



Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

KAMILA DE SOUSA LEÃO

**MANEJO DE *SCAPTOTRIGONA* SP. (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINI)
PARA POLINIZAÇÃO DA RAMBUTEIRA (*NEPHELIUM LAPPACEUM* L.)**

Belém
2014

KAMILA DE SOUSA LEÃO

**MANEJO DE *SCAPTOTRIGONA* SP. (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINI)
PARA POLINIZAÇÃO DA RAMBUTEIRA (*NEPHELIUM LAPPACEUM* L.)**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Giorgio Cristino Venturieri

Co-Orientador: Prof. Dr. Felipe Andrés León Contrera

**Belém
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) –
Biblioteca Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural / UFPA, Belém-PA

Leão, Kamila de Sousa

Manejo de *Scaptotrigona* sp. (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) para polinização da rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.) / Kamila de Sousa Leão; orientador, Giorgio Cristino Venturieri; coorientador, Felipe Andrés León Contrera - 2014..

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Embrapa Amazônia Oriental, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2014.

1. Abelha sem ferrão. 2. Polinização. 3. Fenologia. 4. Rambutan. I. Título

CDD – 22.ed. 638.1

KAMILA DE SOUSA LEÃO

**MANEJO DE *SCAPTOTRIGONA* SP. (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINI)
PARA POLINIZAÇÃO DA RAMBUTEIRA (*NEPHELIUM LAPPACEUM* L.)**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.
Área de concentração: Produção Animal.

Data da aprovação. Belém - PA: ____/____/____

Banca Examinadora

Dr. Giorgio Cristino Venturieri - Orientador
Embrapa Amazônia Oriental-EMBRAPA-CPATU

Dra. Patrícia Maia Correia de Albuquerque - Membro Titular
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Dr. Túlio Marcos Nunes - Membro Titular
Universidade de São Paulo/Ribeirão Preto - USP

À minha vó “**Yó**” (*in memoriam*)
que sempre acreditou e incentivou a educação de seus filhos e netos;

À minha vó **Hilda**
que não mediu esforços para manter com dignidade sua família;

Ao meu pai **Jason Leão**
que com seu suor, me proporcionou estudar e chegar até aqui;

À minha mãe **Maria do Socorro Luz**
por todo o carinho e atenção em todas as etapas de minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus por nunca me abandonar;

À Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio institucional;

Ao Dr. Giorgio Cristino Venturieri, pelos ensinamentos, orientação, apoio logístico, paciência e amizade;

Ao Dr. Felipe Andrés León Contrera (UFPA), pela orientação, pelas sugestões, que muito contribuíram com este trabalho;

Ao Dr. Cristiano Menezes pelas conversas, conselhos e agradável convivência;

Ao Sr. Eduardo Seko pela concessão da área para estudo;

Ao Richard d'e Nixon Raiol Leão pelo companheirismo constante em todos os momentos, pelo apoio durante a realização deste trabalho e pelas críticas construtivas;

À minha irmã Karina Leão pelo carinho e ajuda nos momentos difíceis e a Maria de Fátima Dias (Fafá) pelo incondicional apoio durante todos estes anos;

À equipe de abelhas da Embrapa Amazônia Oriental, José Alves da Rocha, Lorival Juracy Lucas e Ana Carolina Martins de Queiroz pelo apoio constante e imprescindível na realização deste trabalho... Muito obrigada!

Ao Amigo Peter Hans Muller por todo o incentivo e por ter me conduzido para esse mundo... “O mundo das Abelhas”;

Aos amigos abelhudos, pelo apoio e colaboração durante a condução das atividades, em especial a Jamille Veiga pela amizade, pelas críticas construtivas, pelo apoio estatístico e pela competência, a Janete Gomes pela amizade, disponibilidade e auxílio em campo, à Joyce Teixeira e Elisângela Rêgo pela convivência, conversas e amizade;

Aos amigos do Rêgo Barros: Igor Shimada, Roger Amaral, Jessica Gomes, Camila Menezes e Carolina Lima por sempre acreditarem em mim e em especial ao meu grande amigo de ontem, hoje e sempre, Peterson Barreto, por se fazer presente em todas as etapas de minha vida;

Aos apicultores e meliponicultores da Apisal: Orlando Marrom, Douglas Schwanke (e família), Luís Carlos (Gordo), Elder (Rato), Canela e todos os demais... pelo amor as abelhas, pelos ensinamentos no início de tudo, por sempre me receberem muito bem e pela amizade;

Aos amigos revolucionários da UFRA, Jorge Quaresma, João Paulo Leão (JP), Magda Franciane, Juliane Brito, Acácio Melo, Jairo Bastos, Bianca Holanda, Fernanda Carvalho (Nanda) e Ana Carolina Costa (Aninha) e em especial ao José Maria Sacramento (Zeca) que além de amigo foi um excelente professor (mesmo antes de o ser) me proporcionando ricas

trocas de conhecimento a respeito da Agroecologia e do Movimento Estudantil. Obrigada!
Vocês foram fundamentais na formação da pessoa que sou hoje;

À minha amiga Giselle Nerino, pela amizade sólida construída nestes últimos anos;

Ao amigo Eduardo Cardoso Rodrigues (*in memoriam*) pelo incentivo, pelos momentos de descontração, pelas vibrações positivas sempre;

À todos os meus familiares, pelo incentivo e compreensão pelas minhas constantes ausências. Em especial a minha querida tia Mariléia Tembra por sempre acreditar e torcer por mim. À tia Cinthya Leão pela referência e pelo apoio na correção do projeto de pesquisa. E ao tio José Luís Luz (Zeca) pelo apoio na impressão desta dissertação.

Ao Sr. Nonato e Sra. Patrícia pelo carinho, hospitalidade e generosidade com que me receberam na sua casa durante a execução deste trabalho;

À Capes, pela concessão da bolsa;

À FAPESPA e CNPQ (Projeto Bionorte), pelo apoio financeiro;

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Os meliponíneos são excelentes opções de insetos para serem manejados e utilizados na polinização de culturas agrícolas. O presente trabalho teve como objetivo geral manejar abelhas sem ferrão do gênero *Scaptotrigona* para incremento da polinização da rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.). Foi utilizada *Scaptotrigona* sp. como modelo experimental. O primeiro capítulo focou a questão da fenologia da planta. Foi estudado o período de ocorrência e a duração dos estádios fenológicos da floração e frutificação do rambotã, em ambiente agrícola. Foi concluído que a floração da rambuteira no Estado do Pará ocorre em dois períodos no ano e a duração média de todo o ciclo reprodutivo da rambuteira nos dois anos de estudo foi de 123 e 128 dias, respectivamente. O segundo capítulo teve como objetivo avaliar se a introdução de colmeias de abelhas *Scaptotrigona* sp. promove o aumento da frutificação da rambuteira. Foi concluído que não ocorreu diferença significativa na frutificação efetiva do rambotã com a presença de abelhas, contudo, a abelha *Scaptotrigona* sp. apresentou altos índices de fidelidade polínica as flores do rambotã. Por fim, o terceiro capítulo foi focado em um ponto específico da criação de abelhas. Foi testado um modelo de caixa para criação de *Scaptotrigona* sp., avaliando aspectos como adaptação biológica e manejo das colônias. Estudou-se também seu desempenho em relação à um modelo de caixa cabocla. Foi demonstrado que a caixa testada (Embrapa) apresentou resultados satisfatórios, podendo por tanto ser utilizada na criação racional desta espécie.

Palavras chaves: Abelhas sem ferrão. *Nephelium lappaceum*. Polinização. Fenologia.

ABSTRACT

Meliponini bees can be easily kept and they are important crop pollinators. This study aimed to manage a *Scaptotrigona* species to improve pollination in rambutan trees (*Nephelium lappaceum* L.). The first chapter analysed the phenological development (flowering and fruit phases) in rambutan crop. Two blossom periods per year were identified. The average cycle duration (from anthesis to harvest fruit point) was 123-128 days. The objective of the second chapter was evaluate the effect of *Scaptotrigona* sp. nests in rambutan fruit set. There were not significantly differences on rambutan fruit set upon bee presence or absence, although *Scaptotrigona* sp. presented high index of pollen fidelity to rambutan. The last chapter focused on a specific question about stingless beekeeping. It was tested whether a rational hive model (Embrapa) was better than a traditional hive (cabocla) for *Scaptotrigona* sp. management, by evaluating certain aspects, such as biological adaptation and management, . It was found that the studied hive (Embrapa) is a suitable model to rational creation of *Scaptotrigona*.

Key words: Stingless bees. *Nephelium lappaceum*. Pollination. Phenology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1 AS ABELHAS SEM FERRÃO	11
1.2 AS ABELHAS CANUDO	11
1.3 USO DE ABELHAS NA POLINIZAÇÃO.....	12
1.4 A RAMBUTEIRA	14
REFERÊNCIAS	17
2 ARTIGO I - FENOLOGIA DA FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO DA RAMBUTEIRA (NEPHELIUM LAPPACEUM L.) NO ESTADO DO PARÁ, BRASIL	22
2.1 RESUMO	23
2.2 ABSTRACT	24
2.3 INTRODUÇÃO	25
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.4.1 ÁREA DE ESTUDO	26
2.4.2 FENOLOGIA	27
2.4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
2.6 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32
3 ARTIGO II - USO DA ABELHA SEM FERRÃO SCAPTOTRIGONA SP. NA POLINIZAÇÃO DE RAMBOTÃ (NEPHELIUM LAPPACEUM L.) EM AMBIENTE AGRÍCOLA	34
3.1 RESUMO.....	35
3.2 ABSTRACT	36
3.3 INTRODUÇÃO	37
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.4.1 ÁREA DE ESTUDO	38
3.4.2 AVALIAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA.....	40
3.4.3 AS ABELHAS	40
3.4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
3.5 RESULTADOS	42

3.5.1 AVALIAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA.....	42
3.5.2 AS ABELHAS	43
3.6 DISCUSSÃO	45
3.7 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	47
4 ARTIGO III - AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DA ABELHA CANUDO SCAPTOTRIGONA SP. (APIDAE, MELIPONINI) EM DOIS MODELOS DE CAIXA DE CRIAÇÃO PADRONIZADA	50
4.1 RESUMO	51
4.2 ABSTRACT	52
4.3 INTRODUÇÃO	53
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	55
4.4.1 ÁREA DE ESTUDO E DETALHES DA POPULAÇÃO ESTUDADA	55
4.4.2 AS CAIXAS	56
4.4.3 PARÂMETROS ANALISADOS.....	58
4.4.3.1 Análise numérica dos componentes do ninho	58
4.4.3.2 Ocupação da caixa	59
4.4.3.3 Manejo	59
4.4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
4.5 RESULTADOS	60
4.5.1 ANÁLISE NUMÉRICA DOS COMPONENTES DO NINHO.....	60
4.5.2 OCUPAÇÃO DA CAIXA	62
4.5.3 MANEJO.....	63
4.6 DISCUSSÃO	66
4.7 CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 AS ABELHAS SEM FERRÃO

Os meliponíneos ou abelhas sem ferrão são insetos eusociais, de grande diversidade e ampla distribuição geográfica, ocorrendo em regiões tropicais e subtropicais da Terra, ocupando praticamente toda a América Latina e África, além do sudeste asiático e norte e nordeste da Austrália (MICHENER, 2007). Entretanto, é nas Américas que grande parte da diversidade de espécies ocorre. São aproximadamente 400 espécies, conforme catalogação de Camargo e Pedro (2007).

Nas Américas, o conhecimento sobre as abelhas sem ferrão e a meliponicultura (criação de abelhas sem ferrão) é muito antigo quando comparado com as atividades envolvendo as abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 nesse continente (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

Há muito tempo, povos indígenas de diversos territórios se relacionam com os meliponíneos, seja estudando-os, criando-os de forma rústica ou explorando-os de modo predatório (CAMARGO; POSEY, 1990). Entretanto, muito do conhecimento adquirido pelos indígenas a respeito da criação dessas abelhas foi, em grande parte, perdido ou está em declínio (VILLANUEVA-G; ROUBIK; COLLI-UCAN, 2005). Dessa forma, hoje pouco se conhece a respeito das características biológicas, ecológicas e produtivas das espécies amazônicas se considerarmos a grande diversidade existente na região.

Estas abelhas além de serem fundamentais para a polinização da flora nativa (ROUBIK, 1989), também apresentam grande potencial para produção de mel, pólen e própolis (SOUSA et al., 2009; VENTURIERI; RAIOL; PEREIRA, 2003; VENTURIERI, 2008; VENTURIERI, et al., 2012), para o lazer e entretenimento (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006), para a polinização de plantas de interesse econômico (AMANO; NEMOTO; HEARD, 2000; HEARD, 1999; SLAA et al., 2006; VENTURIERI, et al., 2012) e, mais recentemente, como instrumento de conscientização, utilizado na educação ambiental (FREITAS et al., 2007; PEREIRA, et al., 2008; SÁ; PRATO, 2007).

1.2 AS ABELHAS CANUDO

Dentro do diverso grupo das abelhas sem ferrão, destaca-se o gênero *Scaptotrigona* (Moure, 1942), que compreende cerca de 22 espécies distribuídas pela região neotropical

(CAMARGO; PEDRO, 2007). As abelhas desse gênero apresentam uma grande diversidade de formas, muitas delas constituindo complexos de difícil separação (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

São descritas nove espécies deste gênero no Brasil, e dentre elas cinco ocorrem no Estado do Pará: *Scaptotrigona affabra* (Moure, 1989), *S. bipunctata* (Lepelletier, 1836), *S. polysticta* (Moure, 1950), *S. postica* (Latreille, 1807) e *S. tubiba* (Smith, 1863) (CAMARGO; PEDRO, 2007). Contudo, ainda existe um grande número de espécies não descritas em todas as regiões brasileiras (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

Os ninhos das abelhas do gênero *Scaptotrigona* são comumente encontrados em cavidades de troncos de grandes árvores (LIMA; SILVESTRE; BALERTIERI, 2013; NOGUEIRA-NETO, 1997; ROUBIK, 2006; WILLE; MICHENER, 1973; WILLE, 1983). A entrada dos ninhos é caracterizada por um tubo de cerume de comprimento variável dependendo da espécie (LIMA; SILVESTRE; BALERTIERI, 2013). Internamente, observam-se células de cria arranjadas em favos horizontais, formando placas que se sobrepõem (NOGUEIRA-NETO, 1997), com lamelas de cerume envolvendo os discos de cria, constituindo o invólucro, que tem função de termoregulação (ENGELS et al., 1995; ZUCCHI; SAKAGAMI, 1972).

Os alimentos, pólen e mel, são armazenados separadamente em potes ovalados, construídos com cerume e agrupados nas laterais do ninho (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; MICHENER, 2007; NOGUEIRA-NETO, 1997). Normalmente, as colônias possuem apenas uma rainha fecundada, centenas a milhares de operárias, machos e rainhas virgens, apresentando uma população que varia de 2.000 a 50.000 abelhas (LINDAUER; KERR, 1960). Reconhecidamente, apresentam potencial para produção de mel, pólen e própolis (FERREIRA; REBELLO, 2005; VENTURIERI; IMPERATRIZ-FONSECA, 2000).

1.3 USO DE ABELHAS NA POLINIZAÇÃO

A interação estabelecida entre abelhas e plantas tem sua origem reportada para o período cretáceo e conduziu ao longo do tempo evolutivo a dependência recíproca entre ambos os grupos (BAWA, 1990; THOMPSON, 1994). As abelhas dependem primariamente do néctar e pólen produzidos pelas plantas como fontes de proteína e carboidratos, enquanto as plantas têm na visita das abelhas as flores, uma possibilidade de formação de sementes (SIMPSON; NEFF, 1981; ROUBIK, 1989; ROUBIK, 1993).

Uma vasta lista de plantas cultivadas depende totalmente de polinizadores ou se beneficiam com suas visitas (HEARD, 1999; KLEIN et al., 2007; NOGUERA-COUTO; COUTO, 2007; MC-GREGOR, 1976). Cerca de 73% das culturas dependem, em algum grau, da polinização animal e as abelhas constituem-se como os principais polinizadores (FAO, 2004; GALLAI et al., 2009).

Apesar de ocorrer uma variação considerável no nível de dependência de polinizadores, na maioria das culturas estudadas a produtividade aumenta significativamente com a presença das abelhas (ANTUNES et al., 2007; FREITAS, 1995; FREITAS; PAXTON, 1998; FREITAS et al., 1999; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012; MALERBO-SOUZA et al., 2003; RIZZARDO et al., 2012; ROUBIK, 2002). Assim, os serviços comerciais de polinização agrícola, providos por polinizadores manejados, se tornaram realidade em diversos países.

Nos EUA, por exemplo, os agricultores investem cerca de US\$ 150 milhões anualmente na contratação de serviços de polinização, oferecidos principalmente por apicultores que alugam e transportam colônias de *A. mellifera* durante o período de floração de suas culturas (COMMITTEE ON THE STATUS OF POLLINATORS IN NORTH AMERICA, 2007). Na Europa, são comercializadas por ano mais de 1.000.000 de colônias de mamangavas (*Bombus* spp.) para polinização em estufas, principalmente de tomates (VELTHUIS; VAN DOORN, 2006).

No Brasil a abelha exótica *A. mellifera*, configura-se como o polinizador mais utilizado em campo para serviços de polinização, visto que sua técnica de criação é dominada, sendo a única espécie atualmente disponível em larga escala (FREE, 1993; MORAIS et al., 2012). O uso desta abelha para polinização já está incorporado aos sistemas de produção agrícola de duas culturas de grande valor econômico, a da maçã (*Malus domestica* Borkh.) em Santa Catarina e do melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste (FREITAS, 1995; FREITAS, 2002).

Contudo, o Brasil apresenta uma enorme diversidade de espécies de abelhas sem ferrão (CAMARGO; PEDRO, 2007; HEARD, 1999; ROUBIK, 1995), que também formam colônias populosas, apresentam ampla distribuição geográfica, são resistentes à manipulação e têm a possibilidade de serem multiplicadas em larga escala (SLAA et al., 2006; NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2007; ROUBIK, 2006).

A primeira revisão detalhada sobre o papel das abelhas sem ferrão na polinização de culturas agrícolas foi apresentada por Heard (1999). Segundo esse autor, abelhas da espécie *Trigona thoracica* Smith, 1857 (hoje denominada *Scaptotrigona pectoralis* (Dalla Torre,

1896)), por exemplo, são polinizadores eficientes de culturas como Coco (*Cocos nucifera* L.) e Carambola (*Averrhoa carambola* L.). Slaa et al. (2006), também descreveram os efeitos benéficos do uso de abelhas sem ferrão na polinização de 18 culturas agrícolas.

Pesquisas recentes têm demonstrado que os meliponíneos também são polinizadores efetivos em ambientes fechados e podem, portanto, ser uma alternativa valiosa para a polinização comercial de diversas culturas, como por exemplo Tomate (*Solanum lycopersicum* L.), Morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) e Beringela (*Solanum melongena* L.) (DEL SARTO; PERUQUETTI; CAMPOS, 2005; MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; NUNES-SILVA, et al., 2013; VENTURIERI, et al., 2010; WITTER et al., 2012).

Apesar da eficiência dos meliponíneos como polinizadores de diversas culturas agrícolas, para atender as atuais e as futuras demandas para o uso dessas abelhas como polinizadores, ainda há a necessidade de se avançar em vários aspectos. Entre eles, destaca-se a produção de colônias em larga escala, sendo necessário para isso criá-las de forma racional, em caixas padronizadas, que facilitem a sua multiplicação e o seu manejo de forma geral (VENTURIERI, et al., 2012).

Muitas culturas ainda precisam de estudos sobre suas relações com polinizadores, principalmente no que se refere a informações chave, como o efeito da polinização na formação dos frutos. Dentre essas culturas, a rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.), árvore perene, que produz um fruto chamado de rambotã (VAN WELZEN; VERHEIJ, 1991 apud TINDALL, 1994), apresenta apenas estudos pontuais sobre sua polinização.

1.4 A RAMBUTEIRA

A rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.) é uma fruteira tropical, membro da família Sapindaceae, intimamente relacionado com a Lichia (*Litchi chinensis* Sonn.), é considerada nativa do Oeste da Malásia e da ilha de Sumatra (Indonésia), o rambotã pode ser considerado um dos frutos mais promissores para os trópicos úmidos (ALMEYDA; MALO; MARTIN, 1979; VAN WELZEN; VERHEIJ, 1991 apud TINDALL, 1994).

Atualmente ela é cultivada na Ásia (Indonésia, Malásia, Filipinas, Tailândia, Cingapura, Sri Lanka, China, Índia e Vietnã), na Oceania (Austrália, Nova Zelândia e Fiji) na África (África do sul, Madagáscar e Zaire), na América do Norte (EUA: Flórida e do Havaí), na América Central (Costa Rica, Panamá e Ilhas do Caribe) e na América do Sul (Brasil e Guiana Francesa) (TINDALL, 1994). No Brasil, a planta do rambotã foi introduzida nos anos

de 1970, no Estado do Pará, e posteriormente no Estado da Bahia (SACRAMENTO et al., 2009).

O maior Estado produtor de rambotã no Brasil é a Bahia (região de Itabuna/Ilhéus), e o maior mercado consumidor, São Paulo. A maior oferta de rambotã ocorre durante os meses de maio, junho e julho, sendo a Bahia responsável por quase a totalidade dessa oferta, que conta com a pequena participação do Pará, no mês de maio. A Produção anual no Pará situa-se entre 100t e 120t, sendo o município de Marituba o maior produtor do Estado, responsável por 45% da produção (SACRAMENTO et al., 2009).

O rambotã é usado principalmente como uma fruta de sobremesa fresca, assim como acontece com muitos outros frutos tropicais. A parte comestível é o arilo, que envolve uma única semente. O arilo é branco e translúcido. A textura é firme, mas suculento, variando de doce a levemente ácido. É uma excelente fonte de vitamina C e carboidratos, devido ao seu elevado teor de açúcar (ALMEYDA; MALO; MARTIN, 1979).

A rambuteira apresenta floração abundante, e para a maioria das cultivares existentes, a polinização cruzada é fator preponderante para produção econômica de frutos (CHIN; MUCHJAJIB; WATSON, 1994; SHIVARAMU; SAKTHIVEL; RAMI-REDDY, 2012). De modo geral, a sua polinização é realizada, com maior eficiência, pelos insetos que transportam e dispersam o pólen, promovendo adequada frutificação efetiva (UJI, 1987; SHIVARAMU; SAKTHIVEL; RAMI-REDDY, 2012).

Três tipos de flores podem ser observadas em árvores de rambotã durante a floração: (1) Flores masculinas, que possuem entre cinco e sete estames. (2) Flores hermafroditas funcionalmente femininas que apresentam ovário bilocular, com estigma bífido no topo e estaminóides ao redor do ovário. (3) Flores hermafroditas funcionalmente masculinas, que apresentam seis estames bem desenvolvidos na base de um ovário não funcional (VALMAYOR et al., 1970 apud TINDALL, 1994).

As plantas de rambotã podem ser monóicas ou dióicas. Se a propagação for feita por sementes, algumas das plântulas (25-50%) se desenvolvem em árvores masculinas que não geram frutos. No entanto, se a propagação for feita por enxertia, as plantas podem apresentar flores hermafroditas funcionalmente femininas misturadas com uma porcentagem muito pequena (< 1,0%) de flores hermafroditas funcionalmente masculinas (DICTIBALIS, 2002).

A maioria das cultivares foram selecionadas por sua alta porcentagem de flores hermafroditas funcionalmente femininas e baixo percentual de flores hermafroditas funcionalmente masculinas (NAKASONE; PAULL, 1998).

As inflorescências da rambuteira são amarelo-esverdeadas, agrupadas em panículas de até 30 cm. Nas plantas masculinas as panículas apresentam em média 3000 flores, e nas plantas hermafroditas as panículas apresentam aproximadamente de 200 a 800 flores. No pico da floração abrem em média 500 flores por panícula (CHIN; MUCHJAJIB; WATSON, 1994).

A maioria das flores abrem pela manhã (6:30 h), mas algumas continuam abrindo durante o dia. O néctar está disponível a partir da antese em ambos os tipos de flores. Na flor masculina a deiscência das anteras se dá a partir das 08h30, liberando cerca de 900 grãos de pólen por antera (CHIN; PHON, 1982; CHIN; MUCHJAJIB; WATSON, 1994). Essas flores apresentam uma ampla gama de visitantes florais quando seus nectários estão expostos.

Vários trabalhos têm demonstrado a presença de espécies de abelhas visitando as flores de rambotã (PHOON, 1984 apud FREE, 1993; UJI, 1987; HEARD, 1999; SHIVARAMU; SAKTHIVEL; RAMI-REDDY, 2012). Segundo Phoon (1984 apud Free 1993), os visitantes mais frequentes na Málacia foram *Apis cerana* Fabricius, 1793 e *Trigona spp.* entre os himenópteros. Na Indonésia, Uji (1987) encontrou quatro espécies de *Trigona spp* e *Apis cerana indica* como potenciais polinizadores para esta cultura. Na Índia, *A. cerana* e *T. iridipennis* foram registradas como importantes polinizadores do rambotã (SHIVARAMU; SAKTHIVEL; RAMI-REDDY, 2012).

Neste contexto, o objetivo geral desse estudo foi manejar abelhas sem ferrão da espécie *Scaptotrigona sp.* a fim de incrementar a polinização da rambuteira (*N. lappaceum* L.) na Amazônia Oriental.

Dentro desse contexto geral, três questões foram investigadas:

I - Qual o período de ocorrência e a duração dos estádios fenológicos da floração e frutificação da rambuteira no Estado do Pará?

II - A introdução de colmeias de abelhas *Scaptotrigona sp.* promove o aumento na frutificação efetiva da rambuteira?

III - Como as abelhas *Scaptotrigona sp.* se comportam em dois modelos de caixa padronizada?

Dessa forma, a dissertação foi estruturada em três capítulos, cada um deles referente às perguntas acima:

Capítulo I - Fenologia da floração e frutificação da rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.) no Estado do Pará, Brasil

Capítulo II - Uso da abelha sem ferrão *Scaptotrigona* sp. na polinização de rambotã (*Nephelium lappaceum* L.) em ambiente agrícola

Capítulo III - Avaliação do desenvolvimento de colônias da abelha canudo *Scaptotrigona* sp. (Apidae, Meliponini) em dois modelos de caixa de criação padronizada

REFERÊNCIAS

- ALMEYDA, N.; MALO, S. E; MARTIN, F. W. The rambutan. In: **Cultivation of neglected tropical fruits with promise**. Department of Agriculture Science and Education Administration – USDA, 1979. p. 1-11.
- AMANO, K.; NEMOTO, T.; HEARD, T. A. What are Stingless Bees, and Why and How to Use Them as Crop Pollinators? A Review. **JARQ**, v.34, n.3, p. 183-190, 2000.
- ANTUNES, O. T. et al. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, n. 25, p. 094-099, 2007.
- BAWA, K. S. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.21, p. 399-422, 1990.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. p. 475- 495.
- CAMARGO, J. M. F.; POSEY, D. A. O conhecimento dos Kayapó sobre as Abelhas Sociais sem Ferrão (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera). **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia**, v.6, n.1, p. 17- 42, 1990.
- CHIN, H. F.; PHOOW, A. C. G. A Scanning Electron Microscope Study of Flowers of Carambola, Durian and Rambutan. **Pertanika**, v.5, n. 2, p. 234-239, 1982.
- CHIN, H. F.; MUCHJAJIB, S.; WATSON, B. J. Botany, physiology, genetics and cultivars. In: TINDALL, H.D. **Rambutan Cultivation**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. p. 16-36.
- COMMITTEE ON THE STATUS OF POLLINATORS IN NORTH AMERICA**, Status of Pollinators in North America. National Academies Press, Washington, DC, 2007.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n.2, p. 275–292, 2006.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. Evaluation of the Neotropical Stingless Bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as Pollinator of Greenhouse Tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

DICTIBALIS, Y. **Rambutan: Improving Yield and Quality**. Queensland: Rural Industries Research and Development Corporation, 2002. 59 p.

ENGELS, W.; ROSENKRANZ, P.; ENGELS, E. Thermoregulation in the nest of the Neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica* and a hypothesis on the evolution of temperature homeostasis in highly eusocial bees. **Stud. Neotrop**, Fauna Environ, v. 30, p. 193–205, 1995.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P (Org.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, UFC, 2004. p. 19 -25.

FERREIRA, J. B.; REBELLO, J. F. Belterra: O paraíso das abelhas indígenas sem ferrão. **Revista Mensagem Doce**, n. 83, p.12-19, 2005.

FREE, J. B. **Insect Pollination of Crops**. 2. Ed. NY: Academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197f. PhD thesis - Wales: University of Wales, 1995.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, n. 35, p. 109-121, 1998.

FREITAS, B. M. et al. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, n. 133, p. 303-311, 1999.

FREITAS, B. M. et al. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil. In: KEVAN, P. et al. (Org.). **Pollinating Bees: The conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministry of Environment, 2002. p. 229-244.

FREITAS, G. S. et al. Abelhas para a Melhor Idade: Curso de Meliponíneos, Alfabetização Técnica para a Conservação. **Bioscience Journal**, n. 23, p. 82-88, 2007.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua Importância no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuições e**

Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo: Edusp, 2012. p. 103-118.

GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n.3, p. 810-821, 2009.

HEARD, T. A. The Role of Stingless Bees in Crop Pollination. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 183-206, 1999.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação.** Belo Horizonte: Fundação Acangauá, 1996. 144 p.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society**, v. 274, p.303–313, 2007.

LIMA, F. V. O.; SILVESTRE, R.; BALERTIERI, J. B. P. Nest Entrance Types of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae) in a Tropical Dry Forest of Mid-Western Brazil. **Sociobiology**, v.60, n.4, p. 421-428, 2013.

LINDAUER, M.; KERR, W. E. Communication between the workers of stingless bees. **Bee World**. n. 41, p. 29-41 e 65-71, 1960.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) Be Effective as Strawberry Pollinator in Greenhouses?. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, n. 7, p. 771-773, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T. et al. Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 272-278, 2003.

MC-GREGOR, S. E. **Insect Pollination of Cultivated Crop Plants.** Washington :USDA, 1976. 849 p.

MICHENER, C. D. **The bees of the World.** 2 ed. Baltimore: John Hopkins, 2007. 918 p.

MORAIS, M. M. et al. Perspectivas e Desafios para o Uso das Abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. et al. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuições e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais.** São Paulo: Edusp, 2012. p. 203-212.

NAKASONE, H. Y; PAULL, R. E. **Tropical fruits.** New York-USA: CAB International, 1998. 445 p.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446 p.

NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Utilização de Polinizadores na Conservação e Sustentabilidade da Agricultura. **Mensagem Doce**, n. 90, p. 12-15, 2007.

NUNES-SILVA, P. et al. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, n. 5, p. 537-546, 2013.

PEREIRA, C. D. et al. Curso de meliponicultura, uma reflexão sobre a experiência concreta no ensino e uso sustentável da diversidade de abelhas na Amazônia. **Arquivos do Mudi**, v.12, n.2.3, p.43-49, 2008.

RIZZARDO, R. A. G. et al. *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v.84, n.4, p.1137-1145, 2012.

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

ROUBIK, D. W. Direct costs of forest reproduction, bee-cycling and the efficiency of pollination modes. **Journal Biosciences**. v.18, p. 537–552, 1993.

ROUBIK, D. W. **Pollination of Cultivated Plants in the Tropics**. Rome: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1995.

ROUBIK, D. W. Feral African bees augment neotropical coffee yield. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ- FONSECA, V. L. (Org.). **Pollinating Bees: The Conservation Link Between Agriculture and Nature**. Brasília: Ministry of Environment, 2002. p. 255-266.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, p. 124-143, 2006.

SÁ, N. P.; PRATO, M. Conhecendo as Abelhas: um Projeto de Ensino. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 107-110, 2007.

SACRAMENTO, C. K. et al. Rambotã. In: SANTOS-SEREJO, J.A. et al. (Org.) **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 403-422.

SHIVARAMU, K.; SAKTHIVEL, T.; RAMI REDDY, P. V. Diversity and foraging dynamics of insect pollinators on rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 18, n. 2, p. 158-160, 2012.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas do Brasil: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte: Edição eletrônica, 2002. 253 p.

SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.68, p.301-322, 1981.

SLAA, E. J. et al. Stingless Bees in Applied Pollination: Practice and Perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

SOUZA, L. et al. Preservação e Manejo Sustentável de Abelhas sem Ferrão no Estado da Bahia: Capacitação para a Sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, p. 114-117, 2009.

TINDALL, H. D. **Rambutan cultivation**. Rome: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1994. 163 p.

- THOMPSON, J. N. **The coevolutionary Process**. Chicago: Univ. **Chicago Press**, 1994. 376 p.
- UJI, T. Penyerbukan pada rambutan (*Nephelium lappaceum* var. *lappaceum*). **Berita Biol.** v.3, p. 31–34, 1987.
- VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumble bee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. **Apidologie**, v. 37, n.4, p. 421-451, 2006.
- VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *Scaptotrigona nighohirta* e *Melipona melanoventer* (Apidae: Meliponinae): espécies amazônicas com potencialidades para a meliponicultura. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 04., Ribeirão Preto. **Anais...** 2000. p. 356.
- VENTURIERI, G. C.; RAIOL, V. F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os Agricultores familiares de Bragança, PA, Brasil. **Biota Neotropical**, v. 3, n. 2, p.1-7, 2003.
- VENTURIERI, G. C. **Caixa para a criação de Uruçu-Amarela *Melipona flavolineata* Friese, 1900**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p.1-8. (Comunicado Técnico, n. 212).
- VENTURIERI, G. C. et al. Uso de *Melipona* (Apidae, Meliponini) na Polinização de Solanáceas em Casa de Vegetação. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 09., Ribeirão Preto. **Anais...** 2010. p. 220-224.
- VENTURIERI, G. C. et al. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuições e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012. p. 213-236.
- VILLANUEVA-G, R.; ROUBIK, D. W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, v.86, n.2, p.35-41, 2005.
- WILLE, A.; MICHENER C. D. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera: Apidae). **Revista Biologia Tropical Suplemento**, v. 21, p. 9-278, 1973.
- WILLE, A. Biology of the stingless bees. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 41- 64, 1983.
- WITTER, S. et al. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n.1, p. 58-65, 2012.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F. Capacidade termorreguladora em *Trigona spinipes* e em algumas outras espécies de abelhas sem ferrão, In: Homenagem a W.E. Kerr. Rio Claro, 1972. p. 301-309.

ARTIGO I

Fenologia da floração e frutificação da rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.) no Estado do Pará, Brasil

Este trabalho foi elaborado seguindo as normas da Revista Brasileira de Fruticultura (RBF), com exceção das margens, tamanho da fonte, localização das figuras e tabelas e seus títulos e numeração de linhas para fins de padronização do layout de apresentação desta dissertação. As normas de publicação constam no site: http://www.rbf.org.br/publique_pt.php.

2 Fenologia da floração e frutificação da rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.) no Estado do Pará, Brasil

2.1 RESUMO - A rambuteira é uma frutífera exótica, pertencente a família Sapindaceae, originária da Malásia, muito cultivada na Ásia e ainda pouco conhecida no Brasil, porém apresenta alto potencial de mercado. O presente trabalho objetivou determinar o período de ocorrência e a duração dos estádios fenológicos da floração e frutificação da rambuteira, em ambiente agrícola. Para tanto, foi implantado um experimento em pomar comercial no município de Marituba-PA. Foram selecionadas e numeradas aleatoriamente, 10 plantas hermafroditas e 10 plantas masculinas. No período de Agosto de 2012 a Maio de 2014, foram feitas observações semanais sobre a ocorrência dos eventos de floração (botão floral e flor) e frutificação (fruto verde e fruto maduro). Foi possível identificar dois períodos de floração por ano. A floração das plantas hermafroditas não ocorreu no mesmo período nos anos estudados apresentando-se em Outubro e Dezembro/2012 e Setembro e Dezembro/2013. As plantas masculinas apresentaram períodos de floração semelhantes nas duas épocas estudadas com alta sincronia entre os indivíduos amostrados (Agosto até Janeiro). A duração média do ciclo da rambuteira, desde a antese até o ponto de colheita dos frutos, foi de 123 e 128 dias, nos anos agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014, respectivamente.

Palavras chaves: *Nephelium lappaceum*. Fenologia. Floração. Rambotã.

2.2 ABSTRACT - The rambutan (*Nephelium lappaceum*) is a Malaysian native tree, which belongs to family Sapindaceae. This species is widely cultivated in Asia, but is not well-known in Brazil, although it has a great market potential. The study aimed to determinate the phenological development (flowering and fruit phases), in rambutan crop in Marituba, Pará. 10 hermaphroditic and 10 male plants were randomly selected and monitored from august 2012 to May 2014, in weekly observations. It was identified two flowering periods per year. The hermaphroditic plants flowered between October-December in 2012, and September-December in 2013. However, flowering in male plants occurred in the same period during the observation period, showing a high synchrony among the specimens. The average cycle duration (from anthesis to harvest fruit point) was 123-128 days, in agricultural years of 2012/2013 and 2013/2014.

Key words: *Nephelium lappaceum*. Phenology. Flowering. Rambutan.

2.3 INTRODUÇÃO

A rambuteira (*Nephelium lappaceum* L.) é uma árvore frutífera nativa da região tropical úmida da Península da Malásia e Sumatra no Sudeste Asiático, e é cultivada atualmente em cinco continentes: Ásia, Oceania, América do Norte, América Central e América do Sul (ALMEYDA et al., 1979; WATSON, 1984).

A maior parte da produção de rambotã do mundo ocorre na Malásia, Tailândia e Indonésia, onde existem estações secas e úmidas bem definidas, com temperaturas que variam de 20 a 30 °C e precipitação de 2.000 a 3.000 mm/ano (POERWANTO, 2005; SALAKPETCH, 2005; TINDALL, 1994). No Brasil, a rambuteira foi introduzida no ano de 1970, e as principais áreas de produção concentram-se nos estados da Bahia (região de Itabuna/Ilhéus) e Pará (SACRAMENTO et al., 2009). A produção anual no Pará é de 100t a 120t, sendo o município de Marituba o maior produtor do Estado, responsável por 45% da produção paraense (SACRAMENTO et al., 2009). O fruto do rambotã destina-se a atender ao mercado *in natura*, podendo ser utilizado na fabricação de geleias e compotas (TINDALL, 1994). A rambuteira é uma árvore que em condições normais apresenta tamanho de 12 a 25 m de altura (WATSON, 1984). Existem árvores que possuem somente flores masculinas e árvores que possuem flores hermafroditas (CHIN et al., 1994; SARIP et al., 2007). Valmayor et al. (1970) *apud* Tindall (1994) classificaram as árvores em três grupos de acordo com seu tipo de flor: a) árvores masculinas: que apresentam flores estaminadas; b) árvores hermafroditas funcionalmente feminina: que apresentam flores hermafroditas compostas de um círculo de estaminódios em torno do ovário; c) árvores hermafroditas: que apresentam flores funcionalmente femininas e flores funcionalmente masculinas, sendo baixa a porcentagem de flores masculinas neste caso.

A rambuteira é uma árvore de inflorescência terminal do tipo panícula em que o clima e o ambiente desempenham um importante papel na floração e subsequente produção de frutos (NAKASONE; PAULL, 1998). Em seu ambiente nativo (Sudeste Asiático) ocorre emissão de flores durante o ano todo, mas em outras regiões, podem ocorrer uma ou duas floradas por ano (DICTIBALIS, 2002; HUANG, 2005; KAWABATA et al., 2007; POERWANTO, 2005; SALAKPETCH, 2005).

A indução floral no rambotã ocorre em resposta ao estresse hídrico, e a intensidade da floração está relacionada com a duração deste período (KAWABATA et al., 2005; NAKASONE; PAULL, 1998; SALAKPETCH, 2005; TINDALL, 1994). Para a indução da floração são necessárias temperaturas médias superiores a 22°C e duas a quatro semanas de

estresse hídrico (NAKASONE; PAULL, 1998). O desenvolvimento dos frutos de rambotã pode ser demonstrado por uma curva sigmóide simples, com duas fases bem distintas, sendo a primeira caracterizada pelo crescimento do epicarpo e da semente, e a segunda, por um rápido crescimento do arilo (CABALLERO-PÉREZ et al., 2011; KOSIYACHINDA et al., 1987). Os frutos atingem a maturidade entre 90 a 161 dias após a antese, dependendo das condições ambientais de cada região (CABALLERO-PÉREZ et al., 2011; KOSIYACHINDA et al., 1987; LANDRIGAN et al., 1996; VAN WELZEN et al., 1988; WATSON, 1984).

Embora existam estudos sobre a fenologia da rambuteira em alguns países e regiões (DICTIBALIS, 2002; KAWABATA et al., 2005; KAWABATA et al., 2007) não há informações sobre a fenologia e desenvolvimento dos frutos de rambotã cultivados sob as condições climáticas do Estado do Pará. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o período de ocorrência e a duração dos estádios fenológicos da floração e frutificação da rambuteira, em ambiente agrícola, no município de Marituba-PA.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 ÁREA DE ESTUDO

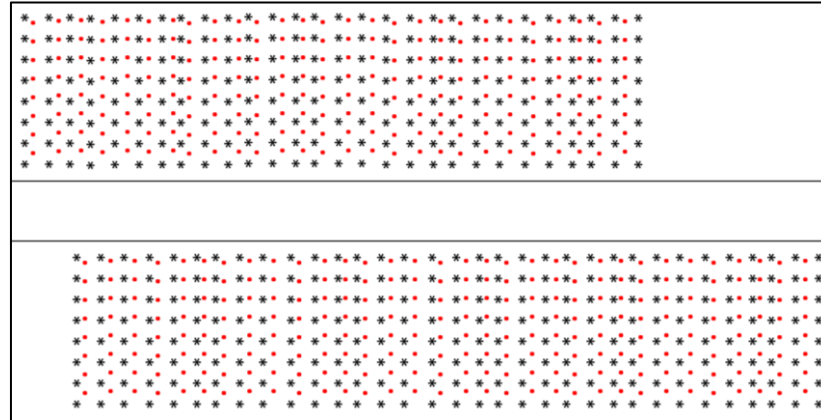
O trabalho foi conduzido em plantio comercial, na fazenda Paraíso do Uriboca, município de Marituba - PA (1°23'42.35"S, 48°20'51.64"W), a 15 km de Belém, capital do Estado do Pará. A região apresenta clima do tipo *Af*, de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007), com precipitação de 2.900 mm.ano⁻¹.

O plantio possui 1600 plantas, distribuídas em onze hectares, com espaçamento de 10 x 5 m. Nas entrelinhas existe o plantio do mangostão (*Garcinia mangostana* L.). O pomar foi implantado no ano de 1993, utilizando semeadura direta, o que permite inferir sobre a grande variabilidade genética do mesmo.

Foram realizadas três adubações no período da entressafra. A primeira com a aplicação de 300 g/planta de NPK na proporção de 10: 28: 20, a segunda com 30 kg/planta na subcopa de esterco de galinha curtido e a terceira com 500 g/planta de NPK na proporção de 10: 28: 20. Os tratamentos culturais realizados foram poda de limpeza na entressafra e roçagem com trator entre plantas e entrelinhas quando necessário.

Este experimento foi realizado em um pomar com aproximadamente 24400 m², utilizando o espaçamento de 10 x 5 m, totalizando 488 plantas (Figura 1).

Figura 1 - Croqui da área experimental. “*” representam árvores de rambotã (*Nephelium lappaceum*) e pontos vermelhos as árvores de mangostão (*Garcinia mangostana*) do plantio comercial da fazenda Paraíso do Uriboca, Marituba, Pará, Brasil.

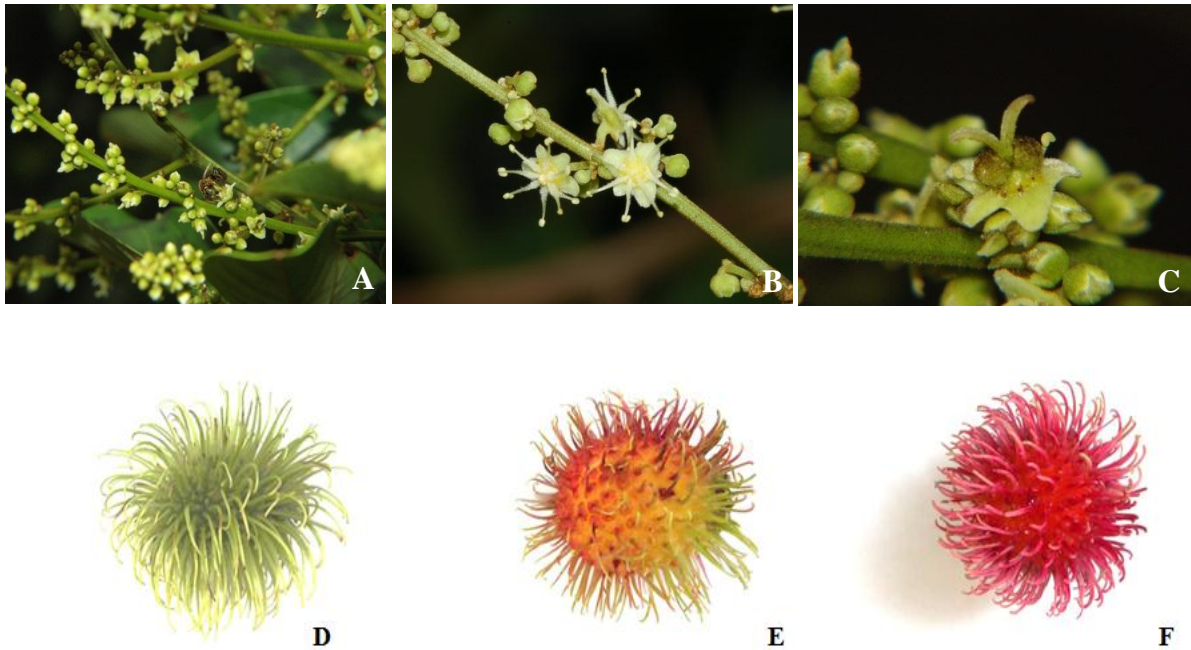


2.4.2 FENOLOGIA

Para os estudos de fenologia reprodutiva foram selecionadas e numeradas aleatoriamente, 10 plantas hermafroditas e 10 plantas masculinas. No período de Agosto de 2012 a Maio de 2014, foram feitas observações semanais sobre a ocorrência dos eventos de floração (botão floral e flor) e frutificação (fruto verde e fruto maduro).

O ciclo reprodutivo foi dividido em cinco estádios fenológicos: botão floral (1); flor (2); fruto verde (3); maturação do fruto (4) e fruto maduro (5). O estágio de maturação dos frutos foi determinado pela coloração externa, sendo considerados frutos verdes quando estes apresentavam coloração totalmente verde, frutos em maturação aqueles que apresentavam parte do epicarpo avermelhado e os frutos maduros quando toda a superfície apresentava coloração vermelha (Figura 2). Os dados fenológicos foram relacionados a registros meteorológicos provenientes da Estação Meteorológica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará.

Figura 2 - Estádios fenológicos adotados na avaliação do rambotã (*Nephelium lappaceum*): A- Botão floral (1), B- Flor masculina (2), C- Flor hermafrodita funcionalmente feminina (2), D- Fruto verde (3), E- Fruto em maturação (4), F- Fruto maduro (5).



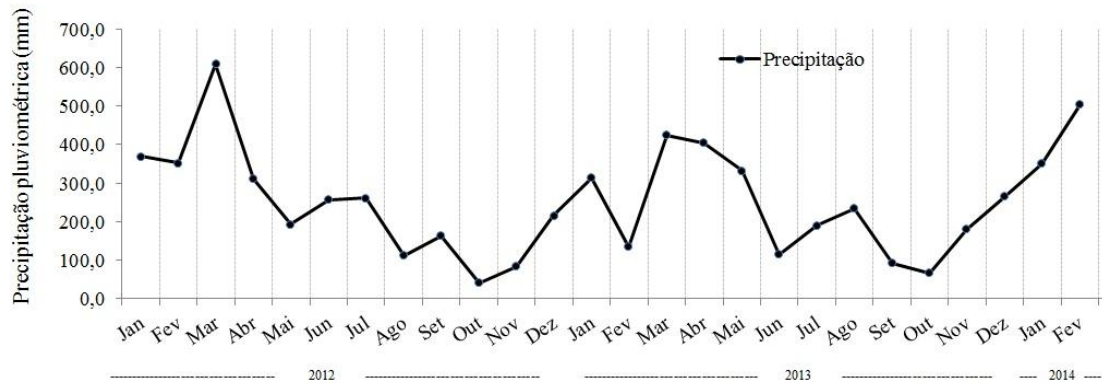
2.4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos à estatística descritiva. Para avaliar se existe diferença na duração de cada estágio fenológico entre os anos observados foi utilizado o teste paramétrico t de Student. Para os parâmetros que não apresentaram variâncias homogêneas (homocedasticidade), foi utilizado o teste t de variâncias separadas.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados pluviométricos mostram que houve precipitação durante todo o período em estudo. Embora não exista um período seco definido na região, é possível diferenciar um período mais chuvoso e um período menos chuvoso, no qual são frequentes pequenas estiagens. Os meses com menores índices de precipitação foram Outubro e Novembro do ano de 2012, e Setembro e Outubro de 2013 (Figura 3).

Figura 3 - Dados mensais de precipitação pluviométrica (mm) de Belém obtidos na estação da Embrapa Amazônia Oriental em 2012, 2013 e início de 2014.



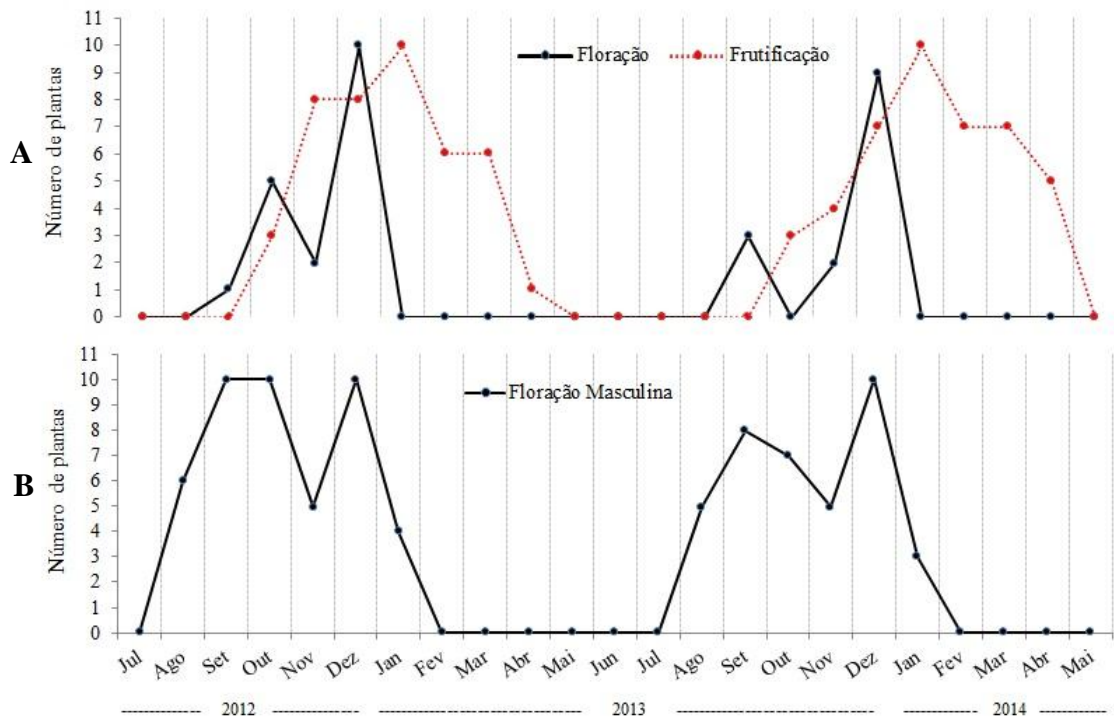
No presente estudo, foi possível identificar dois períodos de floração por ano, sendo um deles mais longo e mais intenso. Tal comportamento justifica-se em resposta ao estresse hídrico mais intenso nos meses que precederam a segunda floração. Este padrão de floração também já foi verificado por Kawabata et al. (2005), em plantas de rambotã no Hawaí.

A floração das plantas hermafroditas não ocorreu no mesmo período nos anos estudados (Figura 4A). No ano agrícola de 2012/2013, 80% das plantas amostradas apresentaram dois ciclos de floração, com picos em Outubro e Dezembro. Já no ano agrícola de 2013/2014, apenas 40% destas plantas apresentaram dois ciclos de floração com picos nos últimos dias de Setembro e no mês de Dezembro, sendo a primeira floração de baixa intensidade.

O baixo número de plantas floradas e a baixa intensidade de floração observada na primeira floração do ano agrícola de 2013/2014 está relacionado à duração do estresse hídrico, que não foi suficiente para induzir uma intensa floração neste período, como observado no Hawaí (KAWABATA et al., 2007).

Figura 4 - Fenologia da floração e frutificação de árvores de rambotã (*Nephelium lappaceum*) da fazenda Paraíso do Uriboca, Marituba-PA no período de Julho de 2012 a Maio de 2014.

A –Árvores hermafroditas funcionalmente femininas (floração e frutificação), B –Árvores masculinas.



As plantas masculinas apresentaram períodos de floração semelhantes nas duas épocas estudadas com alta sincronia entre os indivíduos amostrados. Nos dois anos de estudo a floração se iniciou no final do mês de Agosto e se estendeu até Janeiro (Figura 4B), com dois picos de floração ao longo do ano: um em Setembro e outro em Dezembro. Nas duas épocas estudadas ocorreu uma redução na intensidade de floração no mês de Novembro, e algumas plantas chegaram a perder todas as flores neste período.

A frutificação nas plantas hermafroditas ocorreu durante o mesmo período nas duas épocas estudadas (ver Figura 4A), apresentando-se com maior intensidade entre os meses de Novembro a Fevereiro, quando a maior parte das plantas apresentaram frutos verdes. Observou-se uma elevada queda de frutos imaturos, sendo que esse comportamento foi mais intenso no primeiro mês deste período.

A duração média do ciclo da rambuteira, desde a antese até o ponto de colheita dos frutos, foi de 123 e 128 dias, nos anos agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014, respectivamente. Este período é similar ao encontrado por Landrigan et al. (1996), para o cultivar Rong Rein nas zona de produção do Sudeste Asiático, cujos frutos requerem de 105 a 126 dias da antese até a colheita, porém maior que o período encontrado por Caballero-Pérez et al. (2011) no México que foi de 110 dias. As diferenças neste período, entre outros fatores, provavelmente são devidas às condições ambientais tais como precipitação, temperatura e umidade relativa do ar (CABALLERO-PÉREZ et al., 2011; SCHECHTER et al., 1993), além de diferenças

entre os cultivares. Estas informações são inéditas para a Amazônia, onde a fenologia da rambuteira ainda não havia sido devidamente estudada.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de duração de cada estágio fenológico, bem como de todo o ciclo fenológico da rambuteira. Nota-se que a duração do estágio fenológico 3 (fruto verde) foi significativamente maior na avaliação de 2013/2014 ($t=-2,111$; $GL=30$; $p=0,04$). A duração do estágio fenológico 4 (maturação do fruto) foi maior no ano agrícola de 2012/2013 também apresentando diferença significativa ($t=2,432$; $GL=30$; $p=0,02$), o que não ocorreu para os demais estágios (Tabela 1). Essas diferenças devem ser explicadas pelas variações nas condições ambientais entre os anos.

Tabela 1 - Média da duração em dias dos estágios fenológicos (1 - botão floral, 2 - flor, 3 - fruto verde, 4 - maturação do fruto, 5 - fruto maduro) e do ciclo total da rambuteira (*Nephelium lappaceum*), nas duas épocas avaliadas (2012/2013 e 2013/2014). Marituba, Pará.

Período	Estádios (dias)					Total
	1	2	3	4	5*	
2012/2013	11,22	17,33	77,72	18,67	9,05	134
2013/2014	12,57	15,21	85,29	16	11,07	140
p	0,34	0,17	0,04	0,02	0,22	0,10

*Amostra analisada pelo teste t de variâncias separadas

Comparando-se as duas épocas de avaliação, nota-se que a duração total do ciclo da rambuteira foi seis dias mais curto no ano agrícola de 2012/2013 do que no ano agrícola de 2013/2014 (Tabela 1), embora essa diferença não seja estatisticamente significativa ($p>0,05$).

2.6 CONCLUSÕES

- A rambuteira no Estado do Pará apresenta dois picos de floração durante o ano.
- As plantas hermafroditas apresentaram um período de floração curto com duração em média de 16 dias enquanto que as plantas masculinas apresentaram um período de floração longo com alta sincronia entre os indivíduos.
- A duração média do ciclo da rambuteira, no Estado do Pará desde a antese até o ponto de colheita foi em média de 125 dias.

REFERÊNCIAS

- ALMEYDA, N.; MALO, S.E; MARTIN, F.W. **The rambutan**. In: Cultivation of neglected tropical fruits with promise. Department of Agriculture Science and Education Administration – USDA, 1979. p. 1-11.
- CABALLERO-PÉREZ, J. F.; ARÉVALO-GALARZA, L.; AVENDAÑO ARRAZATE, C. H.; CADENA-IÑIGUEZ, J.; VALDOVINOS-PONCE, G.; AGUIRRE-MEDINA, J. F. **Cambios físicos y bioquímicos durante el desarrollo y Senescencia de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.)**. Revista Chapingo: Serie Horticultura, México, v. 17, n. 1, p. 31-38, 2011.
- CHIN, H.F., MUCHJAJIB, S. AND WATSON, B.J. Botany, physiology, genetics and cultivars. In: TINDALL, H.D. **Rambutan Cultivation**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. p. 16-36.
- DICTIBALIS, Y. **Rambutan: Improving Yield and Quality**. Queensland: Rural Industries Research and Development Corporation, 2002. p. 59.
- HUANG, X.; HUANG, H.B.; GAO, A.; XIAO, Z. **Production of Rambutan in China**. Acta Horticulturae (ISHS), Belgium, v. 665, p. 73 – 80, 2005.
- KAWABATA, A. M.; NAGO, M. A.; AOKI, D. F.; HARA, K. Y.; PENA, L. K. Overview of Rambutan Phenology, Flowering, and Fruit Set in Hawaii. In: Proceedings of the Fifteenth Annual International Tropical Fruits Conference, 21-23, October 2005, Hilo Hawaii, p.41-50.
- KAWABATA, A. M.; NAGO, M. A.; TSUMURA, T.; AOKI, D. F.; HARA, K. Y.; PENA, L. K. **Phenology and Fruit Development of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) Grown in Hawai'i**. Journal Hawaiian and Pacific Agriculture, Hawaii, v.14, p. 31-39, 2007.
- KOSIYACHINDA, S.; LAM, P. F.; MENDOZA JR., D. B.; BROTO, W.; WANICHKUL, K. **Maturity indices for harvesting of rambutan**. In: LAM, P. F.; KOSIYACHINDA, S. Rambutan: Fruit Development, Postharvest Physiology, Kuala Lumpur: Frim Kepong, 1987. p. 32-37.
- LANDRIGAN, M.; MORRIS, S. C.; EAMUS, D.; MCGLASSON, W. B. **Postharvest water relationships and tissue browning of rambutan fruit**. Scientia Horticulturae, v. 66, p. 201-208, 1996.
- NAKASONE, H. Y; PAULL R. E. **Tropical fruits**. CAB International. New York. USA, 1998. 445 p.
- PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climat classification**. Hydr. Earth Syst. Sci. v. 4, p. 439 – 473, 2007.
- POERWANTO, R. **Rambutan and Longan Production in Indonesia**. Acta Horticulturae (ISHS), Belgium, v. 665, p. 81- 86, 2005.
- SACRAMENTO, C. K.; LUNA, J. V. U.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. **Rambotã**. In: SANTOS-SEREJO, J. A. et al. Fruticultura

Tropical: espécies regionais e exóticas. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 09 p.

SALAKPETCH, S. **Rambutan production in Thailand**. Acta Horticulturae (ISHS), Belgium, v. 665, p. 67 -72, 2005.

SARIP, J.; HAWA, J. S.; NARIMAH, K.; MAHANI, M. C. **Reproductive Studies on F1 Populations of Rambutan**. Acta Horticulturae (ISHS), Belgium, v. 760, p. 513 -520, 2007.

SCHECHTER, I.; PROCTOR, J. T. A.; ELFVING, D. C. **Characterization of seasonal fruit growth of 'Idared' apple**. Scientia Horticulturae, v. 54, p. 203-210, 1993.

TINDALL, H. D. **Rambutan cultivation**: food and agriculture organization of united nations, Rome: FAO, 1994. 163 p.

VAN WELZEN, P. C.; LAMB, A.; WONG, W. W. W. **Edible Sapindaceae in Sabah**. Nature Malaysiana v. 13, p. 10-25, 1988.

WATSON, B. J. **Rambután, in Tropical tree fruits for Austrália**. Horticulture Branch, Queensland: Department of primary Industries, p. 196- 203, 1984.

ARTIGO II

Uso da abelha sem ferrão *Scaptotrigona* sp. na polinização de rambotã (*Nephelium lappaceum* L.) em ambiente agrícola

3 Uso da abelha sem ferrão *Scaptotrigona* sp. na polinização de rambotã (*Nephelium lappaceum* L.) em ambiente agrícola

3.1 RESUMO - A criação de abelhas sem ferrão surge no cenário atual brasileiro como uma excelente alternativa para a polinização de plantas agrícolas de interesse econômico. A rambuteira apresenta floração abundante, e para a maioria das cultivares existentes, a polinização cruzada é fator preponderante para produção econômica de frutos. O presente trabalho objetivou avaliar se a introdução de colmeias de abelhas *Scaptotrigona* sp. promove o aumento da frutificação da rambuteira. Para tanto, foi implantado um experimento em pomar comercial no município de Marituba-PA. Para os experimentos, quinze e cinquenta ninhos de *Scaptotrigona* sp. com tamanhos populacionais semelhantes foram introduzidos no início do florescimento das plantas de rambotã, em 2012 e 2013, respectivamente. Para avaliar o efeito do incremento das abelhas *Scaptotrigona* sp. na produção de frutos, a frutificação efetiva por ramo das plantas antes e depois da introdução das abelhas na área foi comparada. Avaliou-se também o desenvolvimento de dez colônias e a fidelidade polínica das abelhas a flores de rambotã. Para isso foi coletado pólen da corbícula de abelhas campeiras que retornavam para a colônia durante o florescimento do rambotã, no ano agrícola de 2013/2014. Foi concluído que o número de colônias introduzidas no plantio não foi suficiente para promover aumento de produção apesar de índices muito altos de fidelidade das campeiras nas flores do rambotã e do ganho de peso das colônias no período de floração do rambotã.

Palavras chaves: *Nephelium lappaceum*. Rambuteira. Polinização. Meliponíneos.

3.2 ABSTRACT - Stingless bee beekeeping is a very good option for crops pollination, including plants of economic importance. The rambutan tree shows a large flowering, being cross pollination decisive for economic fruit set. The objective of this chapter was to evaluate the effect of *Scaptotrigona* sp. bees in the rambutan fruit set. In a commercial farm in Marituba (Pará), fifteen nests of *Scaptotrigona* sp. in 2012 and fifty nests in 2013, were introduced before the rambutan tree flowering. It was compared the fruit set per branch before and after bee's introduction. Furthermore, it was evaluated the development of ten nests. To verify pollen fidelity to rambutan flowers, pollen loads from the bee's corbiculae were collected and analyzed, during the flowering period of 2013/2014. The amount of nests introduced were not enough to increase the fruit set, although, *Scaptotrigona* sp. presented high index of pollen fidelity to rambutan and it was observed a weight gain of the nests during the rambutan flowering period.

Key words: *Nephelium lappaceum*. Rambutan. Pollination. Meliponíneos.

3.3 INTRODUÇÃO

Entre os animais, as abelhas têm papel fundamental como agentes eficientes e essenciais para a reprodução e, conseqüentemente, para a manutenção da diversidade genética de muitas espécies de plantas em ambientes naturais e agrícolas (KEARNS; INOUE; WASER, 1998; SLAA et al., 2006). Estima-se que cerca de 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo é polinizada por pelo menos uma espécie de abelha e sem elas a produção de frutos e sementes é comprometida (FAO, 2004).

Diferente de outros polinizadores, as abelhas são extremamente eficientes na polinização tanto de plantas cultivadas quanto de plantas silvestres porque possuem os recursos florais (pólen, néctar e óleos) como suas únicas fontes de alimento ou produtos necessários à sua sobrevivência (FREE, 1993; FREITAS, 1995).

No entanto, são poucas as espécies de abelhas que vem sendo manejadas para realizarem serviços de polinização em todo o mundo (KREMEN; WILLIAMS; THORP, 2002). Nos Estados Unidos, por exemplo, cerca de 1,4 milhões de colônias de *Apis mellifera* são usadas para polinização agrícola e são responsáveis por parte considerável da produção de vegetais, frutas, óleos e castanhas (GALLAI et al., 2009). Já nos países europeus, cerca de 1 milhão de colônias de *Bombus* são comercializadas anualmente, principalmente para a polinização de tomate (VELTHUIS; VAN DOOR, 2006).

No Brasil, é praticamente inexistente o serviço para polinização em áreas agrícolas, que ainda dependem dos polinizadores disponíveis na natureza. Há apenas algumas iniciativas pontuais de polinização assistida utilizando *Apis mellifera* nas culturas de melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste, e de maçã (*Malus domestica* Borkh.) no Sul (FREITAS, 1995; FREITAS, 2002).

O Brasil apresenta uma enorme diversidade de espécies de abelhas sem ferrão (CAMARGO; PEDRO, 2007; HEARD, 1999; ROUBIK, 1995), que formam colônias populosas, que forrageiam durante todo o ano, apresentam ampla distribuição geográfica, são resistentes à manipulação e têm a possibilidade de serem criadas de forma racional e multiplicadas em larga escala (SLAA et al., 2006; NOGUEIRA-NETO, 1997; MICHENER, 2007; ROUBIK, 2006).

Além disso, essas abelhas são abelhas generalistas (CARVALHO et al., 2001; MICHENER 2007; RAMALHO et al., 1994; RAMALHO; SILVA; CARVALHO, 2007), possuem o comportamento de constância floral, que leva a uma polinização mais eficiente, e não ferrom, o que as torna especialmente adequadas para polinização de culturas em

ambientes protegidos (CRUZ et al., 2005; DEL SARTO; PERUQUETTI; CAMPOS, 2005; MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; NUNES-SILVA, et al., 2013; VENTURIERI et al., 2010; WITTER et al., 2012).

Assim, a criação de abelhas sem ferrão surge no cenário atual brasileiro como uma excelente alternativa para a polinização de plantas agrícolas de interesse econômico (HEARD, 1999; SLAA et al., 2006; VENTURIERI et al., 2012). Já é comprovado que essas abelhas polinizam eficientemente pelo menos 18 culturas agrícolas de importância econômica (SLAA et al., 2006).

A polinização cruzada foi considerada por alguns autores como sendo a forma mais frequente de polinização em *Nephelium lappaceum* (UJI, 1987; SHIVARAMU; SAKTHIVEL; RAMI-REDDY, 2012). A morfologia da flor da rambuteira aponta para uma tendência à melitofilia por serem flores pequenas de cor clara, terem antese durante o dia, apresentarem flores sem profundidade e anteras com bastante pólen. Vários trabalhos têm demonstrado a presença de espécies de abelhas sociais visitando as flores de rambotã (PHOON, 1984 apud FREE, 1993; UJI, 1987; HEARD, 1999; SHIVARAMU; SAKTHIVEL; RAMI-REDDY, 2012).

A espécie amazônica *Scaptotrigona* sp. pode ser eficiente para auxiliar na polinização em campo aberto de culturas agrícolas, pois destaca-se por apresentar colônias com um grande número de indivíduos, pela resistência à manipulação e possibilidade de serem multiplicadas em larga escala.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a introdução de colmeias de abelhas *Scaptotrigona* sp. promove o aumento da frutificação da rambuteira.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi conduzido em plantio comercial, na fazenda Paraíso do Uriboca, município de Marituba - PA (1°23'42.35"S, 48°20'51.64"W), a 15 km de Belém, capital do Estado do Pará. A região apresenta clima do tipo *Af*, de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007), com precipitação de 2.900 mm.ano⁻¹.

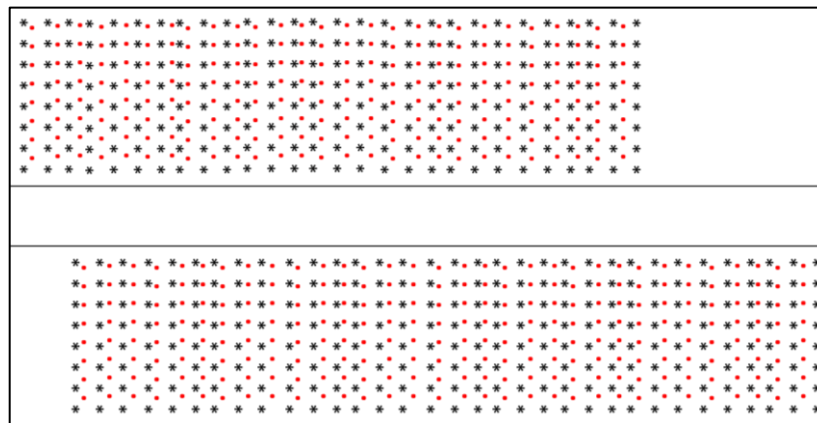
O plantio possui 1600 plantas, distribuídas em onze hectares, com espaçamento de 10 x 5 m. Nas entrelinhas existe o plantio do mangostão (*Garcinia mangostana* L.). O pomar foi

implantado no ano de 1993, utilizando semeadura direta, o que permite inferir sobre a grande variabilidade genética do pomar.

Foram realizadas três adubações no período da entressafra. A primeira com a aplicação de 300 g/planta de NPK na proporção de 10: 28: 20, a segunda com 30 kg/planta na subcopa de esterco de galinha curtido e a terceira com 500 g/planta de NPK na proporção de 10: 28: 20. Os tratos culturais realizados foram poda de limpeza na entressafra e roçagem com trator entre plantas e entrelinhas quando necessário.

Este experimento foi realizado em um pomar com aproximadamente 24400 m², utilizando o espaçamento de 10 x 5 m, totalizando 488 plantas (Figura 1).

Figura 1 - Croqui da área experimental. “*” representam árvores de rambotã (*Nephelium lappaceum*) e pontos vermelhos as árvores de mangostão (*Garcinia mangostana*) do plantio comercial da fazenda Paraíso do Uriboca, Marituba, Pará, Brasil.



Para os experimentos, quinze e cinquenta ninhos de *Scaptotrigona* sp. (Figura 2) com tamanhos populacionais semelhantes foram introduzidas no início do florescimento das plantas de rambotã, em 06/11/2012 e 12/11/2013, respectivamente.

As colônias estavam em caixas de madeira (25 cm x 25 cm) colocadas sobre abrigos individuais, também de madeira, a 1,20 m de altura do solo, conforme descrito por Contrera e Venturieri (2008).

A fim de permitir uma distribuição homogênea das abelhas nas flores, os ninhos foram distribuídos no início do plantio (FREE, 1993).

Figura 2 – Detalhe do ninho da abelha *Scaptotrigona* sp. em caixa modelo Embrapa.



3.4.2 AVALIAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA

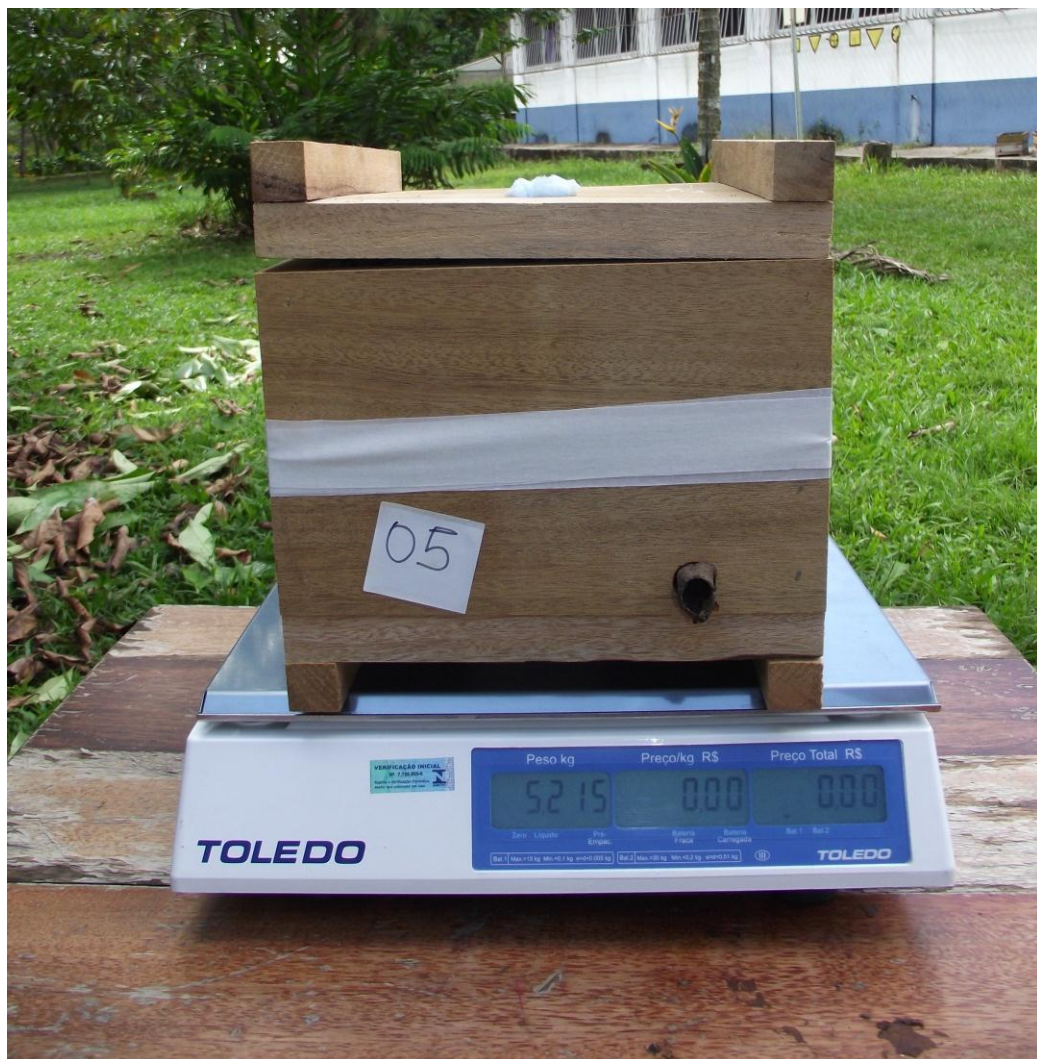
Para avaliar o efeito do incremento das abelhas *Scaptotrigona* sp. na produção de frutos, a frutificação efetiva das plantas antes e depois da introdução das abelhas na área foi comparada. No ano agrícola de 2012/2013 foram amostradas vinte árvores. Em cada uma delas, para determinar a frutificação efetiva por ramo (relação entre número de flores e número de frutos), foram conferidos o número de flores por ramo ($n=132$) e após quinze dias os frutos formados naturalmente.

No ano agrícola de 2013/2014, a amostragem foi realizada considerando a distância da árvore para o local em que as abelhas estavam instaladas. Para determinar a frutificação efetiva por ramo (relação entre número de flores e número de frutos), foram conferidos o número de flores por ramo ($n=149$) em dezoito árvores escolhidas em linha reta, a partir do local que as colônias estavam instaladas. Após quinze dias foram conferidos os frutos formados naturalmente.

3.4.3 AS ABELHAS

Durante o período em que as abelhas permaneceram no interior do plantio, foram realizadas atividades de monitoramento e manejo das colmeias. Para verificar o desenvolvimento, dez colônias foram analisadas, avaliando as condições internas dos ninhos e seu peso antes da introdução e durante a sua permanência no plantio. Para o acompanhamento do peso das colônias, foram realizadas pesagens uma vez a cada mês em uma balança marca Toledo, modelo Prix 3 (Figura 3).

Figura 3 – Colônia de *Scaptotrigona* sp. em balança para obtenção do peso.



Para verificar a fidelidade polínica das abelhas ao rambotã, foi coletado pólen da corbícula de abelhas durante o período de floração do rambotã, no ano agrícola de 2013/2014. A obtenção das amostras foi feita em quatro dias não consecutivos, nos meses de Novembro e Dezembro, sempre em dois horários: A – 8h às 10h e B – 10h às 12h. As amostras de pólen

foram obtidas de cinco abelhas que possuíam carregamento de pólen, de quatro colônias de *Scaptotrigona* sp., totalizando 40 amostras por colônia. Para isso, a entrada da colméia foi fechada e de forma aleatória as abelhas foram capturadas. As suas cargas de pólen foram retiradas com o auxílio de um alfinete e acondicionadas em um microtubos de 2mL.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental para processamento e análise. Cada amostra foi diluída em 0,8 mL de solução de água glicerinada (1:1). De cada amostra foi montada uma lâmina e contados 400 grãos por amostra para quantificação da abundância (VERGERON, 1964). O pólen de rambotã (*N. lappaceum*) foi identificado por comparação com lâminas de referência feitas com pólen coletado nas flores na fenofase de botão floral. O resultado da contagem será expresso em porcentagem.

3.4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparar a frutificação com e sem a presença de abelhas foi realizado teste paramétrico t de Student. Para testar a relação entre a frutificação e a distância das abelhas foram feitas análises de correlação de *Spearman*. Os testes foram realizados no programa Statistica, versão 8.0.

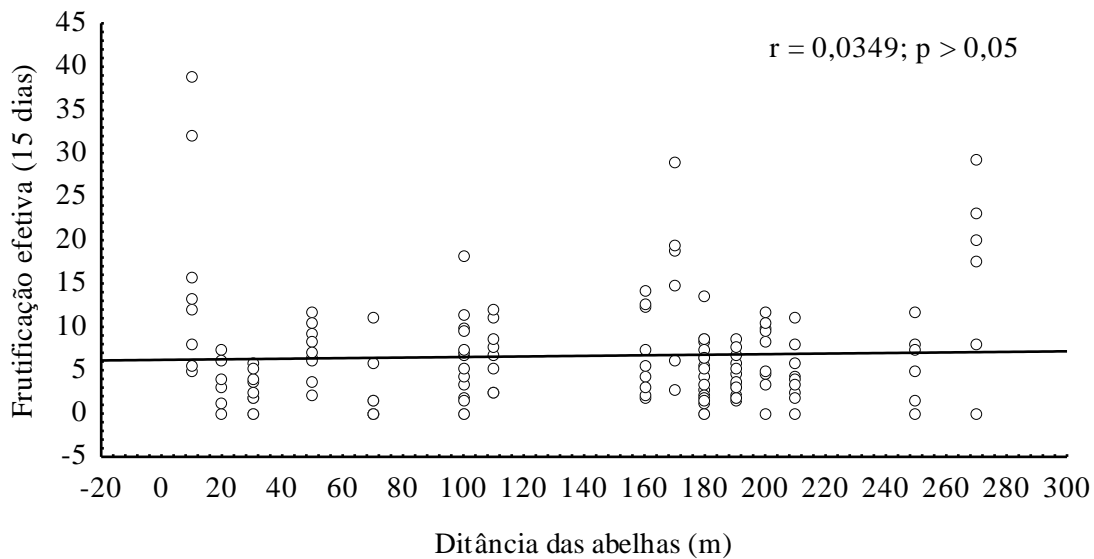
3.5 RESULTADOS

3.5.1 AVALIAÇÃO DA FRUTIFICAÇÃO EFETIVA

Não ocorreu diferença significativa ($t = -0,67$ GL=262; $p = 0,50$) na frutificação efetiva do rambotã na presença de abelhas no plantio no ano agrícola de 2012/2013.

A frutificação efetiva no ano agrícola de 2013/2014 também não foi influenciada pela presença de abelhas no plantio ($R = 0,03$ $p > 0,05$) (Figura 4).

Figura 4 - Correlação entre a frutificação efetiva do rambotã (*Nephelium lappaceum*) e a distância das colônias de abelhas colocadas no plantio.



3.5.2 AS ABELHAS

A análise das cargas polínicas da abelha *Scaptotrigona* sp. comprovou a presença predominante do pólen de rambotã durante o período de floração da cultura. Demonstrando que esta espécie apresenta altos índices de fidelidade polínica às flores da rambuteira (Tabela 1).

O tipo polínico do rambotã ocorreu em frequência maior nas amostras realizadas nas primeiras horas do dia (8h às 10h), comprovando que a abelha *Scaptotrigona* sp. é um potencial polinizador da cultura. Já que coleta recursos nas flores nos horários condizentes com a biologia floral da planta (período do dia que as flores apresentam uma maior quantidade de recurso disponível e no pico de visitação das flores).

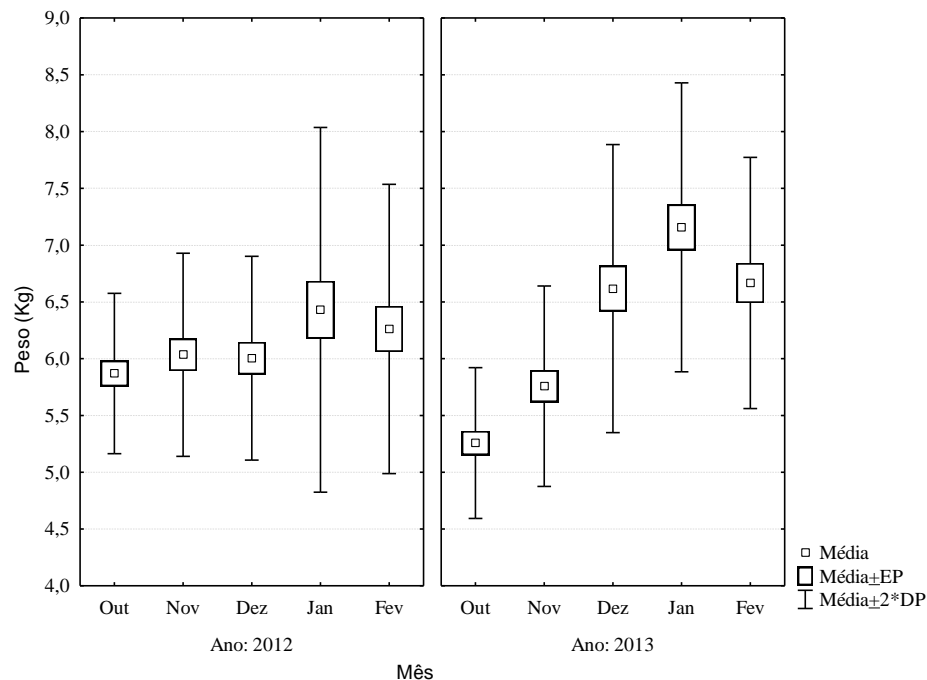
Tabela 1 - Média da porcentagem de pólen de rambotã (n=5) da corbícula das abelhas *Scaptotrigona* sp. durante o período de floração no ano de 2013.

	Colônias	8 às 10h (n=80)	10 às 12h (n=80)
1º dia	Col. 1	94,4	91,05
	Col. 2	92,65	72,61
	Col. 3	98	97,65
	Col. 4	97,8	94,7
2º dia	Col. 1	93,2	63,25
	Col. 2	96,5	75,85
	Col. 3	96,05	62,4

	Col. 4	96,75	96,8
	Col. 1	98,8	71
3° dia	Col. 2	98,25	80,55
	Col. 3	95,75	19,7
	Col. 4	97,85	97,45
	Col. 1	97,35	77,35
4° dia	Col. 2	84,9	95,7
	Col. 3	97,35	98,65
	Col. 4	90,7	97,75
	Média	95,39	80,78

Com relação ao desenvolvimento, foram observadas diferenças no estado das colônias antes e depois da introdução no plantio de rambotã. As colônias obtiveram aumento de peso durante a floração do rambotã (Figura 5), em virtude do aumento do estoque de alimento. Foi possível notar ainda um aumento na população interna e no número de abelhas guardas no tubo de entrada.

Figura 5 - Média de peso das colônias (n=10) de *Scaptotrigona* sp. no plantio de rambotã (*Nephelium lappaceum*) nos anos de 2012 e 2013.



3.6 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que não ocorreu diferença significativa na frutificação efetiva da planta de rambotã na presença das abelhas *Scaptotrigona* sp, apesar de esta espécie apresentar muitas características que a classifique como potencial polinizador desta cultura, como: a abelha é atraída pelas flores do rambotã, apresenta fidelidade às flores, possui tamanho e comportamento adequados para remover pólen dos estames e depositá-los nos estigmas (FREE, 1993).

Considerando que o estudo foi realizado em um plantio comercial, acredita-se que a explicação para o resultado encontrado possa estar relacionado à presença de mata nativa nos arredores da área de cultivo, que assegura uma grande disponibilidade de polinizadores (KREMEN; WILLIAMS; THORP, 2002) no plantio de rambotã, (*e.g Apis mellifera, Trigona pallens, T. fulviventris, T. spinipes*, entre outros) o que parece ser suficiente para efetuar a polinização e maximizar a produção de frutos nesta situação, fazendo com que a introdução da abelha *Scaptotrigona* sp. no plantio, neste caso, não represente uma grande influência na produção de frutos.

No entanto, se este cenário fosse alterado e ao invés de centenas de árvores cercadas por mata nativa, passasse a ter um monocultivo de rambotã configurando um ambiente totalmente artificial, com milhares de árvores quase que de forma contínua, esta nova situação poderia interferir de forma decisiva na diversidade, quantidade e eficiência dos polinizadores do rambotã, podendo assim apresentar *déficits* de polinizadores (OSBORNE et al. 1991, KREMEN; WILLIAMS; THORP, 2002; LARSEN; WILLIAMS; KREMEN, 2005) e consequentemente demandar a introdução de colônias de abelhas no plantio.

É importante enfatizar que o aumento da degradação dos agroecossistemas é uma tendência mundial, em virtude da expansão da agricultura e sua intensificação, o que está levando a uma escassez de polinizadores em diversas culturas agrícolas (FREITAS; PINHEIRO, 2012).

Uma outra questão importante está relacionada as condições fisiológicas da planta que, apesar de emitir uma quantidade muito grande de flores, só consegue sustentar um determinado número de frutos (rendimento máximo da cultura). Dessa forma, não adianta aumentar o número de agentes polinizadores, com consequente aumento do número de flores polinizadas, pois o número de frutos fixados pela planta não vai aumentar.

É interessante mencionar ainda que, embora o delineamento experimental no ano agrícola de 2013/2014 tendesse a uma correlação entre a frutificação das árvores mais

próximas e as abelhas, os resultados mostraram que esta correlação foi muito fraca. Tal fato sugere a necessidade de controlar a ação de outros polinizadores presentes na natureza para avaliar a real influência da abelha *Scaptotrigona* sp. na frutificação do rambotã.

Apesar de não observada a influência das abelhas *Scaptotrigona* sp. na frutificação, os resultados comprovam a fidelidade desta espécie às flores de rambotã. A fidelidade ou constância, segundo Paulino (1998), são termos ecológicos que se referem ao fato de que uma abelha se limita a visitar uma determinada espécie vegetal durante uma viagem ou várias destas. A fidelidade das abelhas às plantas é considerado um dos fatores determinantes para a eficiência polinizadora.

A fidelidade da abelha *Scaptotrigona* sp. à planta de rambotã pode ser explicada pelo fenômeno denominado de “especialização temporária”, que segundo Ramalho et al. (1994), ocorre quando há oferta de algum recurso muito atrativo (em qualidade e quantidade), que reduz a demanda energética pela busca de novas fontes alimentares pelas abelhas. Ou seja, como as abelhas estavam dentro de um plantio de rambotã no período da floração, a tendência era justamente que estas explorassem ao máximo os recursos ali contidos.

Além disso, a coleta de pólen (principal fonte de proteínas, vitaminas, minerais e gorduras para as abelhas) por estas abelhas reafirma o potencial desta espécie como polinizadora efetiva do rambotã, pois Free (1993) e Freitas (1995) afirmam que a visita em busca de pólen tende a favorecer a polinização, pois estes visitantes florais carregam quantidades maiores de pólen aderido ao corpo que ocasionalmente são depositados no estigma.

Com relação ao desenvolvimento, os resultados mostraram que as colônias se desenvolveram de forma saudável no plantio de rambotã, estocando uma grande quantidade de alimento (mel e pólen) no período da floração. Este resultado comprova que as flores do rambotã são uma boa fonte de néctar e pólen às abelhas.

O néctar produzido pelas flores, além de uma estratégia de atração e manutenção de polinizadores em áreas cultivadas, também pode contribuir para o aumento da produção de mel que pode ser explorado pelos meliponicultores. Contudo, é necessário mensurar a capacidade de produção de mel desta espécie que ainda não foi devidamente estudada.

3.7 CONCLUSÕES

- A introdução de colônias da abelha sem ferrão *Scaptotrigona* sp. no plantio de rambotã não influenciou na frutificação efetiva desta planta. Sendo necessário isolar

os efeitos de outros polinizadores para melhor avaliar a influência desta abelha na polinização do rambotã.

- As colônias de *Scaptotrigona* sp. se desenvolveram de forma positiva no plantio de rambotã, com ganho de peso durante o período da floração, evidenciando que as flores de rambotã são uma ótima fonte de recurso para as abelhas.
- As abelhas *Scaptotrigona* sp. apresentaram uma alta fidelidade as flores de rambotã, comprovando que a abelha *Scaptotrigona* sp. é um potencial polinizador desta cultura.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. p. 475- 495.

CARVALHO, C. A. L. et al. Pollen spectrum of “Uruçu” bee (*Melipona scutellaris* Latreille 1811). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n.1, p. 63-67, 2001.

CONTRERA, F. A. L.; VENTURIERI, G. C. **Vantagens e limitações do uso de abrigos individuais e comunitários para a abelha indígena sem ferrão urucu-amarela (*Melipona flavolineata*)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p.1-6. (Comunicado Técnico, n. 211).

CRUZ, D. O. et al. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1197-1201, 2005.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. Evaluation of the Neotropical Stingless Bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as Pollinator of Greenhouse Tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n. 2, p. 260-266, 2005.

FAO (Food and Agriculture Organization). Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture the international response. In: FREITAS,B.M.; PEREIRA,J.O.P (Org.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, UFC, 2004. p.19 -25.

FREE, J. B. **Insect Pollination of Crops**. 2. Ed. NY: Academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197f. PhD thesis - Wales: University of Wales, 1995.

FREITAS, B. M. et al. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brazil. In: KEVAN, P. et al. (Org.). **Pollinating Bees:**

The conservation link between agriculture and nature. Brasília: Ministry of Environment, 2002. p. 229-244.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. **Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros.** Brasília: MMA, 2012. 112 p.

GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n.3, p. 810-821, 2009.

HEARD, T. A. The Role of Stingless Bees in Crop Pollination. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 183-206, 1999.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant–pollinator interactions. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 29, p. 83–112, 1998.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.**, v. 99, p. 16812-16816. 2002.

LARSEN, T. H.; WILLIAMS, N. W.; KREMEN, C. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters**, v. 8, p. 538-547, 2005.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) Be Effective as Strawberry Pollinator in Greenhouses?. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, n. 7, p. 771-773, 2004.

MICHENER, C. D. *The bees of the World.* 2 ed. Baltimore: John Hopkins, 2007. 918 p.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446 p.

NUNES-SILVA, P. et al. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as eficiente pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, n. 5, p. 537-546, 2013.

OSBORNE, J. L.; WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A. Bees, pollination and habitat change in the European Community. **Bee World**, v. 72, p. 99-116, 1991.

PAULINO, F. D. G. Aspectos gerais da Biologia floral e polinização em frutíferas de importância econômica. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1,1998, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza, 1998, p. 391 - 400.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climat classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

RAMALHO, M. et al. Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Grana**, v. 33, p. 239-244, 1994.

RAMALHO, M.; SILVA, M. D. ; CARVALHO, C. A. L. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): Uma análise comparativa com

Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae), no domínio tropical Atlântico. **Neotropical Entomology** v. 36, p. 37–45. 2007.

ROUBIK, D. W. **Pollination of Cultivated Plants in the Tropics**. Rome: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1995.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, p. 124-143, 2006.

SHIVARAMU, K.; SAKTHIVEL, T.; RAMI REDDY, P. V. Diversity and foraging dynamics of insect pollinators on rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 18, n. 2, p. 158-160, 2012.

SLAA, E. J. et al. Stingless Bees in Applied Pollination: Practice and Perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293-315, 2006.

UJI, T. Penyerbukan pada rambutan (*Nephelium lappaceum* var. *lappaceum*). **Berita Biol.** v.3, p. 31–34, 1987.

VELTHUIS, H. H. W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumble bee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. **Apidologie**, v. 37, n.4, p. 421-451, 2006.

VENTURIERI, G. C. et al. Uso de *Melipona* (Apidae, Meliponini) na Polinização de Solanáceas em Casa de Vegetação. In: Encontro sobre Abelhas, 09.,Ribeirão Preto-SP. **Anais...** 2010. p. 220-224.

VENTURIERI, G. C. et al. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: Imperatriz-Fonseca, V.L. et al. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuições e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012. p. 213-236.

VERGERON, P. Interpretation statistique des résultats en matière d'analyses polliniques des miels. **Ann. Abeille**, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1964.

WITTER, S. et al. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n.1, p. 58-65, 2012.

ARTIGO III

**Avaliação do desenvolvimento de colônias da abelha canudo
Scaptotrigona sp. (Apidae, Meliponini) em dois modelos de caixa
de criação padronizada**

4 Avaliação do desenvolvimento de colônias da abelha canudo *Scaptotrigona* sp. (Apidae, Meliponini) em dois modelos de caixa de criação padronizada

4.1 RESUMO - A meliponicultura, como é conhecida modernamente a prática da criação de abelhas indígenas é uma atividade antiga nas Américas e encontra-se em ampla expansão em todo o Brasil. O tipo de colmeia utilizado na criação destas abelhas deve ser adequado para cada espécie, pois entre os meliponíneos há uma grande variedade de tamanho, comportamento e arquitetura de ninhos. Assim, o modelo de caixa deve ser cuidadosamente definido, podendo determinar o sucesso ou o fracasso da criação. O presente trabalho teve por objetivo propor e testar uma caixa para criação de *Scaptotrigona* sp., avaliando aspectos como adaptação biológica e manejo das colônias, e ainda comparar seu desempenho em relação à um modelo de caixa cabocla. Foram utilizadas dez colônias da espécie *Scaptotrigona* sp., sendo cinco transferidas para a caixa proposta modelo Embrapa e cinco para um modelo de caixa cabocla. Durante seis meses foram feitas observações mensais, levando em consideração os seguintes parâmetros: componentes do ninho, ocupação da caixa e manejo. Entre os dois modelos de caixa testados, em relação aos componentes do ninho houve diferença no diâmetro do tubo de entrada e na área do disco de cria, o que não ocorreu para os demais parâmetros. A ocupação da caixa não apresentou diferença significativa entre os dois modelos testados. Em relação às atividades de manejo notou-se diferenças importantes entre os dois modelos, destacando-se a caixa modelo Embrapa com características que facilitaram à inspeção e divisão das colônias, causando menores danos às estruturas do ninho. Foi concluído que a caixa testada (Embrapa) apresentou resultados satisfatórios, podendo portanto ser utilizada na criação racional desta espécie.

Palavras chaves: Meliponicultura. *Scaptotrigona* sp.. Caixa racional. Abelha sem ferrão.

4.2 ABSTRACT - Meliponiculture is an ancient activity with a great potential in Brazil. Stingless bees vary greatly in size, behavior and nest architecture, thus there are different wooden boxes suitable to each species. The choice of an appropriate model of hive is important, since it can determinate the success of the management. The objective of this chapter is to compare a rational hive model (Embrapa) for *Scaptotrigona* sp, evaluating certain aspects, e.g. biological adaptation and management, with a traditional hive (cabocla). Ten *Scaptotrigona* sp. nests were used, five of them were transferred to the Embrapa hives and five to the traditional hives (cabocla). They were monitored for six months, observing the following parameters: nests components, hive occupation rate and management facilities. Between the hive models, there were differences in nests components (entrance tube diameter and brood cells). The occupation rate was not significantly different between the two tested boxes. About management facilities, the Embrapa model allowed an easier nest monitoring and division, causing less disturbs to nests. It was concluded that the Embrapa box is a suitable model to rational creation of *Scaptotrigona*.

Key words: Meliponiculture. *Scaptotrigona* sp.. Wooden hives. Stingless bee.

4.3 INTRODUÇÃO

A criação de abelhas sem ferrão é uma prática antiga nas Américas. Os Maias e outros povos centro americanos, exerciam a criação extensiva de ao menos duas espécies, *Melipona becheei* e *Scaptotrigona mexicana* (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006; VILLANUEVA-G; ROUBIK; COLU-UCAN, 2005). Na América do Sul, grupos indígenas do Norte e Nordeste do Brasil criavam abelhas sem ferrão e parte de seu conhecimento foi transmitido as populações tradicionais, que atualmente se dedicam a esta atividade (CAMARGO; POSEY, 1990; COLLETO-SILVA, 2006).

A meliponicultura, como é conhecida modernamente a prática da criação de abelhas indígenas é uma atividade em ampla expansão em todo o Brasil e, sobretudo na Amazônia, dada à diversidade de espécies de ocorrência natural em seu território (CONTRERA; MENEZES; VENTURIERI, 2011; CORTOPASSI-LAURINO, et al., 2006).

Em geral, as populações tradicionais amazônicas ainda criam as abelhas sem ferrão de forma rústica, embora haja tentativas de racionalização da atividade (VENTURIERI et al., 2012). Tal criação é feita em troncos de árvores (cortiços) pendurados nas varandas das casas ou em caixas feitas com tábuas de madeira (caixas caboclas), abertas somente na época da extração do mel (CARVALHO et al., 2006; KEER et al., 1967; PINTO, 2012).

A criação racional adotando-se caixas padronizadas e adaptadas à arquitetura e peculiaridades comportamentais das abelhas sem ferrão é uma prática recente na Amazônia (CARVALHO et al., 2006; VENTURIERI et al., 2003). A otimização e padronização das práticas de manejo na meliponicultura tem potencial para aumentar a produtividade e a renda dos criadores (MAGALHÃES; VENTURIERI, 2010), fazendo da criação de abelhas sem ferrão uma prática mais sustentável e mais atrativa para novos empreendedores (JAFFÉ et al., 2013).

Na meliponicultura brasileira existem diversos modelos de caixas, e esta diversidade está diretamente relacionada à diversidade de espécies de abelhas existente no Brasil (VENTURIERI et al., 2012; SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). Alguns tipos de caixa apresentam ótimos resultados, mas não há uma padronização entre os meliponicultores a nível nacional (ALMENDRA, 2007; BARBOSA-COSTA, 2010; CHIARI et al., 2002; MONTEIRO, 1998; NOGUEIRA-NETO, 1970; NOGUEIRA-NETO, 1997; KERR; PETRERE-JÚNIOR; DINIZ-FILHO, 2001; VENTURIERI, 2008a).

O tipo de colmeia deve ser adequado para cada espécie, pois entre os meliponíneos há uma grande variedade de tamanho, comportamento e arquitetura de ninhos (KERR,

CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; ROUBIK, 2006). Neste sentido, o modelo de caixa deve ser cuidadosamente definido, podendo determinar o sucesso ou o fracasso da criação (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Entre os modelos de colmeias racionais existentes e mais utilizados, é possível separar dois grupos principais, os das caixas horizontais e o das caixas verticais (VILLAS-BÔAS, 2012). As caixas horizontais são as mais tradicionais no Brasil, especialmente nas regiões norte e nordeste (CORTOPASSI-LAURINO; KOEDAM, 2000; VILLAS-BÔAS, 2012). Podem ser totalmente ocas, sem nenhum tipo de divisão interna; ou mais elaboradas, com divisões internas para separar o ninho do espaço reservado para armazenamento do mel (CORTOPASSI-LAURINO; KOEDAM, 2000; NOGUEIRA-NETO, 1997).

Apesar dos modelos horizontais serem amplamente utilizados na meliponicultura tradicional brasileira, é crescente o número de meliponicultores que adotam as caixas verticais (OLIVEIRA; KERR, 2000; VENTURIERI, 2008a, VILLAS-BÔAS, 2012). A caixa vertical segue o padrão natural dos discos de cria nos troncos de árvore, dividida em dois módulos principais: o inferior, destinado a abrigar o ninho; e o superior, destinado ao armazenamento de alimento (PORTUGAL-ARAÚJO, 1955). A criação de um compartimento específico para o armazenamento de mel proporcionou uma colheita mais rápida, higiênica e com prejuízos mínimos para os ninhos, o que passou a ser o grande diferencial deste modelo (VENTURIERI, 2008a; VENTURIERI, RAIOL; PEREIRA, 2003; CARVALHO-ZILSE et al., 2005).

Entre os modelos de caixas mais utilizados para a Meliponicultura no Brasil, podemos citar a colmeia verticalizada (PORTUGAL-ARAÚJO, 1976), a colmeia Baiana ou Nordestina (SOUSA et al., 1994), a colmeia Uberlândia (KERR, CARVALHO; NASCIMENTO, 1996), a colmeia PNN (NOGUEIRA-NETO, 1997), e a colmeia INPA (OLIVEIRA; KERR, 2000), esta última seguindo os princípios da colmeia proposta por Portugal-Araújo (1955).

Diversos modelos de caixas já foram propostos para a região Amazônica, destacando-se o modelo cúbico do Dr. Kerr e o modelo vertical proposto por Portugal-Araújo (1955) com modificações de Oliveira e Kerr (2000) e Venturieri (2008a).

As abelhas sem ferrão, Meliponíneos, compreende o grupo mais diverso de abelhas eusociais, com distribuição nas regiões tropicais e subtropicais do globo (MICHENER, 2007; SAKAGAMI, 1982). Neste grupo diverso, destaca-se o gênero *Scaptotrigona* (Moure, 1942), que compreende cerca de 22 espécies descritas distribuídas pela região neotropical (CAMARGO; PEDRO, 2007).

Para o Brasil são reconhecidas nove espécies, onde cinco ocorrem no Estado do Pará: *S. affabra* (Moure, 1989), *S. bipunctata* (Lepeletier, 1836), *S. polysticta* (Moure, 1950), *S. postica* (Latreille, 1807) e *S. tubiba* (Smith, 1863) (CAMARGO; PEDRO, 2007). Contudo, ainda existe um grande número de espécies não descritas em todas as regiões brasileiras (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). No gênero *Scaptotrigona*, a entrada do ninho se caracteriza externamente por um tubo, em forma de trombeta, onde as abelhas-guarda ficam postadas (JARAMILLO-MONROY et al., 1992). Uma outra característica do gênero, muito utilizadas pelos criadores, é o odor de suas operárias, assemelhando-se a coco.

As colônias deste gênero são bastante populosas (RAMALHO et al., 1991) e produzem mel de boa qualidade e em grande quantidade (*e.g.* a abelha canudo-amarela da região do Tapajós que pode produzir até 8L/caixa/ano), comparativamente a outros meliponíneos (FERREIRA; RABELO, 2005; VENTURIERI; IMPERATRIZ-FONSECA, 2000).

Além do mel, este grupo apresenta grande produção de própolis, produto que vêm despertando grande interesse da pesquisa, sobretudo na indústria farmacêutica por suas características e propriedades antimicrobianas (SOUSA; MELO; ALBURQUEQUE, 2012; MAIA FILHO et al., 2008). A espécie *Scaptotrigona* sp., conhecida popularmente como canudo, é uma das espécies de meliponíneos promissoras para a meliponicultura na Amazônia, pois apresenta grande potencial para produção de mel. Além disso, é uma espécie que poderá ser direcionada para programas de uso de abelhas para polinização de culturas agrícolas, em virtude da sua resistência a manipulação; colônias numerosas e a possibilidade de ser multiplicada em larga escala.

Este trabalho tem por objetivo propor e testar uma caixa para criação de *Scaptotrigona* sp., avaliando aspectos como adaptação biológica e manejo das colônias, e comparar seu desempenho em relação à um modelo de caixa cabocla.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 ÁREA DE ESTUDO E DETALHES DA POPULAÇÃO ESTUDADA

Este trabalho foi realizado na área externa do laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental (1°26'11.52"S, 48°26'35.50"W) em Belém, Pará, Brasil, durante o período

de Agosto/2013 a Janeiro/2014, que compreende tanto época seca entre Agosto e Novembro, quanto o início do período chuvoso em Dezembro e Janeiro.

O tipo climático de Belém obedece ao padrão Afi, de acordo com a escala de Köppen (PEEL et al., 2007). A Embrapa está localizada em uma área de preservação ambiental, onde podem ser encontradas áreas de mata explorada, área de mata secundária (capoeiras) e plantios de diversas espécies tropicais, nativas e introduzidas.

Foram utilizadas colônias provenientes do município de Castanhal, localidade de Inhangapi, no interior do Estado do Pará. Estas colônias foram coletadas de oco de árvores de áreas utilizadas para a agricultura e transferidas para caixas não padronizadas até serem transferidas para as caixas utilizadas neste estudo, adotando-se os mesmos cuidados e procedimentos descritos por Nogueira-Neto (1997). As colônias foram alimentadas mensalmente com xarope de açúcar, conforme Costa e Venturieri (2009).

Durante a realização do estudo, as colônias foram dispostas em abrigos individuais protegidos da chuva por telhados e das formigas isolando-se a base dos abrigos com óleo queimado em estopa de algodão, conforme descrito em Contrera e Venturieri (2008).

4.4.2 AS CAIXAS

O modelo de caixa proposto e comparado com o modelo de caixa cabocla foi o baseado no modelo Embrapa utilizado na região Norte para criação de algumas abelhas do gênero *Melipona* (VENTURIERI, 2008b). Este modelo, por sua vez, é baseado no modelo de Portugal-Araújo (1955), modificada por Oliveira e Kerr (2000) e Venturieri (2008a) (Figura 1). A caixa Embrapa é de seção quadrada, com dimensões externas totais de 25 x 25 x 34 cm com espessura de madeira de 2,5 cm, segmentada em quatro partes principais: ninho (25x25x8 cm = 3,2L), sobreninho (25x25x8 cm= 3,2L), melgueira (21x21x7 cm=3,2L) e tampa (25x 25 x 2,5 cm), assim detalhados:

Ninho: Local destinado à área dos discos de cria, invólucro e potes de alimento (mel e pólen) para o sustento mínimo da colônia. Um orifício de 20 mm de diâmetro na região frontal possibilita a entrada e saída das abelhas. Neste modelo de caixa, existe um corredor de entrada que corre por dentro da parede de madeira no nível do piso da caixa, medindo 20 mm de largura por 25 mm de altura, por onde as abelhas circulam. No centro da base existe um orifício de 31 mm de diâmetro feito para permitir a circulação de ar no interior da caixa. Este orifício é vedado com tela metálica fina para impedir que as abelhas façam dele uma segunda entrada.

Sobreninho: Segmento destinado à expansão do ninho. Possui em sua base duas réguas grossas, medindo 3 cm de largura, 1 cm de espessura e 20 cm de comprimento, que auxiliam na sustentação dos discos de cria e/ou potes e no processo de divisão da colônia. Na parte superior são dispostas seis varetas finas e largas (2 cm de largura, 0,5 cm de espessura e 21 cm de comprimento) com o objetivo de evitar que os discos de cria grudem na tampa ou na melgueira.

Melgueira: Alça destinada ao armazenamento dos potes de alimento. Apresenta uma abertura central de 1 cm de largura para a passagem das abelhas.

Tampa: Extremidade superior da caixa que apresenta dois orifícios de 31 mm de diâmetro na região mediana, com a função de facilitar a circulação de ar e a alimentação suplementar com auxílio de garrafas.

Para este estudo não foi utilizado a melgueira, visto que as colônias não foram utilizadas para produção de mel, apresentando um volume interno total de 6,4 L.

Para comparação com o modelo de caixa proposto (Embrapa), foram confeccionadas caixas caboclas horizontais, sem divisões, com dimensões externas de 49,5 x 17 x 17 cm, com espessura das paredes de 2,5 cm, e volume interno de 6,4 L. Desta forma, os dois modelos apresentaram aproximadamente o mesmo volume e espessura, variando apenas a forma e divisões internas. Com relação ao material, os dois modelos de caixa foram confeccionados utilizando a madeira Louro canela (*Ocotea* sp.).

Figura 1 - Caixa racional modelo Embrapa desenvolvida para *Scaptotrigona* sp. (Vista frontal)

- Área dos discos de cria:

O primeiro disco de cria maduro de cada colônia foi medido com o auxílio de um paquímetro, seu maior e menor diâmetro (em milímetros) foram anotados e multiplicados para obtenção da área do disco de cria (D maior x D menor).

4.4.3.2 Ocupação das caixas:

O espaço ocupado de cada colônia foi mensurado com o auxílio de uma régua graduada, e posteriormente transformado em porcentagem.

4.4.3.3 Manejo:

- Nota

As colônias receberam notas subjetivas baseadas nas observações de um único observador, considerando-se os seguintes critérios:

Nota 1 - Colônia de desempenho ***muito fraco***: Colônia com um pequeno número de operárias novas, jovens e adultas. Discos de cria nascentes apenas na base do ninho e de tamanho reduzido; sem rainha poedeira; sem potes de alimento e sobreninho vazio.

Nota 2 - Colônia de desempenho ***fraco***: Colônia com poucas operárias jovens e adultas. Discos de cria novos em número reduzido apenas no ninho; Poucos potes de alimento no ninho e sobreninho vazio.

Nota 3 - Colônia de desempenho ***médio***: Colônia com boa quantidade de operárias (metade do número esperado em uma colônia forte), com no mínimo cinco discos de cria de tamanho reduzido, poucos potes de ninho totalmente preenchido e sobreninho parcialmente ocupado.

Nota 4 - Colônia de desempenho ***forte***: Colônia com um número médio de abelhas operárias (metade do número previsto para a quantidade de abelhas da espécie), com no mínimo oito discos de cria grandes potes de alimento (mel e pólen) ocupando todo o espaço ao redor dos discos de cria, preenchendo todo o ninho e sobreninho com mais da metade ocupado.

Nota 5 - Colônia de desempenho ***muito forte***: Colônia com um grande número de operárias; mínimo de dez discos de cria grandes, potes de alimento ocupando todo o espaço ao redor dos discos de cria e ninhos e sobreninhos preenchidos.

- Presença de Forídeos

A presença ou ausência de forídeos foi observada em cada colônia.

- Presença de simbioses e predadores

A presença ou ausência de inquilinos no espaço desocupado da caixa foi observada em cada colônia.

- Facilidade de manejo

A facilidade na inspeção, alimentação e divisão das colônias foi devidamente anotada em fichas de campo.

- Divisão

Ao término do experimento foi realizada a divisão de cada uma das colônias anotando-se o tempo gasto para sua realização e vantagens e desvantagens entre os dois modelos de caixa.

4.4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar o desempenho das colônias de *Scaptotrigona* sp. entre os dois modelos de caixa, foi utilizado o teste paramétrico t de Student.

4.5 RESULTADOS

4.5.1 ANÁLISE NUMÉRICA DOS COMPONENTES DO NINHO

Entre os dois modelos de caixa testados, houve diferença no diâmetro do tubo de entrada ($t=-2,000$; $GL=58$; $p<0,05$) e na área do disco de cria ($t = -2,394$; $GL= 58$; $p<0,05$) o que não ocorreu para os demais parâmetros (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação do desenvolvimento de colônias de *Scaptotrigona* sp. alojadas em dois diferentes modelos de caixa, cabocla e Embrapa (teste t).

Componentes do ninho	Médias		t	GL	p
	Caixa Cabocla	Caixa Embrapa			
Tubo de entrada - comprimento	56,4 mm	59,2 mm	-0,470	58	0,640

Tubo de entrada - diâmetro	21,2 mm	23,9 mm	-2,000	58	0,050
Nº de discos	10,3	9,3	1,721	58	0,090
Área do disco de cria	9771,4 mm ²	12369,0 mm ²	-2,394	58	0,019

O diâmetro do tubo de entrada apresentou diferença entre os dois modelos de caixa estudados (Figura 2). A variação foi de 20 mm para a caixa cabocla e de 23 mm para a caixa Embrapa (Tabela 2).

Figura 2 - Diâmetro do tubo de entrada (mm) de *Scaptotrigona* sp. em caixa cabocla e caixa Embrapa. n = 30 observações por modelo de caixa.

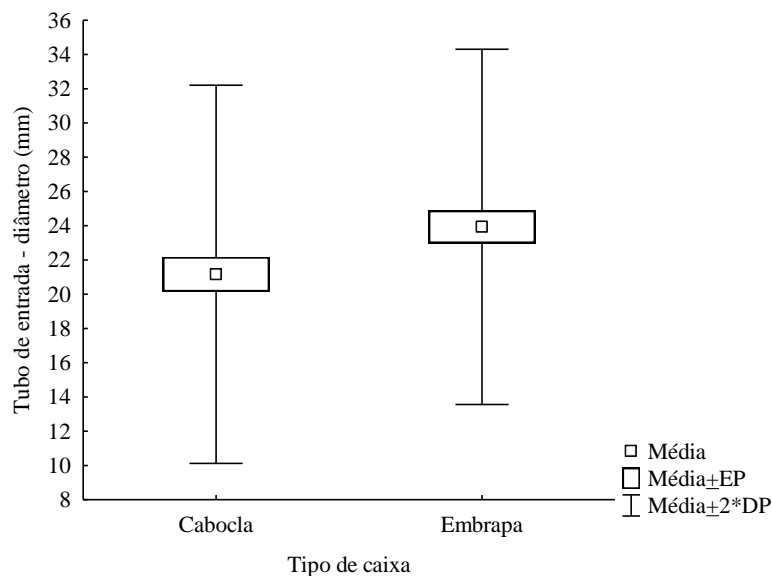


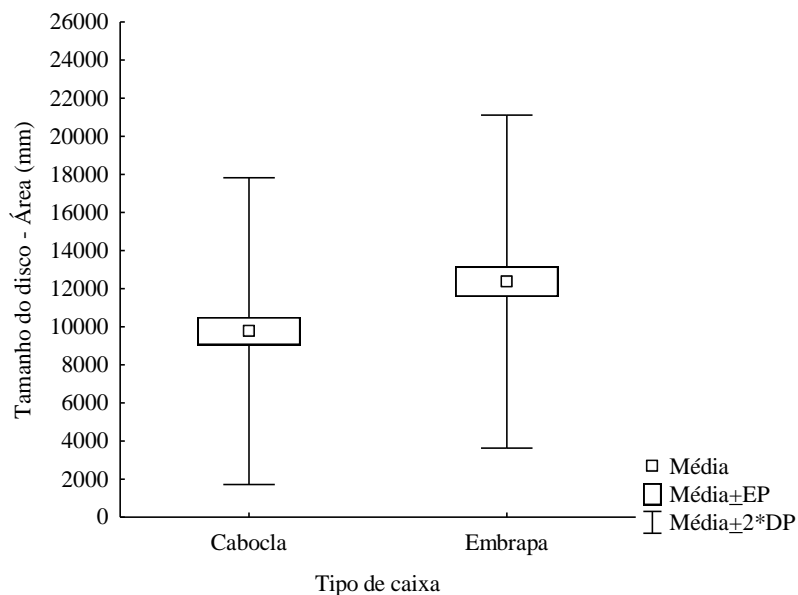
Tabela 2 - Descrição numérica dos componentes internos de ninhos de *Scaptotrigona* sp. alojadas em diferentes modelos de caixa, cabocla e Embrapa.

Parâmetros	Caixa Cabocla (n = 30)			Caixa Embrapa (n = 30)		
	Variação	Média + DP	CV	Variação	Média + DP	CV
Tubo de entrada - comprimento	23 - 120	56,4 ± 25,21	45%	20 - 140	59,2 ± 20,13	34%

Tubo de entrada - diâmetro	10 - 30	21,2 ± 5,52	26%	10 - 33	23,93 ± 5,18	22%
Nº de discos	7 - 15	10,3 ± 2,36	23%	4 - 14	9,3 ± 2,13	23%
Área do disco de cria	20000 - 2800	9771,4 ± 4026,5	41%	23250 - 4225	12369,0 ± 4371,1	35%

A área do disco de cria, neste trabalho, diferiu significativamente entre os dois modelos de caixa apresentando em média 2597,6 mm a mais na caixa Embrapa (Figura 3).

Figura 3 – Área do disco de cria (mm) de *Scaptotrigona* sp. em caixa cabocla e caixa Embrapa. n = 30 observações por modelo de caixa.



4.5.2 OCUPAÇÃO DA CAIXA

A ocupação da caixa não apresentou diferença significativa ($t=1,048$; $GL=58$; $p=0,299$) entre os dois modelos testados. No entanto, foi possível observar diferenças no tempo que as colônias levaram para ocupar os dois modelos (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição do tempo (em dias) que as abelhas *Scaptotrigona* sp. levaram para ocupação total (100%) das caixas, cabocla e Embrapa.

Tipo de caixa	Tempo de ocupação da caixa (dias)				
	Cl. 01	Cl. 02	Cl. 03	Cl. 04	Cl. 05
Cabocla	Não ocupou	120	150	Não ocupou	Não ocupou
Embrapa	60	90	Não ocupou	150	120

4.5.3 MANEJO

As colônias apresentaram uma variação na nota de 2 a 5 para ambos os tipos de caixa.

Não foi observada a presença de simbioses ou predadores (baratas, lagartixas, besouros, etc) em nenhuma caixa durante todo o experimento e a presença de forídeos só foi detectada uma vez no mês de outubro, em uma caixa cabocla.

Em relação às atividades de manejo notou-se diferenças importantes no momento de abertura das caixas, na caixa cabocla, que não possuíam as varetas no topo do sobreninho, os discos ficaram grudados na tampa, frequentemente causando danos nos discos e dificultando a correta manipulação dos mesmos, já que estes em muitos casos, permaneciam fixados a tampa, obrigando o manejador a retirá-los da tampa para não torna-los de cabeça para baixo, o que não é recomendado (JUNGNICKEL, et al., 2001; NOGUEIRA-NETO, 1997) (Figura 4).

Figura 4 - Discos de cria de *Scaptotrigona* sp. grudado na tampa da caixa cabocla, dificultando o manejo.



Na caixa Embrapa os discos de cria se fixavam nas réguas de sustentação, entretanto, houve acúmulo maior de própolis no espaço entre as varetas e a tampa, provocando, especialmente em colônias fortes, maior dificuldade na abertura das caixas (Figura 5).

Figura 5 - Réguas de sustentação do sobreninho da caixa Embrapa com grande acúmulo de própolis.



Apenas oito colônias foram divididas, visto que duas não desenvolveram o suficiente. O tempo gasto no processo de divisão não apresentou diferença significativa (t para variâncias separadas = 1,986; GL= 5; p= 0,103) (Tabela 4).

Tabela 4- Dados do procedimento de divisão das colônias em dois modelos de caixas, cabocla e Embrapa.

Nº da colônia	Tipo de caixa	Tempo (seg.) gasto na divisão	Rasgou os discos?	Rasgou potes?	Escorreu mel?
01	cabocla	827	Sim	Não	Não
02	cabocla	599	Sim	Sim	Não
03	cabocla	1278	Sim	Sim	Sim
04	cabocla	798	Sim	Sim	Sim
05	Embrapa	646	Não	Não	Não
06	Embrapa	557	Não	Não	Não

07	Embrapa	584	Não	Sim	Não
08	Embrapa	414	Sim	Não	Não

4.6 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que as colônias se desenvolveram de forma semelhante em ambos os modelos de caixa, contudo, o modelo de caixa Embrapa apresentou características que facilitaram à inspeção e divisão das colônias, causando menores danos às estruturas do ninho.

Embora o comprimento do tubo de entrada não tenha apresentado diferença significativa, destaca-se que ele apresentou uma ampla variação, comparando-se as diferentes colônias, o que expressa o estado de desenvolvimento das colônias naquele momento (NOGUEIRA-NETO, 1997). A variação do comprimento do tubo já foi observada para *Scaptotrigona xanthotricha* (Moure, 1950) em caixa vertical semelhante ao modelo proposto (BARBOSA-COSTA, 2010).

Com relação ao diâmetro dos tubos de entrada e o tamanho da área dos discos de cria os resultados mostraram que as colônias alojadas em caixas Embrapa apresentaram tamanhos significativamente maiores, este resultado, associado ao mais rápido preenchimento da caixa indica uma maior população das colônias alojadas neste modelo de caixa. Estes dados nos permite afirmar que essas colônias apresentam também um maior tráfego de abelhas forrageiras e um maior número de abelhas guardas posicionadas na entrada do ninho, conforme trabalhos de Biesmeijer et al. (2005), Couvillon et al. (2008) e Portugal-Araújo (1978).

Em termos práticos isso significa que as colônias alojadas na caixa Embrapa apresentam um maior fluxo de abelhas coletando alimento e materiais de construção (FIDALGO; KLEINERT, 2007; HILÁRIO et al., 2000), e ainda, uma maior proteção contra inimigos naturais (GRÜTER et al., 2011), pelo maior número de abelhas guarda presente na entrada do ninho.

Com relação a ocupação das caixas, embora não se tenha encontrado diferença neste estudo, quando comparamos as colônias amostradas, é possível observar que, o número de caixas ocupadas e o tempo que as abelhas levaram para ocupar a caixa Embrapa foi menor quando comparado ao tempo da caixa cabocla, refletindo em uma melhor distribuição dos

componentes do ninho na caixa Embrapa. Esta afirmação é reforçada ainda pelo fato de que visivelmente as caixas caboclas apresentaram espaços vazios durante uma boa parte do experimento. O que não é interessante para o desenvolvimento das abelhas, pois a uniformidade do núcleo onde se encontram os imaturos exerce importante influência na conservação e controle da temperatura de incubação em colônias de abelhas sem ferrão (ENGELS et al., 1995; ZUCCHI; SAKAGAMI, 1972).

Em geral, podemos afirmar que o volume interno utilizado neste trabalho foi proporcional ao tamanho do ninho da espécie estudada. No entanto, são necessários estudos relacionados à arquitetura dos ninhos da espécie *Scaptotrigona* sp. em condições naturais para se entender melhor a dinâmica de ocupação das cavidades naturais pela espécie.

Quanto ao manejo, o modelo de caixa proposto facilitou a inspeção e a divisão das colônias. Quando comparamos as colônias amostradas, o principal problema observado foi no momento da abertura das caixas. A ausência de varetas na caixa cabocla permitiu que os discos de cria pudessem ficar grudados na tampa da caixa e conseqüentemente de cabeça para baixo, o que provoca a mortalidade de centenas de futuras abelhas e a perda de uma grande porcentagem dos ovos, que são mortos por afogamento no alimento larval (ver JUNGNICHEL et al., 2001; NOGUEIRA-NETO, 1997), além de acarretar um maior tempo destinado a soltura dos discos aderidos a tampa.

A presença de varetas de sustentação na caixa Embrapa evitou este problema, no entanto, o acúmulo de própolis no espaço entre as varetas e a tampa também dificultou a abertura da caixa, embora reafirme o potencial desta espécie para produção de própolis. Este problema poderá ser facilmente minimizado aumentando-se o espaço entre as varetas e a tampa.

Apesar de a nota subjetiva não ter apresentado diferença significativa, destaca-se que este parâmetro foi importante para a avaliação do desenvolvimento das colônias.

Com relação à presença de forídeos, os resultados mostraram que não houve problemas com esse inimigo natural nos dois modelos de caixa, possivelmente em virtude da época de realização deste estudo que não favoreceu a proliferação destes inimigos (OLIVEIRA; VENTURIERI; CONTRERA, 2013; PEREIRA, 2006) e de uma capacidade maior das *Scaptotrigonas* em se defender destes inimigos.

As abelhas sem ferrão apresentam uma grande diversidade de simbioses e parasitas que habitam seus ninhos (BEZERRA et al., 2000; NOGUEIRA-NETO, 1997). Contudo, nas colônias formadas raramente encontramos outros animais vivendo nas caixas, possivelmente devido ao pouco tempo de existência das mesmas.

Quanto à divisão das colônias, os resultados mostraram que não houve diferença no tempo de divisão entre as colônias alojadas nos dois tipos de caixa. No entanto, acredita-se que este resultado seja explicado pelo baixo número de amostras deste experimento. Sendo necessário, portanto, um estudo com maior número de amostras. Contudo, este parâmetro foi importante para diferenciar os modelos de caixa quanto a sua facilidade durante o processo de divisão de colônias, com vantagens ao modelo Embrapa, onde diferentes etapas da manutenção e divisão das colônias foram favorecidos.

A divisão de colônias alojadas em caixas cabocla apresentou alguns inconvenientes quando comparado às colônias alojadas em caixas Embrapa onde o processo de divisão foi simplificado e mais rápido.

Na caixa cabocla, foi necessário a manipulação dos discos de cria e a intervenção de um instrumento cortante (*e.g.* faca) para separar os discos, o que reflete em um manejo mais demorado e pouco eficaz. A manipulação dos discos de cria pode causar a mortalidade da cria nova, por afogamento no alimento larval (como anteriormente citado), além de favorecer o rompimento de potes de mel, que quando danificados deixavam escorrer seu conteúdo para o fundo da caixa, às vezes causando a morte de indivíduos da colônia e atraindo predadores como formigas e abelhas pilhadoras.

Na caixa Embrapa houve uma facilidade de se executar o procedimento de divisão, em virtude deste modelo de caixa apresentar subdivisões e varetas de separação. A separação dos discos ocorreu naturalmente sem que houvesse maiores intervenções, conforme demonstrado por Oliveira e Kerr (2000). A utilização de varetas entre o ninho e o sobreninho (Venturieri, não publicado) é um utensílio que facilitou a separação e minimizou os danos, o que auxilia num rápido e eficaz manejo. Este resultado já foi observado para outras espécies de abelhas sem ferrão em caixa semelhante ao modelo proposto (VENTURIERI, 2008a).

4.7 CONCLUSÃO

- Se considerarmos que o objetivo das colmeias racionais é facilitar o manejo e o rápido desenvolvimento das colônias, sem danificar os discos de cria e comprometer o desenvolvimento das colônias, a caixa Embrapa apresentou resultados satisfatórios, podendo por tanto ser utilizada na criação racional desta espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMENDRA, E. C. de A. **Aspectos da bionomia da abelha tiúba (*Melipona compressipes*)**. 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, 2007.
- BARBOSA-COSTA, K. **Multiplicações, em condições experimentais, caracterização físico-química e nutricional do mel, produtividade de mel e pólen e indução da produção *in vitro* de rainhas de *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 (HYMENOPTERA: APIDAE : MELIPONINA) na Amazônia**. 2010. 160 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2010.
- BEZERRA, J. M. D.; PERUQUETTI, R. C.; KERR, W. E. Adaptive behavior of *Scotocryptus melitophilus* Reitter (Coleoptera: Leiodidae) to live with its host *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 199-203, 2000.
- BIESMEIJER, J. C. et al. Convergent evolution: floral guides, stingless bee nest entrances, and insectivorous pitchers. **Naturwissenschaften**, v. 92, p. 444–450, 2005.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007.
- CAMARGO, J. M. F.; POSEY, D. A. O conhecimento dos Kayapó sobre as Abelhas Sociais sem Ferrão (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera). **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia**, v.6, n.1, p. 17- 42, 1990.
- CARVALHO, C. A. L. et al. **Como criar abelhas sem ferrão: do cortiço à caixa racional**. Cruz das Almas-BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2006. 30p.
- CARVALHO-ZILSE, G. A. et al. **Criação de Abelhas Sem Ferrão**. 1. ed. Brasília: IBAMA, 2005. 27p.
- CHIARI, W. C. et al. Avaliação de diferentes modelos de colméias para abelhas jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 881-887, 2002.
- COLLETO-SILVA, A. **Implicações na implantação da meliponicultura e etnobiologia de abelhas sem ferrão em três comunidades indígenas no estado do Amazonas**. 2006. 208 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2006.
- CONTRERA, F. A. L.; VENTURIERI, G. C. **Vantagens e limitações do uso de abrigos individuais e comunitários para a abelha indígena sem ferrão urucu-amarela (*Melipona flavolineata*)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p.1-6. (Comunicado Técnico, n. 211).
- CONTRERA, F. A. L., MENEZES, C., VENTURIERI, G. C. New horizons on stingless beekeeping (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.4, p. 48–51, 2011.

CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n.2, p. 275–292, 2006.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; KOEDAM, D. Meliponários de Jandaíra do Nordeste Brasileiro. **Mensagem Doce**, n. 59, p.8-1, 2000.

COSTA, L.; VENTURIERI, G. C. Diet impacts on *Melipona flavolineata* workers (Apidae, Meliponini). **Journal of Apicultural Research**, v. 48, n. 1, p. 38-45, 2009.

COUVILLON, M. J. et al. Comparative study in stingless bees (Meliponini) demonstrates that nest entrance size predicts traffic and defensivity. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 21, p. 194–201, 2008.

ENGELS, W.; ROSENKRANZ, P.; ENGELS, E. Thermoregulation in the nest of the Neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica* and a hypothesis on the evolution of temperature homeostasis in highly eusocial bees, **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 30, p. 193–205, 1995.

FERREIRA, J. B.; REBELLO, J. F. Belterra: O paraíso das abelhas indígenas sem ferrão. **Mensagem Doce**, n. 83, p.12-19, 2005.

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

GRÜTER, C.; KÄRCHER, M. H.; RATNIEKS, F. L. W. The natural history of nest defence in a stingless bee, *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae), with two distinct types of entrance guards. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 55-61, 2011.

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

JAFFÉ, R. et al. Diagnóstico da Meliponicultura no Brasil. **Mensagem Doce**, n.120, p. 7-9, 2013.

JARAMILLO-MONROY, O. et al. Biología y cultivo de *Scaptotrigona pachysoma*. Parte I: Característica de los nidos naturales de abejas “Congo” em Unión Juárez, Chiapas. In: VI Seminário Americano de Apicultura, 1992, Oaxtepec. **Anais...**, 1992. p. 102-106.

JUNGNICKEL, H. et al. Chemical properties allow stingless bees to place their eggs upright on liquid larval food. **Physiological Entomology**, v.26, n.4, p.300-305, 2001.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte: Fundação Acangaú, 1996. 144 p. (Coleção Manejo da Vida Silvestre).

KERR, W. E. et al. Observações sobre a arquitetura dos ninhos e comportamento de algumas espécies de abelhas sem ferrão das vizinhanças de Manaus, Amazonas (Hymenoptera, Apoidea). **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica (zoologia)**, p. 255-309, 1967.

- KERR, W. E; PETRERE-JÚNIOR, M.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Informações biológicas e estimativa do tamanho ideal da colmeia para a abelha tíuba do Maranhão (*Melipona compressipes fasciculata* Smith – Hymenoptera, Apidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, n.1, p. 45-52, 2001.
- MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, G. C. **Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no Nordeste Paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 36 p. (Documentos, 364).
- MAIA-FILHO, E. M. et al. Efeito antimicrobiano in vitro de diferentes medicações endodônticas e própolis sobre *Enterococcus faecalis*. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 56, n.1, p. 21-25, 2008.
- MICHENER, C. D. **The bees of the World**. 2 ed. Baltimore: John Hopkins, 2007. 918 p.
- MONTEIRO, W. R. Meliponicultura (Criação de abelhas sem ferrão). Colméias (Caixas). **Mensagem Doce**, n. 45, p. 06-13, 1998.
- NOGUEIRA-NETO, P. A Colmeia Racional. In: NOGUEIRA-NETO, P. (Org.). **A Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão: Meliponinae**. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1970. p. 130-194.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446 p.
- OLIVEIRA, A. P. M de; VENTURIERI, G. C.; CONTRERA, F. A. L. Body size variation, abundance and control techniques of *Pseudohyocera kerteszi*, a plague of stingless bee keeping. **Bulletin of Insectology**, v. 66, n.2, p. 203-208, 2013.
- OLIVEIRA, F.; KERR, W. E. **Divisão de uma colônia de japurá (*Melipona compressipes manaosensis*) usando-se uma colmeia e o método de Fernando Oliveira**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2000. 10 p.
- PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climat classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.
- PEREIRA, C. D. **Atividade sazonal e morfometria de forídeos (Diptera: Phoridae) e seus parasitóides em colméias da Tribo Meliponini (Hymenoptera: Apidae) na Amazônia**. 2006.152 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia /UFAM, 2006.
- PINTO, G. S. **Diagnóstico da meliponicultura em Belterra, PA e caracterização física, química e microbiológica de méis de *Scaptotrigona* sp.** 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, 2012.
- PORTUGAL-ARAÚJO, V. **Colméias para abelhas sem ferrão**. Angola: Boletim do Instituto de Angola, 1955. 31 p.
- PORTUGAL-ARAÚJO, V. **Abelhas sociais**. Manaus: INPA, 1976. 97 p. (Coletânea Anotada).

- PORTUGAL-ARAÚJO, V. Um artefato de defesa em colônias de Meliponíneos. **Acta Amazônica**, v. 8, p. 508–509, 1978.
- RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI A. 1991. Ecologia nutricional de abelhas sociais. In: PANIZZI, A. R.; PARRA J. R. P. (Org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, 1991, p. 225-252.
- ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, p.124–143, 2006.
- SAKAGAMI, S. F. Stingless bees. In: HERMANN, H. R. (Org.). **Social insects, vol. III**, New York : Academic Press, 1982. p. 361–423.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas do Brasil: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte: Edição eletrônica, 2002. 253 p.
- SOUSA, H. R. de; MELO, W. A.; ALBURQUEQUE, P. M. C. Adaptação de coletores "Tira e Põe", na produção de própolis da abelha Tubi - Barra do Corda, MA, BR, **Mensagem Doce**, n. 118, p. 14-15, 2012.
- SOUZA, I. C.; MARTINS, M. A. S.; ALVES, R. M. O. **Criação de abelhas sem ferrão**. Salvador-BA, 1994. 56p. (Manual de Meliponicultura).
- VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *Scaptotrigona nighohirta* e *Melipona melanoventer* (Apidae: Meliponinae): espécies amazônicas com potencialidades para a meliponicultura. In: Encontro sobre abelhas de Ribeirão Preto, 04, Ribeirão Preto. **Anais...** 2000. p.356.
- VENTURIERI, G. C.; RAIOL, V. F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os Agricultores familiares de Bragança, PA, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 2, p.1-7, 2003.
- VENTURIERI, G. C. **Caixa para a criação de Uruçu-Amarela *Melipona flavolineata* Friese, 1900**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008a. p.1-8. (Comunicado Técnico, n. 212).
- VENTURIERI, G. C. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 2. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008b. 60p.
- VENTURIERI, G. C. et al. Meliponicultura no Brasil: Situação Atual e Perspectivas Futuras para o Uso na Polinização Agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (Org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuições e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012. p. 213-236.
- VILLANUEVA-G, R.; ROUBIK, D. W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, v.86, n.2, p.35-41, 2005.
- VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico: mel de abelhas sem ferrão**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza - ISPN, 2012. 96 p.
- ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F. Capacidade termorreguladora em *Trigona spinipes* e em algumas outras espécies de abelhas sem ferrão, In: **Homenagem a W.E. Kerr**. Rio Claro, 1972. p. 301-309.