** Marcação de uma abelha forrageira de *M. subnitida*. Fotos: Gustavo Medeiros.

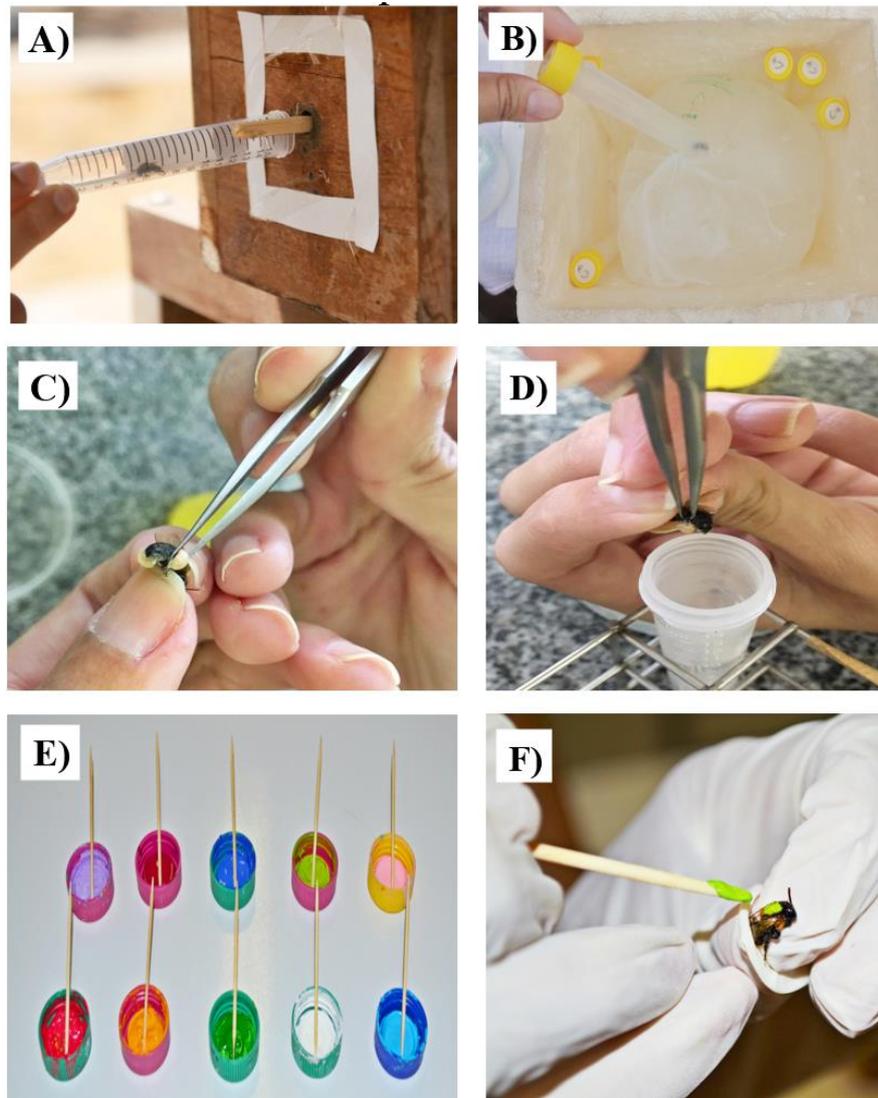


Figura 4 – Sequência da coleta do pólen aderido as corbículas das abelhas forrageiras de pólen e marcação das abelhas, realizados no primeiro dia de coleta. **A)** Captura da abelha forrageira. **B)** Abelhas emergidas no gelo para adormecerem e facilitar o manuseio e coleta do material. **C)** Coleta do pólen armazenado nas corbículas. **D)** Pólen armazenado em um tubo graduado para posterior acetolise. **E)** Tintas utilizadas para marcar as abelhas. **F)** Marcação de uma abelha forrageira de *M. subnitida*. Fotos: Gustavo Medeiros.



Figura 5 – Abelha forrageira de *Melipona subnitida* em flor de *Ipomoea asarifolia* (Convolvulaceae) com grãos de pólen aderidos em seu corpo. Foto: Michael Hrcir.



Figura 6 – Abelha forrageira de *Melipona subnitida* com grãos de pólen armazenados na corbícula. Foto: Gustavo Medeiros.

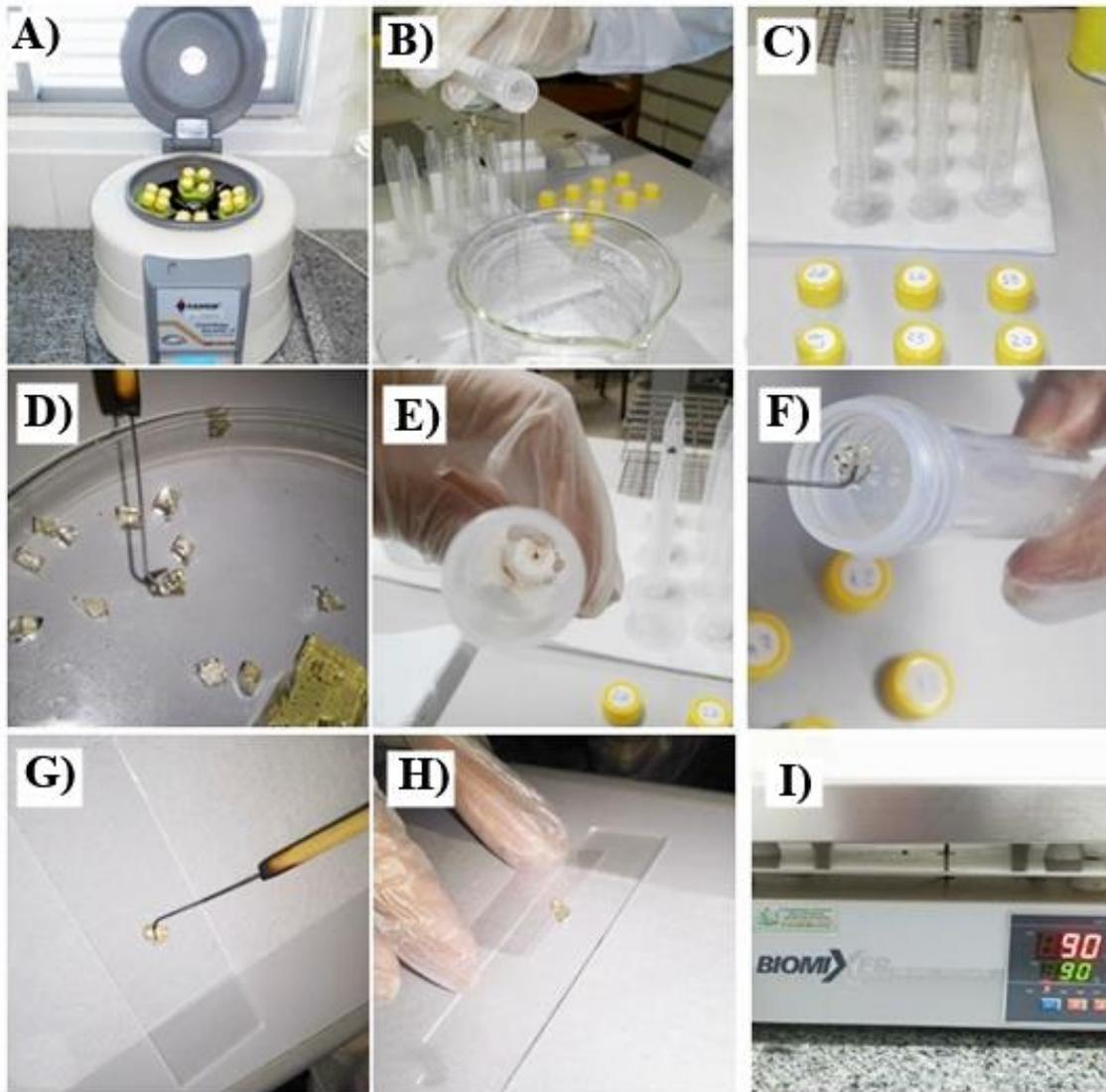


Figura 7 – Sequência da montagem de lâminas do material polínico coletado das corbículas das abelhas forrageiras de pólen. **A)**, **B)** e **C)** Centrifugação do material polínico e eliminação do material sobrenadante. **D)** alfinete, com gelatina glicerinada kisser aderida em sua extremidade. **E)** e **F)** Coleta de uma parte da amostra polínica no fundo do tubo cônico. **G)** e **H)** Gelatina com o material polínico aderido e preparação da lâmina. **I)** Chapa aquecedora utilizada para distender a gelatina. Fotos: Vinício Heidy e Gustavo Medeiros.



Figura 8 – Sequência utilizada para a contagem dos grãos de pólen nas lâminas com material polínico coletado da corbícula (abelhas forrageiras de pólen) e do corpo (abelhas forrageiras de néctar). Foto: Jaciara Pereira.

3 RESULTADOS

Foi registrado o tempo de forrageamento de 85 abelhas forrageiras de néctar (área urbana = 43; Caatinga = 22; Brejo de Altitude = 20) e 118 abelhas forrageiras de pólen (área urbana = 83; Caatinga = 13; Brejo de Altitude = 22). Foi analisado o material polínico de um total de 59 abelhas forrageiras de néctar (área urbana = 35; Caatinga = 11; Brejo de Altitude = 13) e de 389 abelhas forrageiras de pólen (área urbana = 248; Caatinga = 43; Brejo de Altitude = 98).

Não houve correlação significativa entre o tempo de forrageamento de néctar e os parâmetros testados (riqueza de recursos florais: Regressão linear: $r = -0,08$; $P = 0,5$; tipos polínicos coletados: Regressão linear: $r = -0,09$; $P = 0,4$) (Figuras 9A e 10A). Por outro lado, observamos uma correlação negativa entre o tempo de forrageamento de pólen e a riqueza de recursos florais (Regressão linear: $r = -0,2$; $P = 0,03$) e o número de tipos polínicos coletados (Regressão linear: $r = -0,2$; $P = 0,01$) (Figuras 9B e 10B).

Na comparação entre as classes de plantas em floração (baixa, média e alta), verificamos que em períodos com baixa disponibilidade de recursos florais no ambiente as abelhas gastaram mais tempo forrageando néctar (Figura 11A) e pólen (Figura 11B) (One Way ANOVA: Néctar: $F = 3,67$; $P = 0,029$; Pólen: $F = 6,04$; $P = 0,003$; Teste de Tukey: Néctar: baixa vs. média $P = 0,046$; baixa vs. alta $P = 0,033$; média vs. alta $P = 0,92$; Pólen: baixa vs. média $P = 0,004$; baixa vs. alta $P = 0,01$; média vs. alta $P = 0,95$).

Com relação ao número de tipos polínicos coletados pelas colônias, foi verificado que o tempo de forrageamento de néctar (Figura 12A) e de pólen (Figura 12B) foi maior quando um menor número de tipos polínicos foi coletado (One Way ANOVA: Néctar: $F = 3,46$; $P = 0,036$; Pólen: $F = 6,96$; $P = 0,001$; Teste de Tukey: Néctar: baixa vs. média $P = 0,03$; baixa vs. alta $P = 0,32$; média vs. alta $P = 0,31$; Pólen: baixa vs. média $P = 0,6$; baixa vs. alta $P = 0,001$; média vs. alta $P = 0,06$).

Os meses com mais espécies de plantas em floração foram os meses de fevereiro de 2016 (área urbana = 42), maio de 2016 (Caatinga = 26; Brejo de Altitude = 71). Os meses com menor número de plantas em floração foram setembro de 2015 (área urbana = 14; Caatinga = 5) e agosto de 2015 (Brejo de Altitude = 29) (Figura 13A).

O número máximo de tipos polínicos coletados pelas abelhas forrageiras de néctar foi na área urbana com 3 tipos polínicos em agosto de 2016, na área natural de Caatinga, 3 tipos polínicos em agosto de 2015 e maio de 2016 e no Brejo de Altitude, 2 tipos polínicos em janeiro de 2016 (Figura 13B). O número máximo de tipos polínicos coletados pelas abelhas forrageiras de pólen na área urbana foram 10 tipos polínicos em fevereiro de 2016, na área natural de Caatinga 6 tipos polínicos em janeiro de 2016 e no Brejo de Altitude 8 tipos polínicos em abril de 2016 (Figura 13C).

Em alguns meses não foi possível coletar abelhas e registrar o tempo de forrageamento devido à baixa atividade forrageira das colônias. Na área urbana foi possível registrar abelhas em 6 meses do estudo (agosto, outubro e dezembro de 2015 e fevereiro, julho e agosto de 2016), em 6 meses na Caatinga (agosto e setembro de 2015 e janeiro, maio, julho e agosto de 2016) e em 6 no Brejo de Altitude (novembro e dezembro de 2015 e janeiro, fevereiro, abril e junho de 2016).

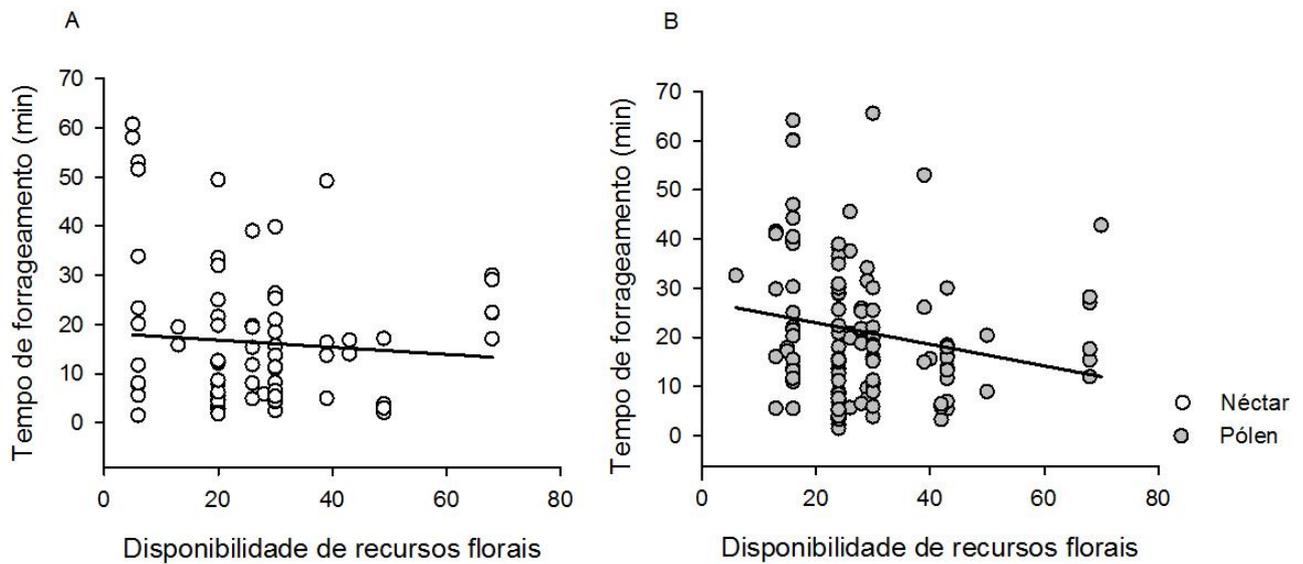


Figura 9 – Correlação entre o tempo de forrageamento (min) e a disponibilidade de recursos florais (número de espécies em floração). **A)** Tempo de forrageamento de néctar (círculos brancos). **B)** Tempo de forrageamento de pólen (círculos de cor cinza). As linhas contínuas indicam as respectivas regressões lineares (néctar: $r = -0,08$; $P = 0,5$; pólen; $r = -0,2$; $P = 0,04$)

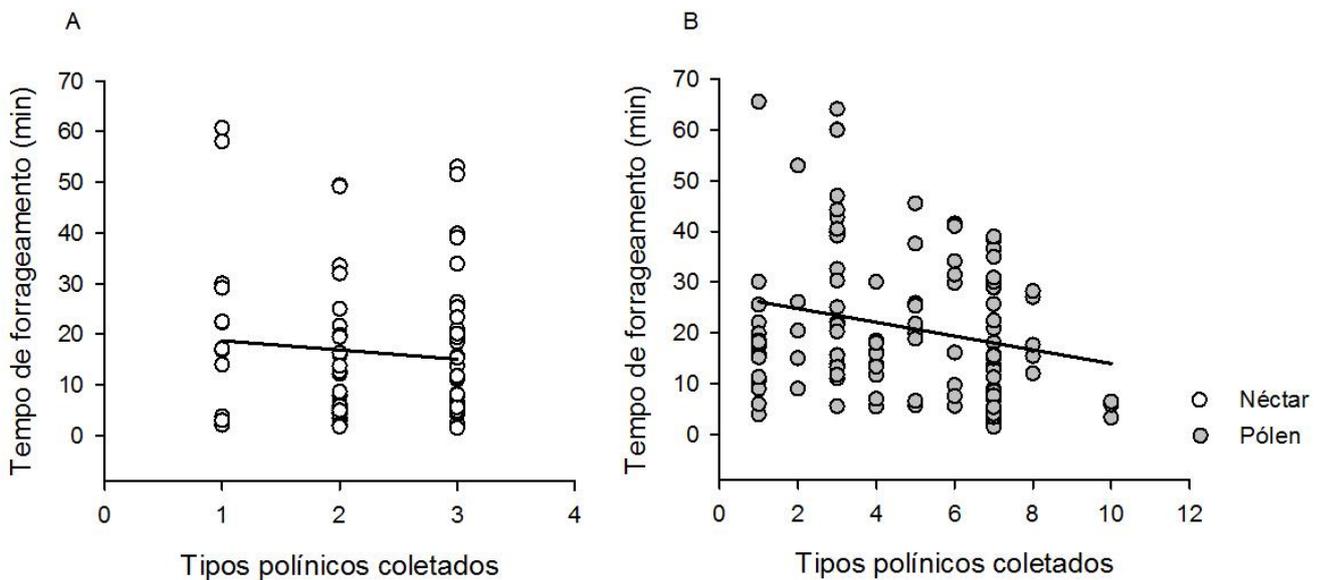


Figura 10 – Correlação entre o tempo de forrageamento (min) e o número de tipos polínicos coletados. **A)** Tempo de forrageamento de néctar (círculos brancos). **B)** Tempo de forrageamento de pólen (círculos de cor cinza). As linhas contínuas indicam as respectivas regressões lineares (néctar: $r = -0,09$; $P = 0,4$; pólen; $r = -0,2$; $P = 0,01$)

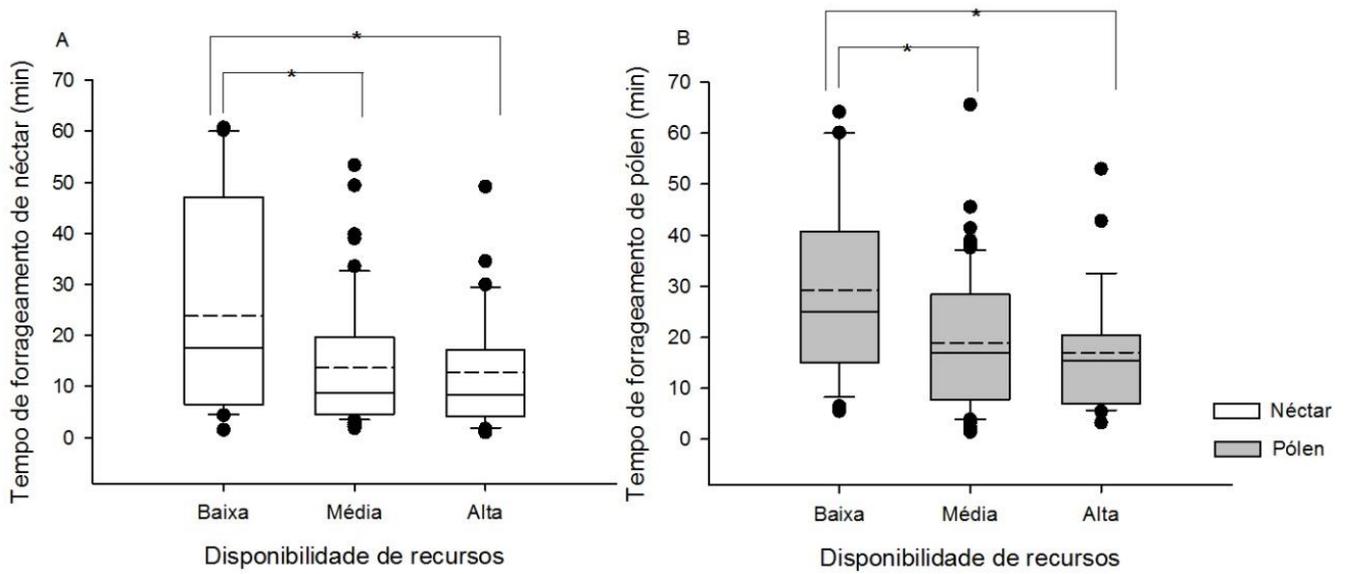


Figura 11 – Tempo de forrageamento e disponibilidade de recursos florais (número de espécies em floração). **A)** *Boxplot* mostrando o tempo gasto o tempo que as abelhas forrageiras gastaram para coletar néctar em 3 classes de disponibilidade de recursos. **B)** *Boxplot* mostrando o tempo que as abelhas forrageiras gastaram para coletar pólen em 3 classes de disponibilidade de recursos. Nos *boxplots*, as caixas indicam 50%, as barras 80% e os outliers 90% das abelhas forrageiras, a linha contínua dentro da caixa indica a mediana e a linha tracejada a média. Os asteriscos indicam diferença estatística entre os grupos, $P < 0,05$ (Teste de Tukey)

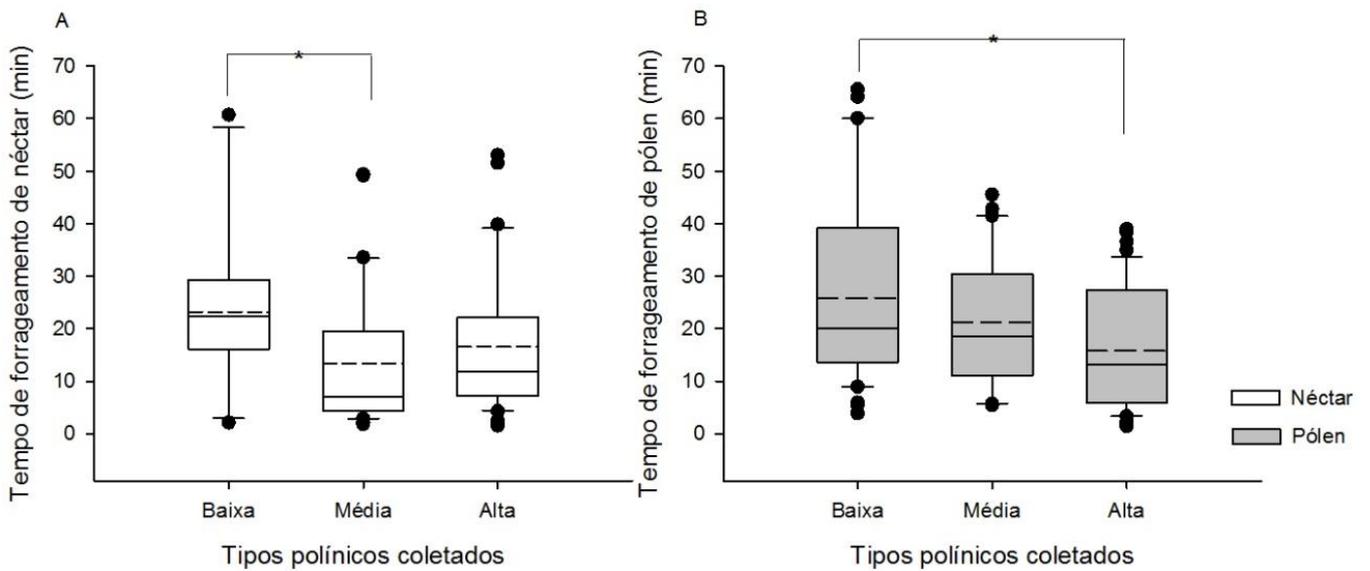


Figura 12 – Tempo de forrageamento e número de tipos polínicos coletados. **A)** *Boxplot* mostrando o tempo o tempo que as abelhas forrageiras gastaram para coletar néctar em 3 classes de número de tipos polínicos. **B)** *Boxplot* mostrando o tempo o tempo que as abelhas forrageiras gastaram para coletar pólen em 3 classes de número de tipos polínicos. Nos *boxplots*, as caixas indicam 50%, as barras 80% e os outliers 90% das abelhas forrageiras, a linha contínua dentro da caixa indica a mediana e a linha tracejada a média. Os asteriscos indicam diferença estatística entre os grupos, $P < 0,05$ (Teste de Tukey)

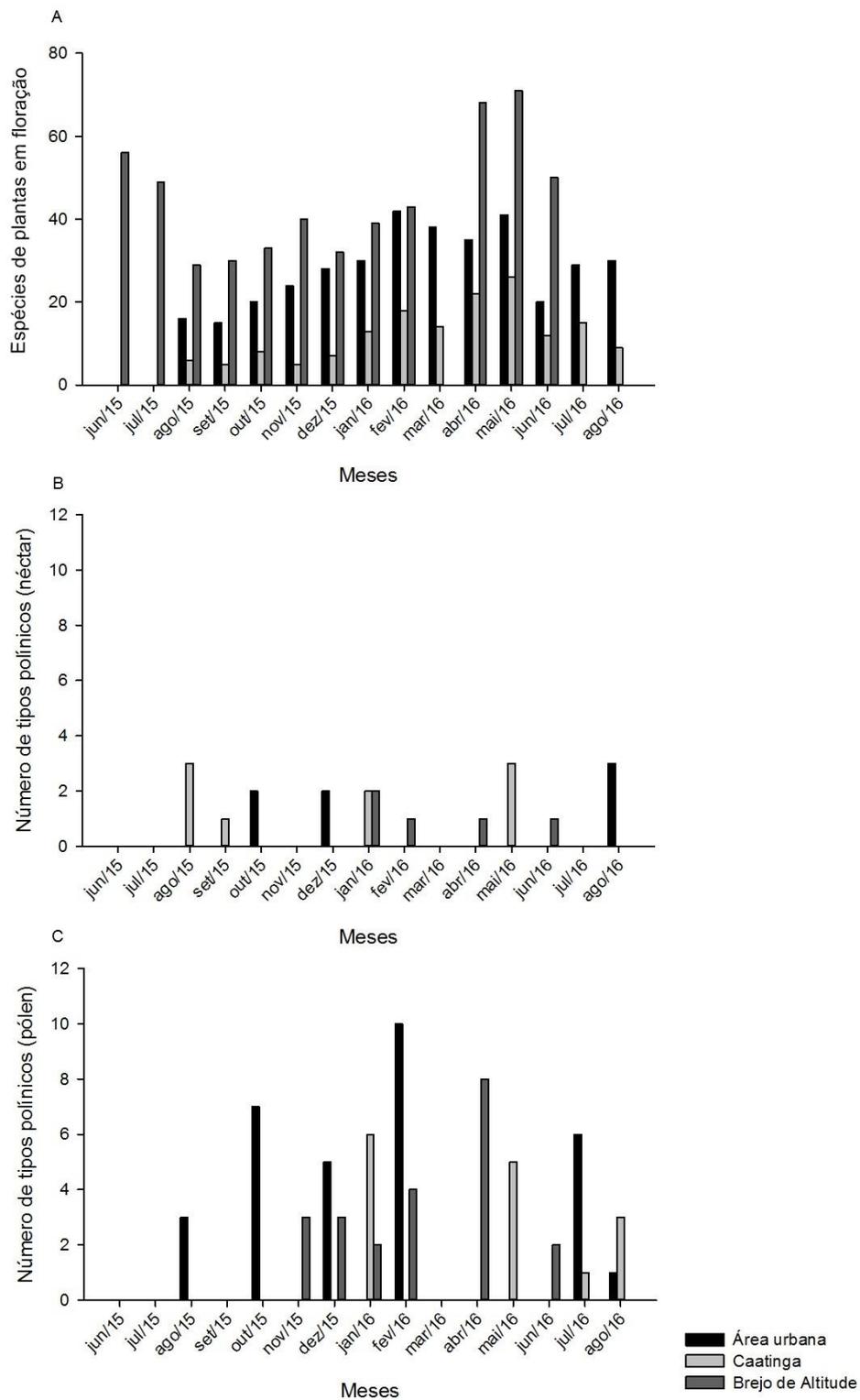


Figura 13 – Plantas em floração e número de tipos polínicos coletados pela abelha *M. subnitida*, no período do estudo (junho de 2015 a agosto de 2016). **A)** Número de espécies de plantas em floração. **B)** Número de tipos polínicos coletados pelas abelhas forrageiras de néctar. **C)** Número de tipos polínicos coletados pelas abelhas forrageiras de pólen

4 DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que a disponibilidade de recursos florais desempenha um papel importante na coleta de recursos por colônias de *Melipona subnitida*. Visto que a baixa disponibilidade de recursos florais aumentou o tempo gasto na coleta de recursos florais.

4.1 A INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS FLORAIS NO TEMPO DE FORRAGEAMENTO DE *Melipona subnitida*

Os resultados indicaram que a disponibilidade recursos florais no ambiente influenciou o tempo gasto na coleta de recursos florais, néctar e pólen. Foi visto que quanto menor a disponibilidade de recursos maior foi o tempo gasto pelas abelhas. Indicando que em períodos com menor disponibilidade de recursos as abelhas forrageiras precisam voar distancias maiores para encontrar manchas com plantas em floração.

A Caatinga, ambiente natural da abelha *M. subnitida*, possui variações na disponibilidade de recursos florais ao longo dos meses. Na estação seca, período com baixa disponibilidade de plantas em floração, ocorre uma redução na atividade forrageira. Durante a estação chuvosa o aumento no forrageamento é ocasionado pela alta diversidade de espécies em floração (MAIA-SILVA et al., 2015). A baixa disponibilidade de recursos no ambiente pode resultar em um maior tempo na busca por recursos florais. Westphal e colaboradores (2006) estudaram colônias de abelhas da espécie *Bombus terrestris* (Apidae, Bombini) em um campo rural na Alemanha e verificaram que a duração das viagens de forrageamento foi mais curta em ambientes com recursos abundantes do que em ambientes com recursos escassos. Em abelhas da espécie *Apis mellifera* (Apidae, Apini), estudadas na Inglaterra, as distâncias percorridas pelas operárias aumentaram de acordo com a disponibilidade de recursos florais, sendo percorrido até 2156 m, por outro lado no período com alta disponibilidade de recursos florais a distância percorrida foi de até 493 m (COUVILLON et al., 2014). Portanto, as distâncias percorridas pelas abelhas durante a atividade de forrageamento dependem da disponibilidade de recursos florais no ambiente (DORNHAUS et al., 2006).

O desmatamento devido as atividades antrópicas leva à perda de habitat, reduzindo a disponibilidade de recursos alimentares (pólen e néctar) para as abelhas (CAIRNS et al., 2005; PIOKER et al., 2014). A ausência de espécies chave na paisagem também pode afetar a

busca por alimento. As abelhas podem gastar mais tempo procurando alimento quando plantas que florescem durante a estação seca como *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Cynophalla flexuosa* (feijão-bravo) e *Ziziphus joazeiro* (juazeiro) (MACHADO et al., 1997; AMORIM et al., 2009; MAIA-SILVA et al., 2012), possuam abundância populacional reduzida, induzindo assim o deslocamento das abelhas para locais que disponibilizem essas espécies de plantas. Os deslocamentos realizados para outras áreas a fim de encontrar recursos florais, está intimamente ligado a quantidade de recursos florais disponíveis no ambiente (WESTPHAL et al., 2006), pois se os alimentos estiverem esgotados perto dos ninhos, as forrageadoras terão que realizar viagens mais longas para coletar recursos necessários (SEELEY, 1994; SEELEY, 1995).

Os resultados aqui apresentados indicam que a variação natural de recursos ao longo do ano influenciou o tempo de forrageamento em *M. subnitida*. Contudo a diminuição de espécies vegetais causada pela degradação do habitat, devido ao avanço das atividades antrópicas (CASTELLETTI et al., 2004; LEAL et al., 2005) e das alterações climáticas globais, pode causar efeitos semelhante no tempo de forrageamento. Os resultados obtidos por Westphal e colaboradores (2006) demonstraram que em áreas com poucos recursos florais as operárias demoraram mais tempo na coleta de recursos, podendo isso acontecer em ambientes degradados, pois nesses ambientes a disponibilidade de recursos torna-se escasso, não de forma natural, mas sim de forma antrópica.

4.2 FATORES QUE PODEM AUMENTAR O TEMPO DE FORRAGEAMENTO

Além da disponibilidade de recursos florais (variável analisada nesse trabalho), outros fatores que podem afetar o tempo de forrageamento, como: tamanho do corpo da abelha, competição por recursos, tempo gasto em determinada fonte floral na coleta de determinado recurso (pólen ou néctar), temperatura do ambiente.

A capacidade de deslocamento de uma abelha na paisagem irá depender da capacidade de voo de cada espécie, em geral relacionado ao tamanho corporal da abelha (SPAETHE; WEIDENMÜLLER, 2002; GREENLEAF et al., 2007; KUHN-NETO et al., 2009). Abelhas sem ferrão pequenas, tais como *Nannotrigona testaceicornis* (distância intertegular: 1,4 mm) possuem distâncias máximas de voo de aproximadamente 850 m, por outro lado abelhas do gênero *Melipona* são um pouco maiores, como, por exemplo, *M. bicolor* (distância intertegular: 3,0 mm) e *M. scutellaris* (distância intertegular: 2,9 mm), podem voar até 2 km (ARAÚJO et al., 2004). Ao contrário de algumas espécies de abelhas maiores a *M. subnitida*,

devido ao seu porte médio (distância intertegular: 2,79 mm), não conseguem voar grandes distâncias, limitando o seu raio de voo a aproximadamente um quilómetro (SILVA et al., 2014). Portanto, as fontes de alimentos precisam estar suficientemente próximas aos ninhos para que as espécies, principalmente as menores, consigam coletar os recursos necessários.

Outro fator que pode influenciar o tempo gasto na coleta de recursos florais é a competição por fontes de alimento. Durante os horários com maior abundância de flores ocorre um aumento na atividade forrageira (ROUBIK, 1989; FIDALGO; KLEINERT, 2007), e conseqüentemente maior sobreposição de nicho entre as espécies de abelhas. Em uma área urbana em Uberlândia/MG, Brasil, a abelha africanizada *A. mellifera* (espécie de abelha introduzida no Brasil) era a espécie predominante nas flores de *Schefflera arboricola* logo ao amanhecer, horário em que as flores possuíam mais alimento disponível (MENEZES et al., 2007). Assim ocorria uma diminuição da oferta de alimento para abelhas nativas devido ao consumo pela abelha africanizada, fato observado repetidamente em ecossistemas naturais (ROUBIK, 1978; ROUBIK et al., 1986; CARNEIRO; MARTINS, 2012). Essa menor oferta de alimentos para abelhas nativas pode resultar em um maior tempo na procura por fontes com recursos florais disponíveis. A presença da abelha *A. mellifera* na área de forrageamento de espécies nativas pode provocar alterações no comportamento das abelhas nativas, como observado por Roubik (1978), em que as abelhas nativas diminuíaam o tempo de visitas por flor e aumentavam o número de flores visitadas quando havia presença de *A. mellifera*, portanto, devido à presença de um competidor as abelhas nativas permaneciam pouco tempo em uma única flor e ficavam voando de flor em flor para adquirir alimento (pólen/néctar). Quando as abelhas precisam voar de flor em flor para coletar alimento, ocorre um maior tempo gasto no forrageamento, por outro lado quando existem cargas de pólen e ou néctar suficientes em uma única flor as abelhas forrageiras podem retornar mais rápido para a colônia. Um dos pontos que podem levar a competição por exploração de recursos florais é a similaridade no uso dos recursos, como mostrado por Nogueira-Ferreira e colaboradores (2007), na qual a competição por exploração de recursos florais ocorreu entre as espécies de abelhas (*Trigona spinipes* e *Scaptorigona postica* e entre *Tetragonisca angustula* e *Paratrigona lineata*) que partilhavam dos mesmos recursos florais, ocasionando sobreposição de nicho.

Além da competição, o tempo que a abelha gastará em uma flor vai depender da quantidade de recursos disponíveis na planta que ela irá coletar alimento (pólen ou néctar), pois algumas espécies de plantas disponibilizam pequenas quantidades de pólen (HICKS et al., 2016) e essa característica pode ocasionar em um maior gasto de tempo, fazendo com que

as abelhas gastem mais tempo voando entre cada indivíduo da flor, para obter uma maior quantidade de pólen. Em contraste, algumas espécies de plantas disponibilizam uma quantidade elevada de pólen (HICKS et al., 2016), possibilitando que as abelhas gastem menos tempo na coleta de pólen, pois a mesma irá conseguir extrair uma maior quantidade de pólen em um número reduzido de flores. A mesma situação pode ocorrer na coleta de néctar. Se o néctar disponível na planta que a abelha está forrageando estiver distribuído entre várias pequenas flores em vez de está concentrado em uma única flor a abelha possivelmente terá que visitar um número elevado de flores para encher seu abdômen e conseqüentemente passará mais tempo forrageando.

A temperatura é outra variável que pode está diretamente ligada ao tempo gasto no forrageamento, pois a temperatura é um dos fatores climáticos que exerce grande influência sobre o forrageamento das abelhas (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989; HILÁRIO et al., 2000). Devido ao risco de superaquecimento que as abelhas sofrem quando expostas a radiação direta de forma prolongada (WILLMER & UNWIN, 1981), elas poderão evitar passar muito tempo forrageando, ocasionando assim um menor gasto de tempo na coleta de recursos. Além disso a coloração escura da abelha estudada impossibilita que ela passe muito tempo exposta a altas temperaturas, pois diferentemente das abelhas que possuem coloração clara (podem forragear em horários com temperatura mais elevada, pois refletem a luz solar de forma mais eficiente), abelhas de coloração escura correm maior risco de superaquecimento devido a maior absorção de radiação solar (WILLMER & UNWIN, 1981).

4.3 PONTOS NEGATIVOS DO AUMENTO DE TEMPO NO FORRAGEAMENTO

O aumento do esforço energético ao longo das faixas etárias de uma abelha operária desempenha um papel importante em sua sobrevivência, principalmente durante a atividade forrageira (PAGE; PENG 2001). Maiores esforços de forrageio aumentam a probabilidade dos indivíduos morrerem por predação, devido ao fato que eles passam mais tempo longe da segurança do ninho (VISSCHER; DUKAS, 1997; BIESMEIJER; TÓTH, 1998). Sendo assim, o maior tempo gasto durante a busca e coleta de alimentos, quando ocasionado pela baixa disponibilidade recursos florais, pode expor as abelhas a uma maior taxa de predação e conseqüentemente afetando a longevidade das operárias.

Nas abelhas, a longevidade está inversamente relacionada ao esforço de forrageamento (NEUKIRCH, 1982; SCHMID-HEMPEL; WOLF, 1988), sendo que quanto maior o tempo

gasto na coleta de recursos, maior será o desgaste fisiológico da abelha forrageira, ocasionando uma redução significativa da longevidade dos indivíduos e consequentemente a sobrevivência da colônia (GOMES et al., 2015). A senescência influenciada pelo forrageamento foi observada em colônias do gênero *Melipona* (ROUBIK, 1982; BIESMEIJER; TÓTH, 1998). Durante períodos de escassez de recursos no ambiente e consequentemente declínio nas reservas de pólen e néctar, foi verificado que as abelhas operárias viveram em média 50 dias, e quando os recursos florais tornaram novamente abundantes, as colônias aumentaram os recursos estocados e o tempo de vida de uma operária reduziu pela metade (ROUBIK, 1982). Além disso distâncias muito longas percorridas pelas abelhas podem aumentar a senescência. A senescência é definida como um declínio relacionado com a idade na função fisiológica, desempenho, sobrevivência (FINCH, 1990). A acumulação de danos fisiológicos ou morfológicos, leva à degradação física e, consequentemente, a senescência. O desgaste das asas (dano morfológico), por exemplo, reduz a longevidade nas abelhas (CARTAR, 1992; HIGGINSON et al., 2011). A taxa de danos depende do nível de atividade (o quanto o indivíduo “trabalha”), na qual os indivíduos mais ativos terão menor tempo de vida (RUEPPELL et al., 2005). Consequentemente, abelhas que são mais ativas (passam mais tempo forrageando), poderão ter uma menor expectativa de vida, principalmente em épocas com baixa disponibilidade de recursos florais.

Em *M. fasciculata* a longevidade máxima alcançada pelas operárias foi de 80 dias na estação chuvosa e 56 dias na estação seca (GOMES et al., 2015). Em geral, as operárias vivem menos na estação mais seca, em relação à época chuvosa, provavelmente por causa da oferta de recursos e maior esforço fisiológico na atividade de forrageio (ROUBIK, 1982; BIESMEIJER; TÓTH, 1998; GOMES et al., 2015). Isso é ocasionado pelo fato de que operárias submetidas a maior esforço durante atividade de forrageio apresentam longevidade menor (WOLF; SCHIMID-HEMPEL, 1989).

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Uma vez que a quantidade de alimentos coletado é um ponto crucial para o desenvolvimento, crescimento e sobrevivência das colônias, o entendimento a respeito da quantidade de recursos transportados para dentro dos ninhos é um ponto bastante importante para pesquisas futuras. Diante dos resultados obtidos nesse estudo, surgiu um novo questionamento: será que as forrageiras que gastam mais tempo na coleta de alimentos adquirem a mesma quantidade de alimentos daquelas que gastam pouco tempo?

Além disso, diante das alterações ambientais que atingem várias regiões semiáridas (SÁ; ANGELOTTI, 2009; SÁ et al., 2010; GIANNINI et al., 2017), para evitar a perda de espécies únicas são necessárias práticas de conservação e restauração de habitats a fim de reduzir os danos causados às abelhas (DICKS et al., 2016). Visto que as abelhas dependem de néctar e pólen em todo seu ciclo de vida (POTTS et al., 2004; POTTS et al., 2006; GRUNDEL et al., 2010), um habitat adequado para qualquer espécie de abelha deve disponibilizar recursos florais dentro do seu raio de voo (WESTPHAL et al., 2006). O aumento na disponibilidade de recursos florais, próximos aos seus ninhos/dentro do raio de voo, por meio do plantio de espécies herbáceas e arbustivas em jardins residenciais, escolas e praças, é uma alternativa eficiente, pois crescem rapidamente e produzem flores rapidamente, oferecendo assim grandes quantidades de recursos florais para as abelhas (HICKS et al., 2016; MAIA-SILVA et al., 2017b). Recentemente, Maia-Silva e colaboradores (2017a), em um estudo de caso com a espécie *M. subnitida* sugeriu que no bioma Caatinga, habitats apropriados para o forrageamento dessa espécie devem incluir espécies de plantas nativas que florescem tanto na estação seca como na chuvosa. A oferta de alimentos por flores cultivadas em áreas estratégicas servirá para manutenção das populações de diferentes espécies de abelhas, podendo assim manter e assegurar a sua existência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB`SABER, A. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Revista de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, v. 13, n. 13, p. 7-59, 1999.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMORIM, I.; SAMPAIO, E.; ARAÚJO, E. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 491-499, 2009.

ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Revista Arquivos do Instituto de Pesquisa Agron**, v. 5, p. 305-341, 1960.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 149 - 153, 1981.

ARAÚJO, E. D. et al. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 563-568, 2004.

BÄCKMAN, J. P. C.; TIAINEN, J. Habitat quality of field margins in a Finnish farmland area for bumblebees (Hymenoptera: *Bombus* and *Psithyrus*). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 89, n. 1-2, p. 53-68, 2002.

BARROS, S. D. S. **Aspectos Morfo-tectônicos nos platôs de Portalegre, Martins e Santana/RN**. 1998, 125 p. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1998.

BIESMEIJER, J. C. et al. The response of the stingless bee *Melipona beecheii* to experimental pollen stress, worker loss and different levels of information input. **Journal of Apicultural Research**, v. 38, n. 1-2, p. 33-41, 1999.

BIESMEIJER, J.; TÓTH, E. Individual foraging, activity level and longevity in the stingless bee *Melipona beecheii* in Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Insectes Sociaux**, v. 45, n. 4, p. 427-443, 1998.

BRUENING, H. **Abelha jandaíra**. 2. ed. Mossoró: Fundação Vingt-Um Rosado (Coleção Mossoroense, Série C, 1189), 2001. 149 p.

CAIRNS, C. E.; VILLANUEVA-GUTIERREZ, R; KOPTUR, S.; BRAY, D. B. Bee populations, forest disturbance, and africanization in Mexico. **Biotropica**, v. 37, n. 4, p. 686–692, 2005.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In MOURE, J. S., URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region** - online version. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 02/02/2017.

CANE, J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, 2001. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3/>>. Acesso em: 20/02/2017.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: UFERSA, (Coleção Mossoroense, Série C, 30), 1991. 121 p.

CARNEIRO, L. T.; MARTINS, C. F. Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. **Apidologie**, v. 43, n. 4, p. 474-486, 2012.

CARTAR, R.V. Morphological senescence and longevity-an experiment relating wing wear and life-span in foraging wild bumble bees. **Journal of Animal Ecology**, v. 61, n. 1, p. 225–231, 1992.

CASTELLETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C. et al. (Ed.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 92-100.

COUVILLON, M.J.; SCHÜRCH, R.; RATNIEKS, F. L. W. Waggle Dance Distances as Integrative indicators of Seasonal Foraging Challenges. **Public Library of Science ONE**, v. 9, n. 4, 2014: e93495. doi:10.1371/journal.pone.0093495.

CRESSWELL, J. E.; OSBORNE, J. L.; GOULSON, D. An economic model of the limits to foraging range in central place foragers with numerical solutions for bumblebees. **Ecological Entomology**, v. 25, n. 3, p. 249–255, 2000.

ELTZ, T., BRÜHL, C. A., VAN DER KAARS, S.; LINSENMAIR, K. E. Assessing stingless bee pollen diet by analysis of garbage pellets: A new method. **Apidologie**, Paris, v. 32, p.341–353, 2001.

DI PASQUALE, G. et al. Influence of Pollen Nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? **Public Library of Science ONE**, v. 8, n. 8, 2013: e72016. doi:10.1371/journal.pone.0072016

DICKS, L. V. et al. Ten policies for pollinators. **Science**, v. 354, n. 6315, p. 975-976, 2016.

DORNHAUS, A. et al. Benefits of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual based model. **Behavioral Ecology**, v. 17, n. 3, p. 336-344, 2006.

DRAMSTAD, W.; FRY, G. Foraging activity of bumblebees (*Bombus*) in relation to flower resources on arable land. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 53, n. 2, p. 123-135, 1995.

ELTZ, T. et al. Assessing stingless bee pollen diet by analysis of garbage pellets: a new method. **Apidologie**, v. 32, n. 4, p. 341-353, 2001.

ELTZ, T. et al. Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. **Oecologia**, v. 131, n. 1, p. 27-34, 2002.

ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 54, n. 4, p. 561-564, 1960.

FARIA, L. B. D. et al. Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: seasonality in resource availability and visited plants. **Psyche: A Journal of Entomology**, Article ID 630628, p. 1-12, 2012. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/psyche/2012/630628/>>. Acesso em: 02/03/2017.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990, 205 p.

FEWELL, J. H.; WINSTON, M. L. Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 30, n. 6, p. 387-393, 1992.

FIDALGO, A. O.; KLEINERT, A. M. P. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae; Meliponini) in Ubatuba, SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 1, p.133-140, 2007.

FINCH, C. E. **Longevity, senescence, and the genome**. Chicago: The University of Chicago Press, 1990. 938 p.

GIANNINI, T. C. et al. Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. **Apidologie**, (2017) (no prelo).

GOMES, R.L.C.; MENEZES, C.; CONTRERA.; F.A.L. Worker longevity in an Amazonian *Melipona* (Apidae, Meliponini) species: effects of season and age at foraging onset. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 133–143, 2015.

GREENLEAF, S.; WILLIAMS, N.; WINFREE, R.; KREMEN, C. Bee foraging ranges and their relationships to body size. **Oecologia**, v. 153, n. 3, p. 589-596, 2007.

GRUNDEL, R. et al. Floral and nesting resources habitat structure and fire influence bee distribution across an open-forest gradient. **Ecological Applications**, v. 20, n. 6, p. 1678–1692, 2010.

HICKS, D. M. et al. Food for Pollinators: Quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. **Public Library of Science ONE**, v. 11, n. 6, 2016.

HIGGINSON, A. D. et al. Experimental wing damage affects foraging effort and foraging distance in honeybees *Apis mellifera*. **Psyche: A Journal of Entomology**, Article ID 419793, p. 1-7, 2011. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/psyche/2011/419793/>>. Acesso em: 27/02/2017.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. de M. P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 2, p.299-306, 2000.

HOFSTEDE, F.; SOMMEIJER, M. Effect of food availability on individual foraging specialisation in the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). **Apidologie**, v. 37, n. 3, p. 387-397, 2006.

HRNCIR, M. Mobilizing the foraging force: mechanical signals in stingless bee recruitment. In: JARAU, S.; HRNCIR, M. (Ed.) **Food exploitation by social insects: ecological, behavioral, and theoretical approaches**. Boca Raton: CRC-Press, Taylor & Francis Group, 2009, p. 199-221.

KUHN-NETO B; CONTRERA FA; CASTRO MS; NIEH JC. Long distance foraging and recruitment by a stingless bee, *Melipona mandacaia*. **Apidologie**, v. 40, n. 4, p. 472–480, 2009.

LEAL, I. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na caatinga do nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

LIMÃO, A. A. C. **A influência dos fatores bióticos e abióticos no néctar coletado por *Melipona subnitida* (APIDAE, MELIPONINI) na Caatinga**. 2015, 32 p. Dissertação

(Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró- RN, 2015.

MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57-68, 1997.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. Editora Fundação Brasil Cidadão; Fortaleza, Brasil, 2012. 191 p.

MAIA-SILVA, C. et al. Trilha dos polinizadores UFERSA: um passeio ecológico na Caatinga. **Mensagem Doce**, v. 126, p. 2-5, 2014.

MAIA-SILVA, C. et al. Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v. 46, n. 5, p. 631-643, 2015.

MAIA-SILVA, C. et al. Stingless bees (*Melipona subnitida*) adjust brood production rather than foraging activity in response to changes in pollen stores. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 202, p. 723-732, 2016.

MAIA-SILVA, C. et al. The Contribution of palynological surveys to stingless bee conservation: a case study with *Melipona subnitida*. In VIT P.; PEDRO, S. R. M.; ROUBIK D. W. (Ed.) **Pot-pollen in stingless bee melittology**. New York: Springer, 2017a. (no prelo).

MAIA-SILVA, C.; HRNCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Estratégias para a conservação da abelha jandaíra na Caatinga. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KOEDAM, D.; HRNCIR, M. (Ed.) **A abelha jandaíra no passado, presente e futuro**. Mossoró: EdUFERSA, 2017b. p. 243-251. (no prelo).

MARTINS, C. F. Diversity of the Bee Fauna of the Brazilian Caatinga. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Ed.). **Pollinating Bees- The Conservation Link Between Agriculture and Nature Brasília: Ministry of Environment**, Cap.2, p.131-134, 2002.

MARTINS, C. F. et al. Tree species used for nidification by stingless bees in the Brazilian Caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v4n2/a03v4n2.pdf>>. Acesso em: 15/02/2017.

MENEZES, C.; SILVA, C. I.; SINGER, R. B.; KERR, W. E. Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. **Bioscience Journal**, v. 23, supl. 1, p. 63 -69, 2007.

MICHENER, C. D. **The social behavior of the bees**. Cambridge-MA, USA.: Harvard University Press, 1974. 404 p.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000. 913 p.

MOURA, D. C.; MELO, J. I. M.; SCHLINDWEIN, C. Visitantes florais de Boraginaceae A. Juss. no Baixo Curso do Rio São Francisco: Alagoas e Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 285-287, 2007.

NAGAMITSU, T. et al. Preference in flower visits and partitioning in pollen diets of stingless bees in an Asian tropical rain forest. **Researches on Population Ecology**, v. 41, n. 2, p. 195–202, 1999.

NAGAMITSU, T.; INOUE, T. Foraging activity and pollen diets of subterranean stingless bee colonies in response to general flowering in Sarawak, Malaysia. **Apidologie**, v. 33, n. 3, p. 303-314, 2002.

NAUG, D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. **Biological Conservation**, v. 142, n. 10, p. 2369–2372, 2009.

NEUKIRCH, A. Dependence of the lifespan of the Honeybee (*Apis mellifera*) upon flight performance and energy consumption. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 146, n. 1, p. 35–40, 1982.

NOGUEIRA-FERREIRA, F. H.; AUGUSTO, S. C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 23, Supl. 1, p.45-51, 2007.

NUNES, E. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem Gráfica. 2006. 114 p.

PACINI, E.; NEPI, M.; VESPRINI, J.L. Nectar biodiversity: a short review. **Plant Systematics and Evolution**, v. 238, n. 1, p.7–21, 2003.

PAGE, J. R, R. E.; PENG, C. Y. S. Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, *Apis mellifera* L. **Experimental Gerontology**, v. 36, n. 4, p. 695-711, 2001.

PEREIRA, J. P. **Plantas importantes para a manutenção da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) em paisagem urbana do semiárido brasileiro**. 2015. 36 p. Monografia (Graduação em Ecologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

PETERSON, J. H.; ROITBERG, B. D. Impacts of flight distance on sex ratio and resource allocation to offspring in the leafcutter bee, *Megachile rotundata*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 59, n.5, p. 589-596, 2006.

PIOKER-HARA, F. C.; MURILO, S. D.; ASTRID, M. P. K. The influence of the loss of Brazilian savanna vegetation on the occurrence of stingless bees nest (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 393-400, 2014.

POTTS, S. G. et al. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. **Biological Conservation**, v. 129, p, 519-529, 2006.

POTTS, S.G.; VULLIAMY, B.; ROBERTS, S. Nectar resource diversity organises flower-visitor community structure. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 113, n. 2, p. 103-107, 2004.

QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination syndromes in a Caatinga plant community in northeastern Brazil: seasonal availability of floral resources in different plant growth habits. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 62-71, 2014.

REDHEAD, J. W. et al. Effects of habitat composition and landscape structure on worker foraging distances of five bumble bee species. **Ecological Applications**, v. 26, n. 3, p. 726-739, 2016.

REIS, A. C. Clima da Caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, p. 325-335, 1976.

REQUIER, F.; ODOUX, J.F.; HENRY, M.; BRETAGNOLLE, V. The carry-over effects of pollen shortage decrease the survival of honeybee colonies in farmlands. **Journal of Applied Ecology**, 2016, doi:10.1111/1365-2664.12836.

ROUBIK, D. W. Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honeybees. **Science**, v. 201, p. 1030-1032, 1978.

ROUBIK, D. W. Seasonality in colony food storage, brood production and adult survivorship: studies of *Melipona* in tropical forest (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 55, n. 4, p. 789-800, 1982.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge-: Cambridge University Press, 1989. 514 p.

ROUBIK, D. W. et al. Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on neotropical social bees. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, n. 2, p. 97-111, 1986.

ROULSTON, TAH.; GOODELL, K. The role of resources and risks in regulating wild bee populations. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 293-312, 2011.

RUEPPELL, O.; FONDRK, K.; PAGE, R. Biodemographic analysis of male honey bee mortality. **Aging Cell**, v. 4, n. 1, p. 13-19, 2005.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.) **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. p. 53-76.

SÁ, I. B. et al. Processo de desertificação no Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Ed.) **Semiárido Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2010. p. 125-158.

SCHMID-HEMPEL, P.; WOLF, T. Foraging effort and lifespan of workers in a social insect. **The Journal of Animal Ecology**, v. 57, n. 2, p. 509–521, 1988.

SEELEY, T. D. **The wisdom of the hive**. Cambridge: Harvard University Press, 1995. 295 p.

SEELEY, T.D. Honey bee foragers as sensory units of their colonies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 34, n. 1, p. 51–62, 1994.

SILVA, A. G. et al. Foraging distance of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 494-501, 2014.

SOBRINHO, J. E. et al. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró-RN. Período: 1900-2010**. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia-18 a 21 de julho de 2011. CD-ROM.

SOUZA, M. J. N. et al. Redimensionamento da região semiárida do Nordeste do Brasil. In: **Conferência nacional e seminário Latino-Americano da desertificação**. Fortaleza: Fundação Esquel do Brasil. 1994.

SPAETHE, J.; WEIDENMÜLLER, A. 2002. Size variation and foraging rate in bumblebees (*Bombus terrestris*). **Insectes Sociaux**, v. 49, n. 2, p. 142-146, 2002.

VISSCHER, P. K.; DUKAS, R. Survivorship of foraging honeybees. **Insectes Sociaux**, v. 44, n. 1, p. 1-5, 1997.

WESTPHAL, C.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Foraging trip duration of bumblebees in relation to landscape-wide resource availability. **Ecological Entomology**, v. 31: p. 389–394, 2006.

WILLIAMS, N. M. Native wildflower plantings support wild bee abundance and diversity in agricultural landscapes across the United States. **Ecological Applications**, v. 25, n. 8, p. 2119–2131, 2015.

WILLMER, P.G.; UNWIN, D.M. Field Analyses of Insect Heat Budgets: Reflectance, Size and Heating Rates. **Oecologia**, Heidelberg, v.50, p. 250-255, 1981.

WOLF, T. J.; SCHMID-HEMPEL, P. Extra loads and foraging life span in honeybee workers. **J. An. Ecol**, v. 58, n. 3, p. 943-954, 1989.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. **Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. 1. ed. Recife PE: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 75-134.

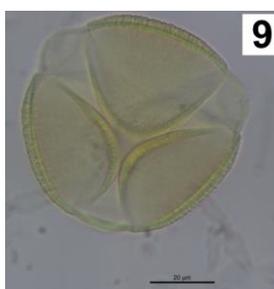
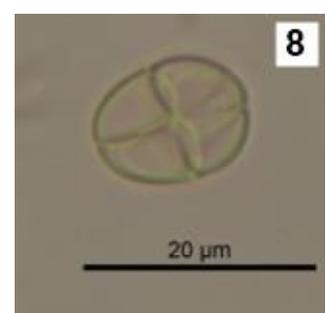
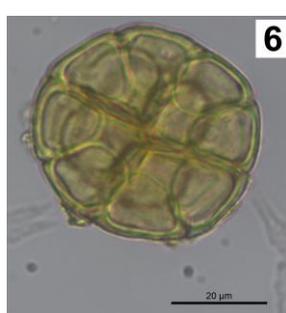
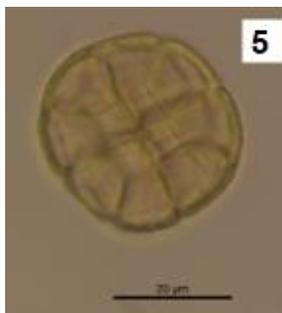
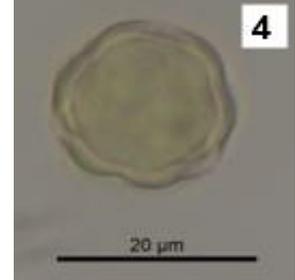
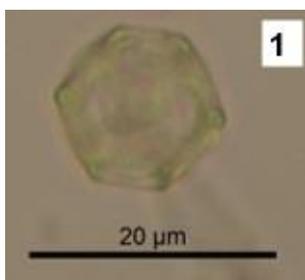
ZANELLA, F. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, v. 31, n. 5, p. 579-592, 2000.

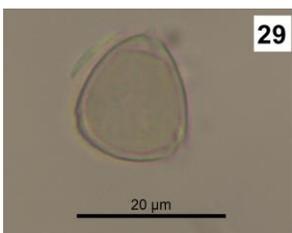
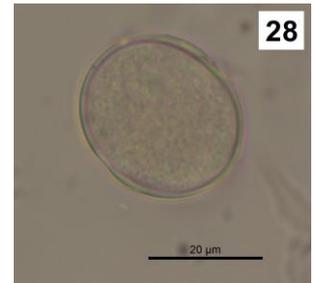
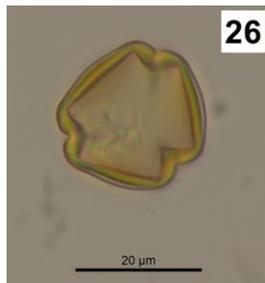
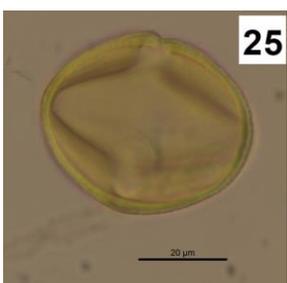
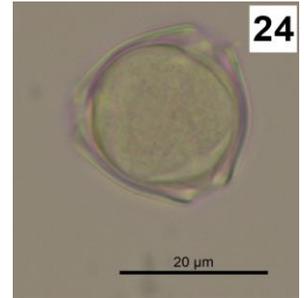
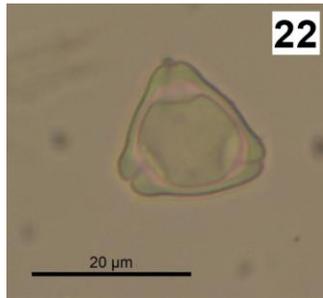
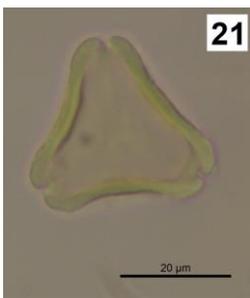
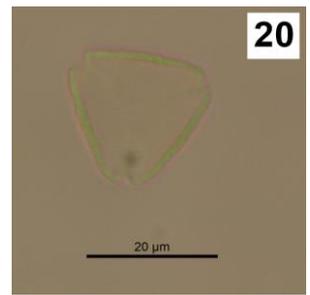
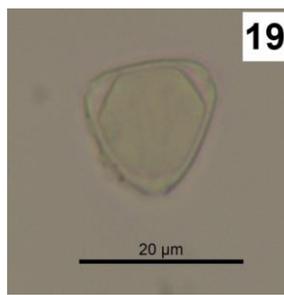
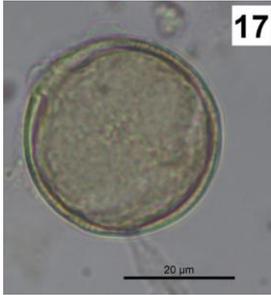
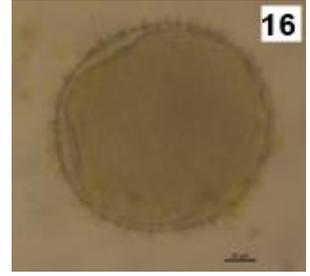
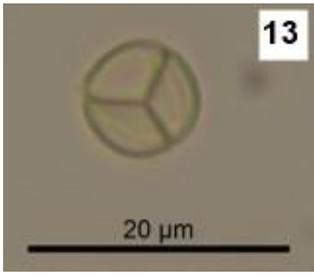
ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5. Ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. 944 p.

ANEXO 1: Tipos polínicos coletados por forrageiras de néctar e pólen da abelha *Melipona subnitida*. A letra N indica néctar e a P indica pólen.

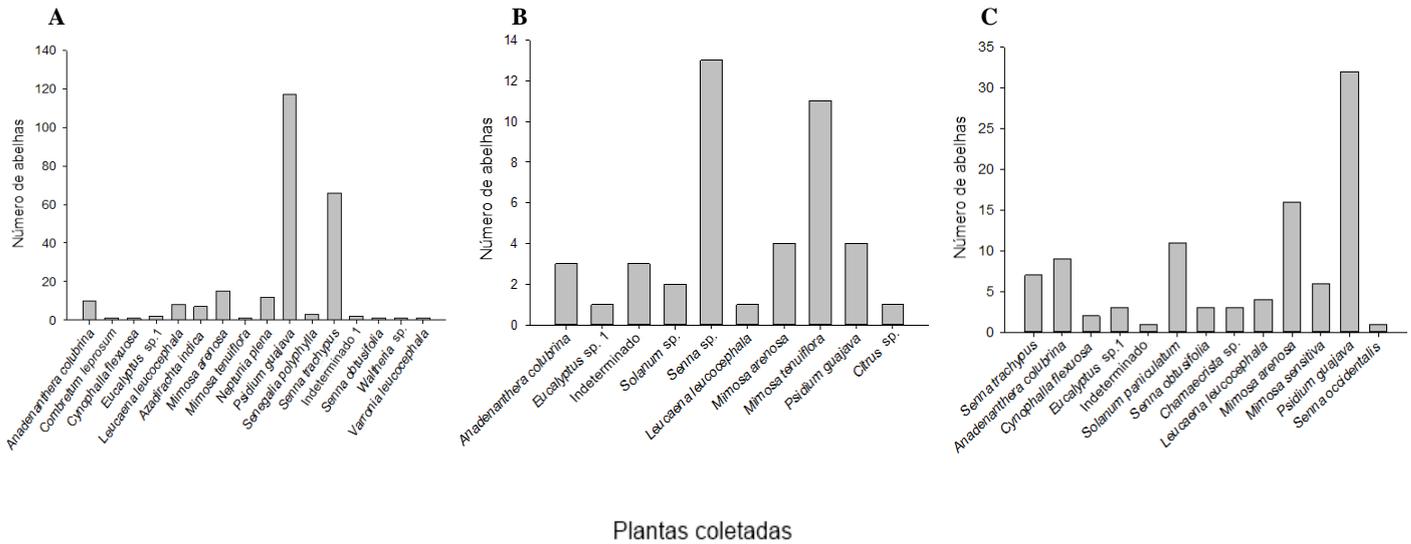
Famílias	Espécies	Nome popular	Recursos coleados	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Quebra- panela	N	P
Boraginaceae	<i>Varronia leucocephala</i> (Moric.) J.S.Mill.	Moleque-duro		P
Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	Feijão-bravo		P
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	N	P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenam	Angico	N	P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Espinheiro	N	P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Jurema-preta	N	P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir	Calumbi	N	P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	Dorme-dorme		P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena		P
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Matapasto		P
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Senna</i> sp.			P
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	Dormiteira		P
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Fedegoso		P
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Chamaecrista</i> sp.			P
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.		N	P
Malvaceae	<i>Waltheria</i> sp.		N	P
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim		P
Myrtaceae	Indeterminado		N	P
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira		P
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp. 1			P
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp. 2		N	P
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.			P
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.			P
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba		P
	Indeterminado 1			P
	Indeterminado 2		N	
	Indeterminado 3		N	
	Indeterminado 4		N	

ANEXO 2: Grãos de pólen identificados nas forrageiras de néctar e pólen da abelha *Melipona subnitida*. **1)** *Alternanthera tenella* **2)** *Varronia leucocephala* **3)** *Cynophalla flexuosa* **4)** *Combretum leprosum* **5)** *Anadenanthera colubrina* **6)** *Senegalia polyphylla* **7)** *Mimosa tenuiflora* **8)** *Mimosa arenosa* **9)** *Neptunia plena* **10)** *Leucaena leucocephala* **11)** *Senna obtusifolia* **12)** *Senna* sp. **13)** *Mimosa sensitiva* **14)** *Senna occidentalis* **15)** *Chamaecrista* sp., **16)** *Sida* sp., **17)** *Waltheria* sp. **18)** *Azadirachta indica* **19)** Indeterminado **20)** *Psidium guajava* **21)** *Eucalyptus* sp. 1 **22)** *Eucalyptus* sp. 2, **23)** *Citrus* sp., **24)** *Solanum* sp. **25)** *Solanum paniculatum*, **26)** Indeterminado 1 **27)** Indeterminado 2 **28)** Indeterminado 3 **29)** Indeterminado 4.



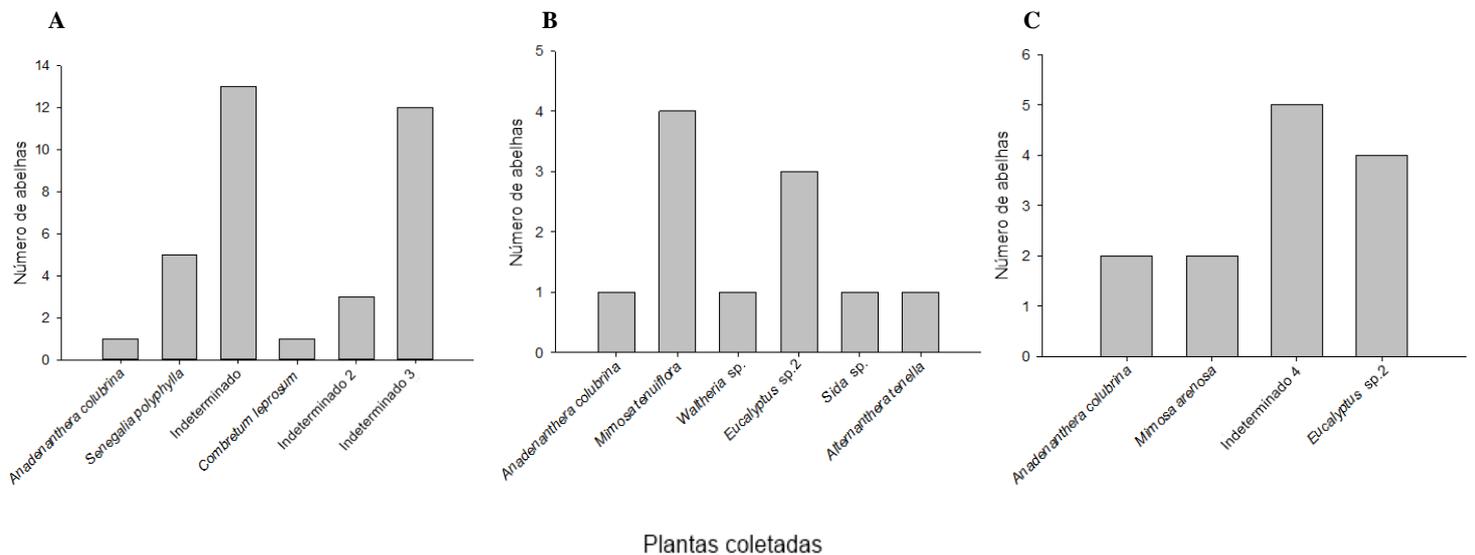


ANEXO 3: Número de abelhas forrageiras de pólen que coletaram recursos em determinada espécie de planta. **A)** Área urbana (Mossoró/RN) **B)** Área natural de Caatinga (Mossoró/RN) e **C)** Brejo de Altitude (Martins/RN).



Plantas coletadas

ANEXO 4: Número de abelhas forrageiras de néctar que coletaram recursos em determinada espécie de planta. **A)** Área urbana (Mossoró/RN) **B)** Área natural de Caatinga (Mossoró/RN) e **C)** Brejo de Altitude (Martins/RN).



Plantas coletadas