



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA ANIMAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FABIANO LUIZ DE OLIVEIRA

**ATIVIDADE DE VOO DE *Plebeia aff. flavocincta* (APIDAE, MELIPONINI) E SUA
RELAÇÃO COM FATORES ABIÓTICOS**

Mossoró – RN

2015

FABIANO LUIZ DE OLIVEIRA

**ATIVIDADE DE VOO DE *Plebeia aff. flavocincta* (APIDAE, MELIPONINI) E SUA
RELAÇÃO COM FATORES ABIÓTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração em Ecologia e Conservação do Semiárido.

Orientador: Professor Dr. Michael Hrcir

Mossoró – RN

2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Oliveira, Fabiano Luiz de.

Atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* Apidae, Meliponini e sua relação com fatores abióticos / Fabiano Luiz de Oliveira. - Mossoró, 2015.

47f: il.

1. Abelhas. 2. Atividade de voo - abelhas. 3. Condições abióticas. 4. Caatinga. 5. Janela térmica. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/454

CDD 638.1 O48a

FABIANO LUIZ DE OLIVEIRA

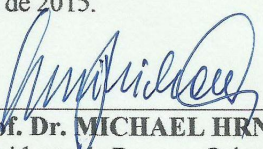
**ATIVIDADE DE VOO DE *Plebeia aff. flavocincta* (APIDAE, MELIPONINI) E SUA
RELAÇÃO COM FATORES ABIÓTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração em Ecologia e Conservação do Semiárido.

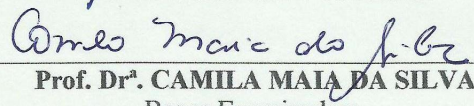
Banca examinadora

Data da aprovação :

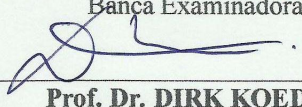
Mossoró, 27 de fevereiro de 2015.



Prof. Dr. MICHAEL HRNCIR
Presidente da Banca e Orientador



Prof. Dr^a. CAMILA MAIA DA SILVA
Banca Examinadora.



Prof. Dr. DIRK KOEDAM
Banca Examinadora.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FABIANO LUIZ DE OLIVEIRA, nasceu no dia 21 de Junho de 1983 na cidade de Mossoró-RN. Cursou o ensino médio no colégio estadual Abel Coelho e no colégio Eliseu Viana (em Mossoró) concluindo no ano de 2002 neste mesmo período ingressou no Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte onde cursou Eletromecânica. Iniciou o ensino superior no ano 2004 na então Escola Superior de Agricultura de Mossoró, concluindo na já Universidade Federal Rural do Semiárido onde graduou-se em Agronomia no ano de 2010. Em 2013 ingressa no programa de pós graduação em ciência animal desta mesma instituição, consolidando a minha atuação principalmente nos seguintes temas: insetos sociais com ênfase em abelhas sem ferrão.

*A Deus que mim carregou nos braços e me sustentou quando estava cansado e
tudo parecia perdido na minha vida,*

*Aos meus filhos pelo amor incondicional que tenho a vocês, e por serem a
minha ponte de superação em toda dificuldade que enfrento.*

*Ao meus pais pelo apoio e presença constante e por não permitirem que desistisse
e continuasse a lutar*

Aos meu irmãos, pelo companheirismo e amizade.

Aos meus sobrinhos pela inocência e espontaneidade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Michael Hrnir** pela amizade, confiança, por ter me aceitado mesmo sem ter me conhecido e falado com você, por tornar a pesquisa científica mais simples e sem paredes no seu entorno, por toda disponibilidade e dedicação com que trata seus alunos individualmente...nos fazendo pensar e ir mais longe. Por saber e entender todos os meus problemas...me apoiando até este momento.

A Dra. **Camila Maia** pelo apoio, incentivo...amizade ao longo desses dois anos.

Ao Dr. **Dirk Koedam** pelas valiosas informações transmitidas;

Ao Professor **Dr. Patrício Borges Maracajá** por toda amizade construída ao longo de todos esses anos. E pela oportunidade que me proporcionou estagiando na Universidade Federal de Campina Grande por todos amigos que fiz. Quando estive neste local

À Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPCA);

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) pela concessão da bolsa.

Aos professores do PPCA, que participaram direta e indiretamente para a execução desse trabalho;

Aos todos amigos que passaram ou que continua no laboratório de ecologia comportamental, pelos muitos momentos de descontração (Ulysses, Maiko, Amanda Castro, Noeide Ferreira, Marília Carlos Lira, Fracimária Rodrigues, Thiago e todos da graduação). Em especial ao meu amigo Caio Azevedo Costa, sem você este trabalho não seria possível, levarei isso pra sempre na minha vida.

Ao meu grande amigo Arquimedes pelo apoio e força de que sempre precisei...

À minha esposa Tatiana, pelos muitos momentos de ausência, cuidar dos nossos filhos (Bernardo e Sarah).

Não posso deixar. De agradecer as meninas da limpeza do laboratório e do prédio da ecologia por toda gentileza que tem com todos nós ...seja no café ou nos recados...

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram e apoiaram com a realização deste sonho que se concretiza

“O correr da vida embrulha tudo,
a vida é assim: esquenta e esfria,
aperta e daí afrouxa, sossega depois desorienta,
o que ela quer da gente é coragem.”
(Guimarães Rosa)

“ Superar as dificuldades, sem jamais
entrar no conformismo que corroe a
esperança e apaga as
possibilidades de correr riscos,
mudar rumos e realizar sonhos”.
(Valentina Piovezan)

ATIVIDADE DE VOO DE *Plebeia* aff. *flavocincta* (APIDAE, MELIPONINI) E SUA RELAÇÃO COM FATORES ABIÓTICOS

OLIVEIRA, Fabiano Luiz. Atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* (Apidae, Meliponini) e sua relação com fatores abióticos. 2015. 47f. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN. Brasil, 2015.

Resumo

Espécies de abelhas sem ferrão que ocorrem no semiárido brasileiro são adaptadas ao clima quente e seco dessa região. No semiárido brasileiro os recursos florais disponíveis para a alimentação das abelhas variam muito ao longo do ano. Os fatores climáticos associados à variação na disponibilidade de recursos podem definir as atividades externas das colônias. Essas atividades são fundamentais para a manutenção das colônias, uma vez que suprem a colônia de alimentos (pólen e néctar) e outros materiais para construção e defesa da colônia (resina). Nesse sentido, foi analisado as condições abióticas principalmente temperatura ambiental externa, interna e umidade relativa sendo verificado que estas variáveis estão relacionadas e interagem com atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* no semiárido brasileiro e no bioma Caatinga onde estas estão inseridas. Também foi verificado que as condições abióticas que favoreceram o pico dos principais recursos coletados por estas abelhas estão em uma faixa de temperatura entre 32 a 34 °C. A atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* aumenta as coletas intensificando suas atividades externas, quando há recursos em grande quantidade, como nos meses de maior precipitação principalmente no que refere-se aos principais recursos como pólen e néctar, já que neste período há uma maior oferta de recursos florais, enquanto no período seco, houve atividade, mas não na mesma intensidade. As colônias destas abelhas ajustam a atividade forrageira aumentando tanto a atividade individual como também a força de trabalho colonial e que portanto os resultados aqui encontrados sugerem ajustes comportamentais às variações ambientais da região semiárida em respostas as mudanças e demandas da colônia.

Palavras chave: Condições abióticas, Forrageamento, Janela térmica, Caatinga

FLIGHT ACTIVITY of *Plebeia* aff. *flavocincta* (APIDAE, MELIPONINI) AND ITS RELATIONSHIP WITH ABIOTIC FACTORS

OLIVEIRA, Fabiano Luiz. Flight activity of *Plebeia* aff. *flavocincta* (APIDAE, MELIPONINI) and its relationship with abiotic factors. 2015. 47f. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN. Brasil, 2015.

Abstract

Stingless bee species that occur in the Brazilian semiarid region are adapted to the hot and dry climate of the region. Additionally, the availability of floral resources varies greatly throughout the year. Thus, climatic factors associated with variation in resource availability may be important determinants for the external activities of stingless bee colonies in this ecoregion. The foraging activities are critical for the maintenance of colonies, since they are important to supply the colonies with food (pollen and nectar) and materials for construction and defense of the colony (resin). In the present study, I analyzed the abiotic conditions, mainly external ambient temperature, nest-internal temperature and relative humidity, and investigated whether and to which extent these variables are related to and interact with the foraging activity of *Plebeia* aff. *flavocincta* in the Brazilian semiarid region, where these bees naturally occur. The peak foraging activity of the bees was in a temperature range between 32-34°C. The colonies of *Plebeia* aff. *flavocincta* intensified their nectar and pollen collection in months with elevated precipitation, when resources in the environment were abundant. In the dry period, by contrast, foraging activity was generally low. The colonies adjusted their foraging activity to the given climatic conditions, which points to behavioral adaptations of this bee species to the environmental unpredictability of the Brazilian semiarid region.

Keywords: stingless bees, abiotic conditions, foraging, thermal window, Caatinga

Sumário

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1ÁREA ESTUDADA.....	14
2.2 ESPÉCIE ESTUDADA	15
2.3 ATIVIDADE DE VOO <i>PLEBEIA</i> AFF. <i>FLAVOCINCTA</i> E FATORES ABIÓTICOS	15
2.4ANALISE DOS DADOS.....	16
2.4.1 <i>Diferenças de temperatura ao longo do dia</i>	16
2.4.2 <i>Diferenças na atividade de voo ao longo do ano</i>	16
2.4.3 <i>Relação entre as fatores abioticos e a atividade de voo</i>	17
2.4.4 <i>Interação entre as condições abioticas e a atividade de voo</i>	17
3. RESULTADOS	19
3.1ATIVIDADE DE VOO DE <i>PLEBEIA</i> AFF. <i>FLAVOCINCTA</i>	19
3.2DIFERENÇAS MÉDIAS DE TEMPERATURA EM CADA HORÁRIO DE OBSERVAÇÃO.....	21
3.3RELAÇÃO ENTRE AS CONDIÇÕES ABIOTICAS E A ATIVIDADE DE VOO	22
3.3.1 <i>Saída e retorno de abelhas</i>	23
3.3.2 <i>Retorno de abelhas com pólen</i>	24
3.3.3 <i>Retorno de abelhas com néctar</i>	25
3.3.4 <i>Retorno de abelhas com resina</i>	26
3.3.5 <i>Saída com lixo</i>	26
3.4JANELA TÉRMICA DE FORRAGEAMENTO	27
3.5INTERAÇÃO ENTRE AS CONDIÇÕES ABIOTICAS E A ATIVIDADE DE VOO	28
3.5.1 <i>Periodo seco</i>	30
3.5.2 <i>Periodo chuvoso</i>	31
3.6INTERAÇÃO ENTRE AS CONDIÇÕES ABIOTICAS E PICOS DE ATIVIDADES	31
4. DISCUSSÃO	34
4.1ATIVIDADE DE VOO AO LONGO DO ANO	34
4.2DIFERENÇAS DE TEMPERATURA ENTRE OS HORÁRIOS.....	35
4.3JANELA TÉRMICA DE FORRAGEAMENTO	35
4.4CONDIÇÕES ABIOTICAS E SUA RELAÇÃO COM ATIVIDADE DE VOO DE <i>PLEBEIA</i> AFF. <i>FLAVOCINCTA</i>	36
5. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini) são um grupo de abelhas altamente eussociais com mais de 500 espécies e que apresenta distribuição geográfica nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (CAMARGO; PEDRO, 2012, MICHENER, 2013). Esse grupo apresenta uma ampla variação no que refere-se a características comportamentais, e em relação às estratégias de forrageamento e de comunicação, assim como também no que diz respeito a densidades populacionais, e arquiteturas dos seus ninhos (MICHENER, 1974).

Operárias de abelhas sem ferrão, durante suas atividades externas de forrageamento, coletam pólen (fonte protéica) e néctar (carboidratos) além de outros materiais como barro e resina para construção e vedação dos seus ninhos (ABSY; KERR 1977, GUIBU et al. 1988, RAMALHO et al. 1989, 1991, MICHENER 2000). Estas atividades podem ser influenciadas pela oferta de recursos florais, pelas condições internas das colônias (reserva alimentar, produtividade das rainhas) e por fatores abióticos, tais como temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa, precipitação e velocidade do vento (IWAMA 1977, SZABO 1980, KLEINERT-GIOVANNINI 1982, IMPERATRIZ-FONSECA et al. 1985, KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERTRIZ-FONSECA 1986, HEARD & HENDRIKZ 1993, FREITAS ; WITTMANN 1997, HILÁRIO et al. 2000, 2001, PICK ; BLOCHTEIN 2002).

As atividades internas (construção de células de cria) e externas (forrageamento) das colônias de abelhas são modificadas em função das variações climáticas sazonais (PICK; BLOCHTEIN, 2002; RIBEIRO et al., 2003; BORGES; BLOCHTEIN, 2006; FERREIRA JUNIOR et al., 2010; MAIA-SILVA et al, 2015). A temperatura pode restringir a atividade quando muito alta ou muito baixa (HILÁRIO et al., 2000) ou dependendo da duração de exposição nestas condições (temperatura altas ou baixas), podem causar a morte da cria, assim como o colapso fisiológico de operárias no ninho ou de forrageiras em voo (SIMPSON, 1961; HERAN, 1968; KRONENBERG; HELLER, 1982; HEINRICH, 1987, 1993, 1996; PRANGE, 1996; MARDAN; KEVAN, 2002).

A influência da temperatura ambiental sobre atividade de forrageira varia entre as diferentes espécies em função do tamanho, coloração e pilosidade do corpo (PEREBOOM; BIESMEIJER, 2003; BIESMEIJER et al., 1999). As espécies grandes com músculos de voo maiores (relacionada com o tamanho do tórax) são capazes de aquecer o corpo de forma mais eficiente e podem iniciar a atividade forrageira em temperaturas ambientais baixas do que as espécies pequenas (HEINRICH, 1993). Temperaturas ambientais elevadas expõem as abelhas

ao perigo de superaquecimento, durante o forrageamento (WILLMER; CORBET, 1981). Sob as mesmas condições ambientais abelhas de cores mais claras sofrem menor risco de superaquecimento por insolação e são capazes de continuar coletando recursos, enquanto abelhas de cores mais escuras sofrem restrições térmicas e limitam a atividade forrageira. Consequentemente, as espécies escuras preferem manchas com flores sombreadas e evitam as manchas mais ensolaradas (WILLMER; CORBET, 1981; BRUIJN; SOMMEIJER, 1997; PEREBOOM; BIESMEIJER, 2003; BIESMEIJER et al., 1999).

Durante o voo em temperaturas ambientais elevadas as forrageadoras de néctar podem regurgitar o conteúdo da carga de néctar armazenada dentro da vesícula nectarífera, assim causando um resfriamento evaporativo do corpo (HEINRICH, 1979). Porém esse mecanismo não é possível para as forrageadoras de pólen, uma vez que essas saem do ninho com néctar armazenado na vesícula nectarífera, que em parte é consumido durante a viagem de coleta (fonte de energia) e outra parte é adicionada ao pólen para o empacotamento nas corbículas (LEONHARDT et al., 2007). Essa diferença com relação à termorregulação entre forrageadoras de néctar e de pólen, em combinação com o fato de que o aumento da taxa de evaporação em períodos de maior radiação solar torna o néctar das flores mais concentrado (ROUBIK; BUCHMANN, 1984), podem explicar a diminuição na coleta de pólen e aumento na coleta de néctar ao longo do dia (SOMMEIJER et al., 1983; BRUIJN; SOMMEIJER, 1997; PIERROT; SCHLINDWEIN, 2003; SILVA et al., 2011).

Os fatores climáticos associados à variação na disponibilidade de recursos florais no ambiente podem definir o padrão de forrageamento de abelhas (ROUBIK, 1982; KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; KAJOBE; ECHAZARRETA, 2005; MAIA-SILVA, et al 2014,2015). Visto que a atividade forrageira influencia diretamente na quantidade de recursos armazenados nas colônias (ROUBIK, 1982) também é possível que as colônias modifiquem as atividades internas do ninho (por exemplo, a produção de cria) em respostas às alterações ambientais (MAIA-SILVA et al., 2015).

Na região semiárida brasileira o clima é caracterizado por temperaturas anuais elevadas e longos períodos de escassez de água, com uma estação quente e seca e outra quente e chuvosa (PRADO, 2003), período em que se concentram as florações (ZANELLA; MARTINS, 2003; MAIA-SILVA et al., 2015). Esta diferenças na disponibilidade de recursos gera um padrão sazonal, de intenso forrageamento pelas abelhas na estação chuvosa seguido de uma queda significativa na atividade forrageira na estação seca (MAIA-SILVA et al, 2015).

As decisões coloniais quando e qual recurso coletar são influenciadas por uma ampla gama de parâmetros tanto bióticos como abióticos, fato que frequentemente dificulta a identificação dos fatores mais relevantes utilizados pela colônia em cada situação (MAIA-SILVA et al, 2015).

Estudos que visam avaliar a influência dos fatores abióticos (variáveis climáticas) nas atividades externas de forrageio das colônias são importantes para compreender as adaptações comportamentais das espécies. Além disso, esses estudos podem auxiliar nas investigações relacionadas às futuras mudanças climáticas globais e contribuir com informações valiosas para a conservação das espécies e favorecendo a elaboração de planos de manejo adequados.

Com isto procurou no desenvolvimento deste trabalho avaliar a influencia dos fatores abióticos (temperatura e umidade relativa) nas atividades externa de voo de *Plebeia aff. flavocincta* que é uma abelha pequena e nativa da região. Visando responder os seguintes questionamentos: (1) Dentre fatores climáticos estudados quais influenciam a atividade forrageira de pólen e néctar assim como em outros recursos? (2) Existe alguma diferença neste influência quando comparado ao período seco e chuvoso?(3) E como estas atividades interagem potencialmente ao fatores avaliados?

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área estudada

O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional de Assu (Flona-Assu), localizada a 5°34'59,13''S e 36°56'42,13''O, altitude média de 100 m. está inserida na microrregião do Vale do Assu, no município de Assu, região central do estado do Rio Grande do Norte (IBGE, 2014). O clima do local, segundo a classificação de Köppen é "Bswb" do tipo seco, muito quente e com estação chuvosa restrita a um período curto do ano. A precipitação média anual de 585,8 mm. A região estudada apresenta uma irregularidade pluviométrica característica, com alta variabilidade no tempo e no espaço, apresentando deficiência hídrica bastante acentuada na maior parte do ano (de sete a nove meses) e chuvas concentradas em poucos meses (de três a cinco meses, entre fevereiro a junho). Durante o estudo a temperatura e umidade relativa média anual foram de 29°C e 61 %, respectivamente. A precipitação nos 12 meses de estudo foi de 15 mm para os meses referentes a 2012 utilizados e 313,8 mm para os de 2013 (Figura 1).

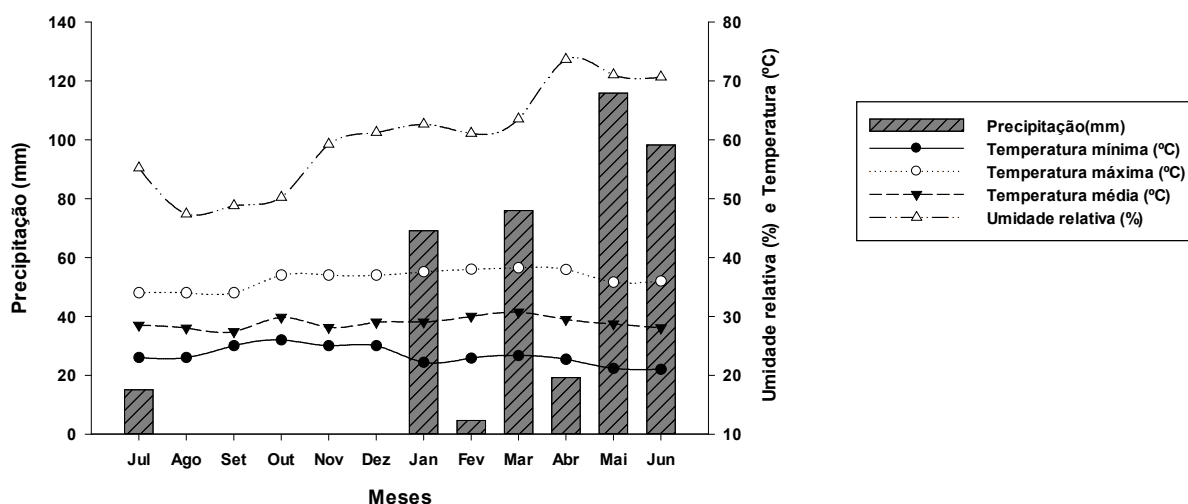


Figura 1. Distribuição da precipitação e temperatura máxima, média e mínima na Flona de Assu no período de julho de 2012 a junho de 2013.

A Flona de Assu é uma unidade de conservação federal gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), que tem como função proteger, fiscalizar e monitorar a floresta. A Flona de Assu é um remanescente de floresta de Caatinga, mantendo preservada uma grande biodiversidade nativa, além de constitui um importante refúgio para a

fauna local (ICMbio, 2015). Localizada na região central do estado do Rio Grande do Norte, possui uma área de 544 hectares, e configura-se como uma das poucas unidades de conservação do estado (COSTA et al., 2010).

2.2 Espécie estudada

A espécie estudada foi *Plebeia* aff. *flavocincta*. A abreviação aff. no nome da espécie de *Plebeia* remete à palavra "aff. inis", que indica que há uma afinidade de identidade biológica da espécie estudada com a *Plebeia flavocincta* (COCQUEREL, 1912). Isto é devido a existência de divergências com relação à sistemática do grupo (CAMARGO; PEDRO 1992) e a caracterização de suas espécies tem sido pouco trabalhada. Para Camargo e Moure (1988), as diferenças morfológicas que permitem a distinção entre espécies do gênero são escassas.

O gênero *Plebeia* Schwarz, 1938 constitui um grupo bastante diversificado e amplamente distribuído na região tropical e subtropical (México à Argentina). No Brasil são conhecidas 16 espécies desse gênero. (SILVEIRA et al., 2002). De acordo com Michener (1990) *Plebeia* é morfológicamente um dos gêneros mais primitivos entre as abelhas sem ferrão (Meliponini), os ninhos das abelhas deste gênero apresentam uma diversificação em relação ao número de indivíduos, coloração, tamanho, arquitetura e substratos. Eles são construídos em ocos de troncos de árvores moirões de cercas, fendas de rochas e paredes de casas, em áreas urbanas (WITTER, 2007). O mel e o pólen são armazenados em potes e as crias desenvolvem-se em favos horizontais ou helicoidais. Em algumas espécies o invólucro protetor dos favos é bem desenvolvido, enquanto que em outras ele pode ser reduzido ou ausente (CAMARGO; WITTMANN, 1989; PICK; BLOCHTEIN, 2002). Todas as espécies deste gênero armazenam própolis viscosa e pegajosa no interior dos ninhos (NOGUEIRA-NETO, 1997).

2.3 Atividade de voo *Plebeia* aff. *flavocincta* e fatores abióticos

Nesse estudo foram observadas quatro colônias de *Plebeia* aff. *flavocincta*, todas provenientes de meliponários da própria região de Assu-RN. As colônias foram instaladas um mês antes do início dos experimentos, para aclimatização das abelhas em seu novo ambiente.

As observações ocorreram ao longo dos meses de Julho de 2012 a Junho de 2013, sendo realizadas em 48 semanas, distribuídos em 24 semanas no período seco (junho a dezembro de 2012) e 24 semanas no período chuvoso (janeiro a junho de 2013).

Cada colônia foi observada durante cinco minutos por hora, semanalmente da 5:00 h até a 17:00 h, totalizando quatro observações mensais. Nessas observações foram monitorados os horários de saída e entrada; o número de abelhas entrando e saindo na colônia e o tipo de material coletado pelas abelhas (néctar, pólen, resina); o número de abelhas saindo com lixo. Foi utilizado um contador manual para contagem das abelhas. Não foi possível distinguir entre abelhas entrando com néctar e abelhas sem carga ou com água. Desse modo, abelhas entrando sem pólen, resina foram consideradas retornando com néctar (PIERROT; SCHLINDWEIN, 2003). Além dos horários de saída e entrada foram coletados também os dados referentes a temperatura e umidade relativa do ar a partir de termohigrômetro Minipa NT instalado no meliponário.

2.4 Análise dos dados

2.4.1 Diferenças de temperatura ao longo do dia

Para saber se existe diferenças de temperatura (temperatura ambiental externa obtida em local próximo ao das colônias monitoradas e a temperatura verificada no interior das colônias onde fica a região de cria) entre os horários de observação ao longo do dia em cada período estudado. E posteriormente foi realizada a média destas diferenças encontrada em cada horário e comparando os períodos estudados, este procedimento foi realizado com auxílio do programa GraphPad Prism for Windows 6.01.

2.4.2 Diferenças na atividade de voo ao longo do ano

Para verificar possíveis diferenças das variáveis coloniais entre os meses foram avaliados através de uma anova Two Way ANOVA sendo (fator 1: mês de observação; fator de 2: colônias). O nível considerado como diferença estatisticamente significativa foi $P \leq 0,05$. Nas tabelas são apresentados os valores médios e desvio padrão, das quatro colônias estudadas *Plebeia* aff. *flavocincta*. Estes procedimentos foram realizados com auxílio do programa SigmaPlot 12.5 for Windows.

2.4.3 Relação entre as fatores abioticos e a atividade de voo

Buscando saber uma possível relação existente entre a temperatura ambiental externa e interna, e as atividades referentes a entrada e saída de abelhas assim como os outros recursos foi realizada uma comparação entre estes fatores através de uma regressão não-linear (modelo Gauss, e 3 parâmetros), e com isso determinando a temperatura ideal para cada atividade de voo através da melhor curva dos dados e picos de cada modelo fornecido.

Com base nestes dados também foi possível determinar a janela térmica de cada atividade externa através do número de operárias em termos percentuais, retornando à colônia em uma dada temperatura ambiente (°C) com néctar e pólen. A partir deste modelo de regressão, obtivemos a janela térmica de forrageamento (faixa de temperatura em que 90% da atividade externa ocorreu) (MAIA-SILVA et al., 2014). Estes procedimentos foram realizados com auxílio do programa Sigmaplot 12.5 for Windows.

2.4.4 Interação entre as condições abioticas e a atividade de voo

Partindo de uma relação existente entre as variáveis abióticas e as variáveis da atividade de voo, buscou-se saber de que modo estas variáveis interagem e contribui no sentido de suas variações, na intensidade das atividades de voo das colônias.

Para identificar esta interação foi realizada uma análise de correlação canônica, procedimento estatístico multivariado que permite verificar as correlações lineares existentes entre dois grupos ou conjuntos de variáveis (X e Y). Essa análise consiste na obtenção de um par de variáveis latentes, denominadas variáveis estatísticas canônicas, que sejam combinações lineares das variáveis dos dois vetores (X e Y) e que as informações contidas nos parâmetros estejam concentradas na correlação entre essas novas variáveis. Cada par de variáveis estatísticas canônicas é denominado de função canônica (FERREIRA, 2008; HAIR JUNIOR et al., 2009; HAIR JUNIOR et al., 2005; MINGOTI, 2005).

Nessa técnica de análise multivariada, o número máximo de funções canônicas que podem ser obtidas é igual ao número de variáveis do menor conjunto de dados. O primeiro par de variáveis estatísticas canônicas é obtido de forma a apresentar a maior correlação possível com os grupos de variáveis. Pode-se obter um segundo par, não correlacionado com o primeiro, que contenha o máximo de informação remanescente que não tenha sido contemplada pela

explicação do primeiro par de variáveis latentes e assim sucessivamente (HAIR JUNIOR et al., 2009; HAIR JUNIOR et al., 2005; MINGOTI, 2005; FERREIRA, 2008).

Neste trabalho foram considerados os dados originais observados em cada uma das estações ou períodos estudados, para verificar as associações existentes entre um primeiro grupo de fatores abióticos (Temperatura ambiental externa, interna e umidade relativa do ar) formado por todos os dados obtidos a partir de termohigrômetro IMIPA NT instalado nos respectivos locais e um segundo grupo formado por todos os valores contabilizados pelas atividades inerentes ao voo de *Plebeia aff. flavocincta* (entrada, saída, pólen, néctar, resina e lixo). O primeiro grupo representa as variáveis independentes (X) e o segundo as dependentes (Y). Foram estimadas as cargas canônicas, ou seja, as correlações entre as variáveis originais e suas respectivas variáveis estatísticas canônicas e as cargas canônicas cruzadas que representam a correlação entre uma variável original de um determinado grupo e a variável estatística canônica do outro grupo. De forma preliminar à análise de correlação canônica, foram estimadas as correlações lineares simples entre as variáveis como forma de avaliar a existência de multicolinearidade entre elas.

Utilizou-se o teste multivariado de significância Lambda de Wilks (aproximação da distribuição F) para avaliar a significância das raízes canônicas conjuntamente. Além disso, utilizou-se o teste generalizado de Shapiro-Wilk para verificar a existência de normalidade multivariada dos dados utilizados, uma vez que o teste de significância da correlação canônica só tem validade quando os vetores X e Y são normais multivariados (FERREIRA, 2008; JOHNSON; WICHERN, 1992; MINGOTI, 2005).

A quantidade de variância explicada, ou seja, o percentual de variância na variável estatística canônica dependente que pode ser explicada pela variável estatística canônica independente, e vice-versa, foi determinada elevando-se ao quadrado a correlação canônica (R^2 canônico). Já a quantidade de variância compartilhada explicada entre as variáveis observadas dependentes e independentes e as suas respectivas variáveis estatísticas canônicas foi determinada elevando-se ao quadrado as cargas canônicas. O mesmo foi realizado para as cargas canônicas cruzadas com o intuito de estimar a variância compartilhada explicada entre a variável dependente ou independente observada com a variável estatística canônica oposta.

Procedimento semelhante foi realizado novamente mudando apenas o conjunto de dados para verificar as associações existentes entre um primeiro grupo de fatores abióticos (Temperatura ambiental externa e interna máxima em relação ao pico de cada atividade externa) com um segundo grupo formado pelas atividades próprias ao voo de *Plebeia aff. flavocincta* que correspondente ao número máximo de abelhas em cada atividade (pico de entrada, pico

saída, pico máximo de pólen, e néctar, resina e pico retirada de lixo) valores determinado através da curva Gauss obtido na regressão não linear. Todas as análises canônicas foram realizadas utilizando o software estatístico (XLSTAT Versão 2014).

3. RESULTADOS

3.1 Atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta*

Pôde se verificar diferenças das variáveis coloniais entre os meses de estudo, sendo algumas destas (entrada, pólen, néctar) não influenciadas pelas condições ou estado, em que as quatro colônias se encontrava durante o período de avaliação e sim por fatores relacionados ao meses, diferentemente do que foi observado com a resina que teve influência da condições inerentes as colônias (Tabela 1).

Sendo os meses com maior precipitação (Figura 1), maior intensidade de atividade de voo desta abelhas nas quatro colônia de observação, principalmente no que refere-se entrada, pólen, néctar (Figura 2 e 3) enquanto resina apresentou uma maior regularidade nos meses estudados.

Tabela 1 Variação da atividade colônial no curso de deste trabalho

		Variação colonial ao longo dos meses estudados												Two Way ANOVA (F)		
		Estatística descritiva	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Meses	Colônias
Atividade de voo	Entrada	Média	104.1	138.6	107.4	60.06	86.81	131.6	112.3	161.4	79.88	84.69	177.2	193.2	2.692*	3.495 ^{ns}
		Desvio Padrão	48.08	103.9	45.41	49.17	37.57	92.17	88.31	125.9	63.06	18	36.45	28.67		
	Pólen	Média	24.44	19.56	13.13	6.375	8.563	12.56	10.63	42.56	18.75	19	74.88	79.75	5.545****	2.608 ^{ns}
		Desvio Padrão	11.99	19.11	9.612	8.197	2.014	7.227	8.25	32.85	17.27	8.493	16.58	13.65		
	Néctar	Média	81.25	113.3	104	51.63	73.56	112.4	112.7	115.9	58.94	62.5	89.06	102.6	2.129*	1.763 ^{ns}
		Desvio Padrão	39.37	76.59	36.95	39.17	32.86	73.98	72.65	86.01	48.95	13.81	13.8	17.07		
	Resina	Média	2.75	3.375	2	1.063	4.5	3.563	1.313	1.438	2.5	3.188	17.94	15.44	24.94****	8.168**
		Desvio Padrão	1.099	3.918	1.837	0.9437	4.541	2.839	1.712	1.463	2.638	3.058	18.99	9.921		

Variação da atividade colônial no curso de deste trabalho. Dado são valores médios e desvio padrão das quatro colônias estudadas *Plebeia aff. flavocincta*. As diferenças entre os meses foram avaliados através de Two Way ANOVA (fator 1: mês de observação; fator de 2: colônias). Dado são os F-valores da respectiva fonte de variação (mês, colônia). * indicam diferenças significativas e ^{ns} indicam diferenças não significativas (post hoc de Tukey, P <0,05)

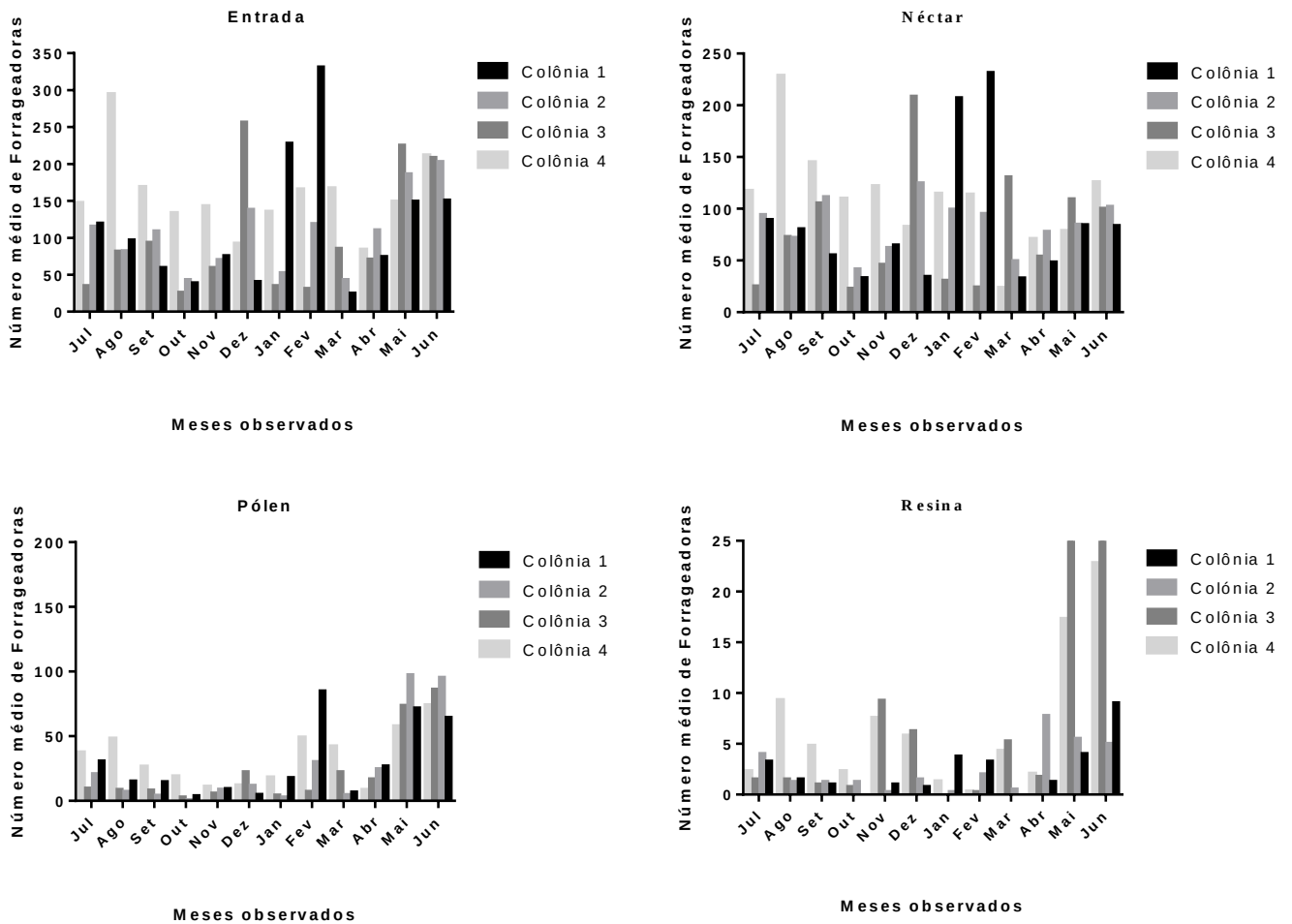


Figura 2. Variação mensal da atividade de voo entre quatro colônias de *Plebeia* aff. *flavocincta* no semiárido brasileiro

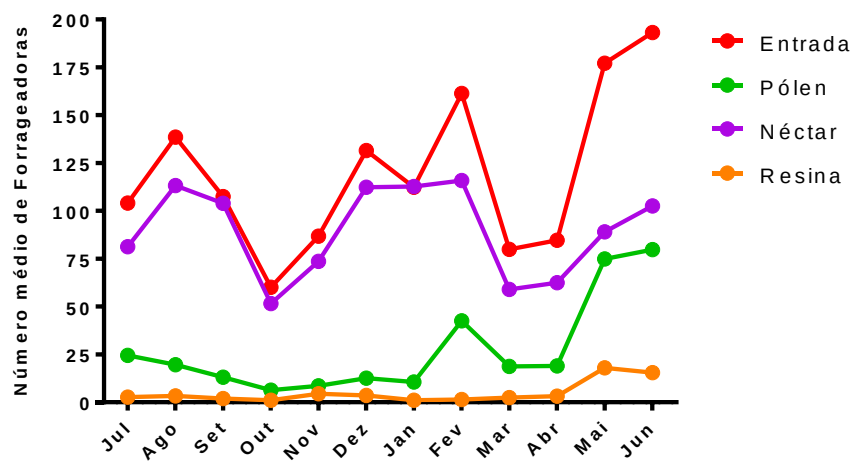


Figura 3. Variação mensal da atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* no semiárido brasileiro

3.2 Diferenças médias de temperatura em cada horário de observação

Foi possível observar entre períodos estudados que a temperatura ambiental externa foi superior a situação encontrada no ambiente interno das colônias monitoradas nos dois períodos nos mesmo horários de observação conforme pode ser visto na **figura 4**. Sendo a maior diferença em relação a temperatura ambiental externa 0,70 °C (12h-13h) no período seco e no chuvoso de 0,74°C (11h-12h). Em relação a temperatura ambiental interna, esta foi maior no primeiros horários de observação nos dois períodos estudados, havendo diferenças em relação ao horário final das observações que no período seco externa foi maior. Sendo a maior diferença em relação a temperatura ambiental interna -0,41 °C (5h-6h) no período seco e no chuvoso de -1,1°C (5h-6h).

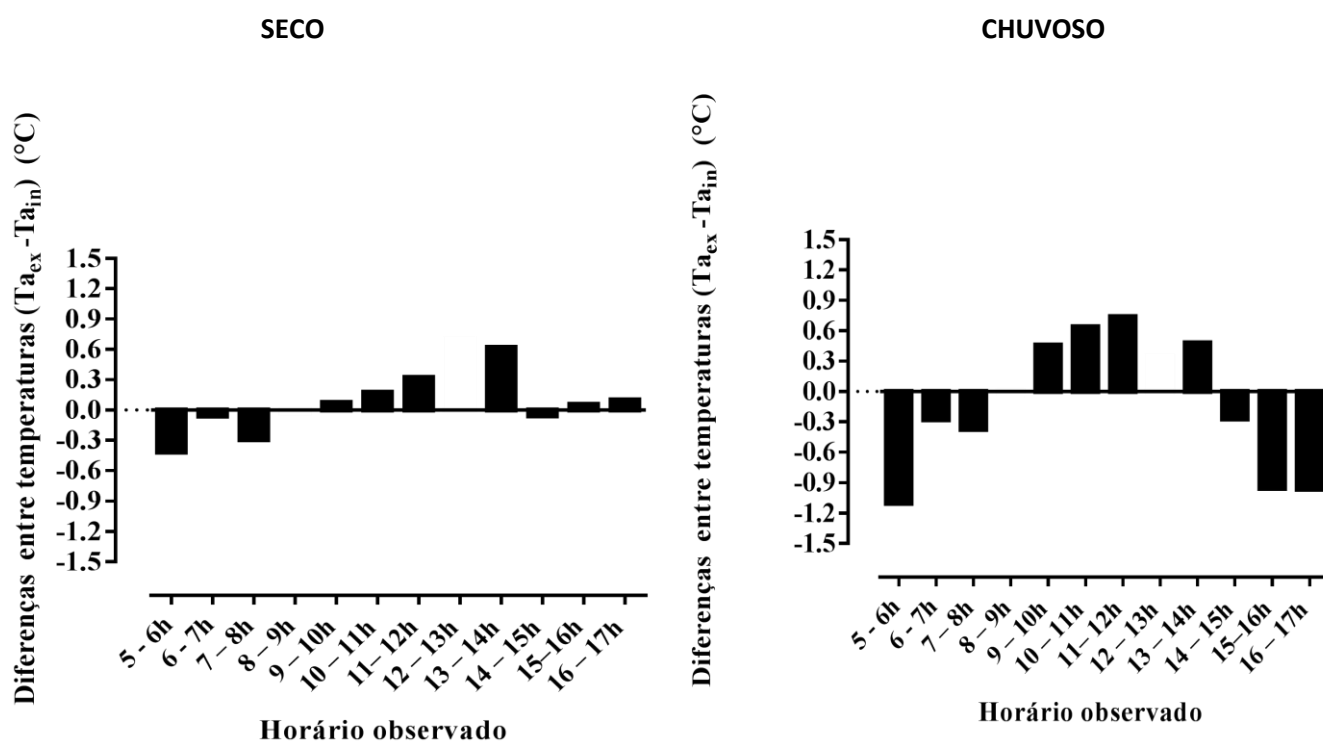


Figura 4. Diferenças médias entre temperaturas (ambiental externa e interna) no período de julho de 2012 a junho de 2013(Seco e Chuvoso respectivamente)

3.3 Relação entre as condições abióticas e a atividade de voo

Com base nos resultados da análise de regressão não linear (Tabela 2), é possível verificar através dos seus coeficientes de determinação, uma relação existente entre as atividades da colônias e variáveis abióticas estudadas, sendo as principais atividades (retorno e saída de abelhas, e retorno com pólen e néctar) mais fortemente relacionada com temperatura ambiental externa enquanto que as demais atividades estão mais relacionadas com a temperatura ambiental interna. Também foi verificado que as condições abióticas que favoreceram o pico destas atividades estão em uma faixa de temperatura entre 32 a 34 °C.

Tabela 2 análise de regressão não linear entre as condições abióticas e a atividade de voo

		Temperatura ambiente interno	Temperatura ambiente externo
Retorno de abelhas	R ²	76.69%	92.73%
	R ² ajustado	73.71%	91.82%
	Pico de atividade	33,03°C	34,40°C
Saída de abelhas	R ²	89.61%	95.68%
	R ² ajustado	88.12%	95.14%
	Pico de atividade	34,16°C	34,40°C
Retorno com pólen	R ²	79.82%	82.95%
	R ² ajustado	76.94%	80.82%
	Pico de atividade	32,96°C	33,71°C
Retorno com néctar	R ²	89.91%	92.02%
	R ² ajustado	88.46%	91.02%
	Pico de atividade	34,46°C	34,57°C
Retorno com Resina	R ²	60.12%	49.82%
	R ² ajustado	53.47%	40.69%
	Pico de atividade	33,82°C	34,02°C
Saída com lixo	R ²	80.46%	79.14%
	R ² ajustado	76.11%	74.51%
	Pico de atividade	34,12°C	34,20°C

R² demonstra a confiabilidade da curva proposta e R²ajustado indica a proporção de variabilidade nos dados da variável independente explicado pelo respectivo modelo (ZAR,1999)

3.3.1 Saída e retorno de abelhas

Atraves das curvas apresentadas na **figura 5** também é possível verificar que há semelhanças entre temperatura interna e externa quando se trata do inicio das saida que é maior no intervalo compreendido de 25 a 30° C, mesmo havendo uma pequena dispesão nos pontos em relação ao primeiro fator citado, em temperaturas inferiores a este itevalo. Em relação ao pico de saida de abelhas que foi respectivamente conforme a **figura 5** de 34,16 °C (15,16% de abelhas que saíram) e 34,40°C(15,28 % de abelhas que saíram) e que portanto apresentou uma diferença de 0,24°C.

No que refere ao termino desta atividade há uma diminuição acentuada de saida de abelhas em relação a termperatura interna e externa foi respectivamente de 38,19°C e 38,84°C e relação diminuição na saida foi 2,84% e 1,78% de um total de 8116 abelhas contabilizadas.

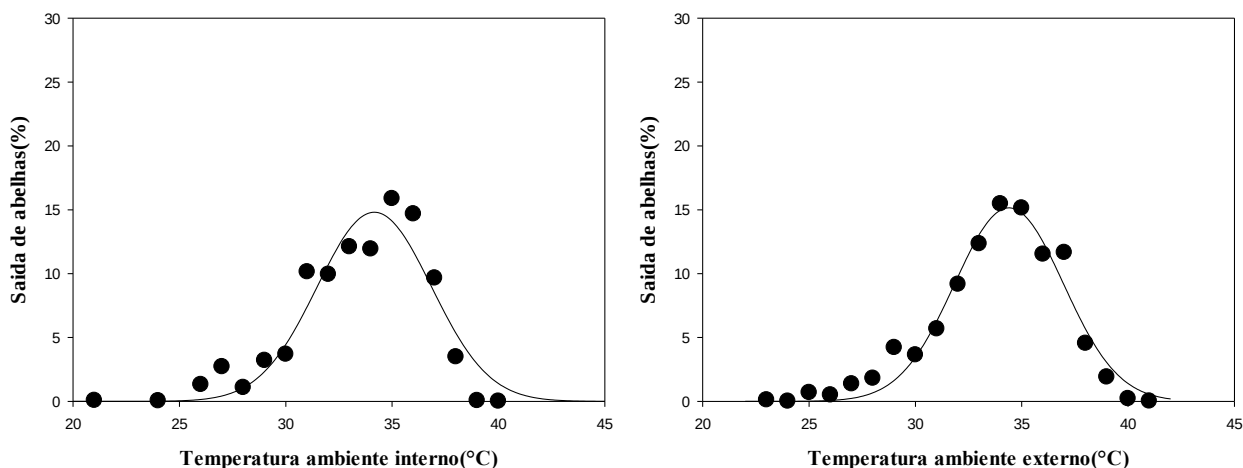


Figura 5: Relação entre temperatura ambiental interna e externa respectivamente e a saída de abelhas (%) *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das abelhas saindo das colônias. N= 8116 abelhas

Atraves das curvas apresentadas na **figura 6** abaixo também é possível verificar que há semelhanças entre temperatura interna e externa quando se trata do inicio do retorno de abelhas que é maior no intervalo compreendido de 25 a 30° C, mesmo havendo uma pequena dispesão nos pontos em relação ao primeiro fator citado, em temperaturas inferiores a este itevalo. Em relação ao pico de saida de abelhas que foi respectivamente conforme a **figura 6** de 33,03 °C (10,77 % de abelhas que retornaram) e 34,40°C(15,19 % de abelhas que retornaram) e que portanto apresentou uma diferença de 1,37 °C.

No que refere ao termino desta atividade este há uma diminuição acentuada de retorno de abelhas em relação a termperatura interna e externa foi respectivamente de 38,73°C e 38,86°C e relação diminuição no retorno foi 3,24% e 2,73 % de um total de 9167 abelhas contabilizadas.

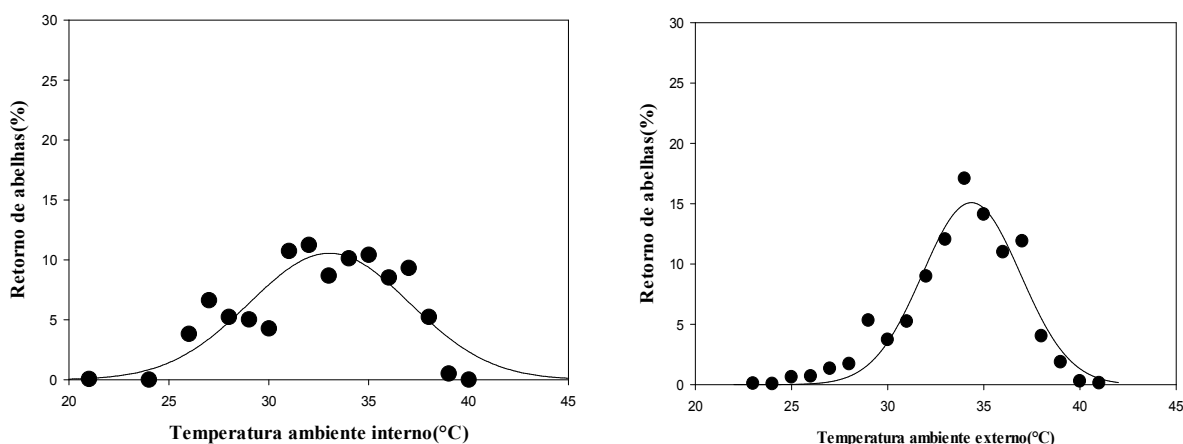


Figura 6: Relação entre temperatura ambiental interna e externa respectivamente e o retorno de abelhas (%) *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das abelhas retornando às colônias. N= 9167 abelhas

Em relação saída e retorno de abelhas pôde se observar em relação a temperatura ambiental interna em ambas atividades um afastamento dos pontos da curvas aumentando sua dispersão enquanto para temperatura ambiental externa houve uma aproximação maior em torno das curvas com relação aos pontos

3.3.2 Retorno de abelhas com pólen

Atraves das curvas apresentadas na **figura 7** também é possível verificar que há semelhanças entre temperatura interna e externa quando se trata do inicio de retorno que é maior no intervalo compreendido de 25 a 30° C, mesmo havendo uma pequena dispersão nos pontos em relação ao primeiro fator citado, em temperaturas inferiores a este intervalo. Em relação ao pico de retorno com pólen que foi respectivamente conforme a **figura 7** de 32,96 °C (12,81% de abelhas que retornaram com pólen) e 33,71 °C (14,48 % abelhas que retornaram com pólen) e que portanto apresentou uma diferença de 0,75°C. No que refere ao termino desta atividade este há uma diminuição retorno com pólen de abelhas em relação a temperatura interna e externa foi respectivamente de 38,14°C e 37,87°C (2,84% e 3,72%) de um total de 2082 abelhas contabilizadas.

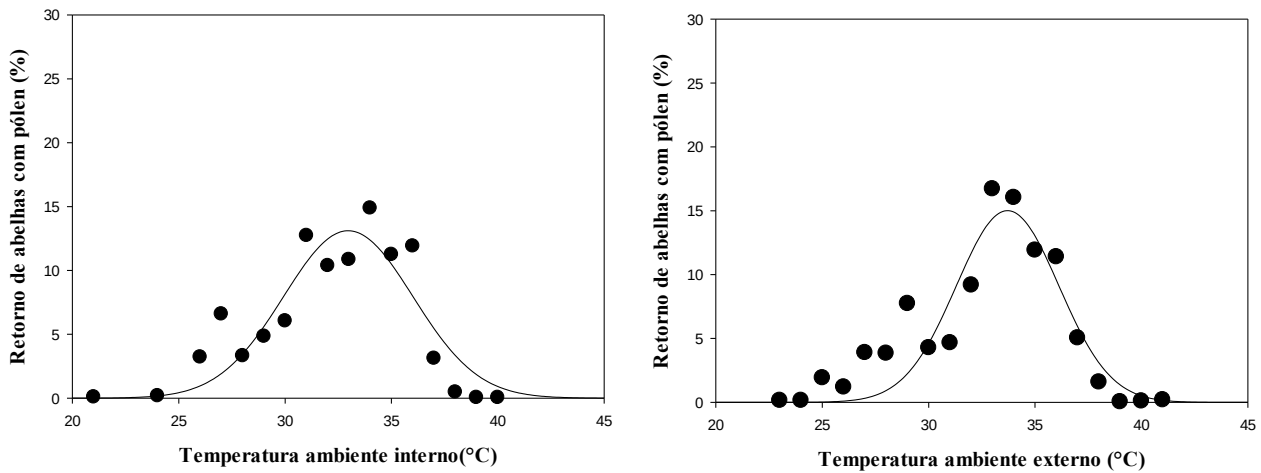


Figura 7: Relação entre temperatura ambiental interna e externa respectivamente e o retorno de abelhas com pólen (%) *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das abelhas retornando às colônias com pólen. N= 2082 abelhas

3.3.3 Retorno de abelhas com néctar

Atraves das curvas apresentadas na **figura 8** também é possível verificar que há semelhanças entre temperatura interna e externa quando se trata do inicio retorno que é maior no intervalo compreendido de 25 a 30° C, mesmo havendo uma pequena dispesão nos pontos em relação ao primeiro fator citado, em temperaturas inferiores a este intervalo. Em relação ao pico de saída de abelhas que foi respectivamente conforme a **figura 8** de 34,46 °C (15,54% de abelhas que retornaram com néctar) e 34,57°C(16,24 % de abelhas que retornaram com néctar) e que portanto apresentou uma diferença de 0,11°C. No que refere ao termino desta atividade há uma diminuição em relação a temperatura interna e externa foi respectivamente de 38,61°C e 38,09 °C (4,43% e 5,66%) de um total de 6561 abelhas contabilizadas.

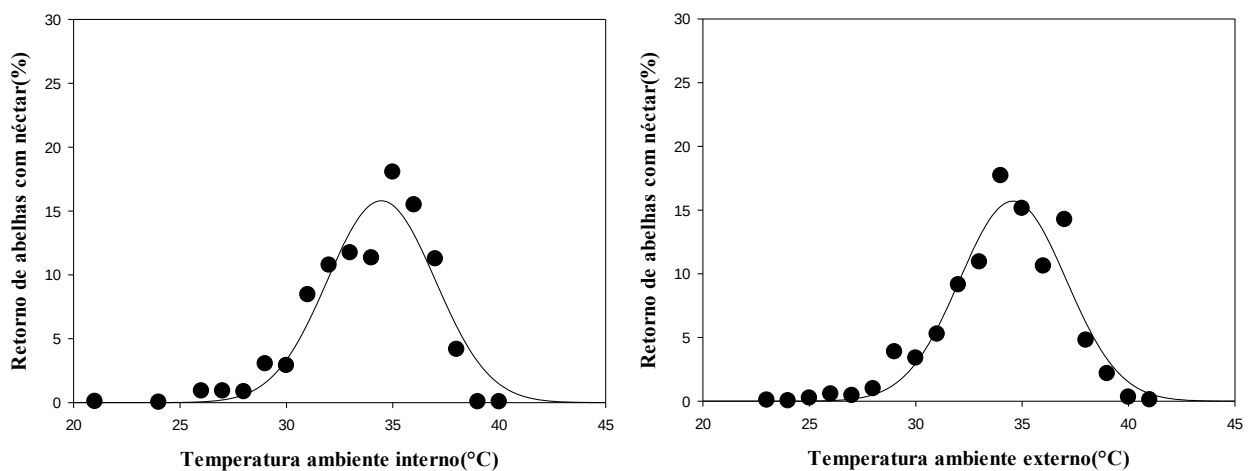


Figura 6: Relação entre temperatura ambiental interna e externa respectivamente e o retorno de abelhas com néctar (%) *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das abelhas retornando às colônias com néctar. N=6561 abelhas

3.3.4 Retorno de abelhas com resina

Atraves das curvas apresentadas na **figura 9** abaixo também é possível verificar que há semelhanças entre temperatura interna e externa quando se trata do inicio do retorno que é maior no intervalo compreendido de 25 a 30° C. Em relação ao pico retorno de abelhas que foi respectivamente conforme a **figura 9** de 33,82 °C (15,16% de abelhas que saíram) e 34,01°C(15,28 % de abelhas que saíram) e que portanto apresentou uma diferença 0,19 °C.No que refere ao termino desta atividade este há uma diminuição de abelhas em relação a temperatura interna e externa foi respectivamente de 38,87°C e 38,52°C (3,61% e 3,83 %) de um total de 534 abelhas contabilizadas.

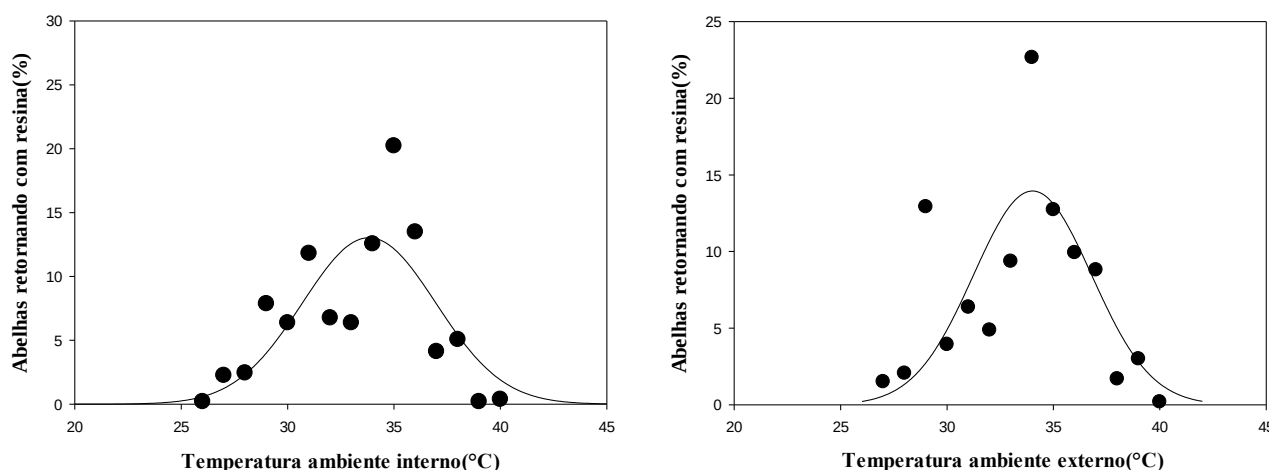


Figura 9: Relação entre temperatura ambiental interna e externa respectivamente o retorno de abelhas com resina (%) *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das abelhas retornando às colônias com resina. N= 534 abelhas

3.3.5 Saída com lixo

Atraves das curvas apresentadas na **figura 10** abaixo também é possível verificar que há semelhanças entre temperatura interna e externa quando se trata do inicio das saída que é maior no intervalo compreendido de 25 a 30° C, mesmo havendo uma pequena dispesão nos pontos em relação ao primeiro fator citado, em temperaturas inferiores a este intervalo. Em relação ao pico de saída de abelhas que foi respectivamente conforme a **figura 10** de 34,25 °C (23,65% de abelhas que saíram com lixo) e 34,20°C(21,18 % de abelhas saíram com lixo) e que portanto apresentou uma diferença de 0,05°C.No que refere ao termino desta atividade este há uma diminuição de abelhas em relação a temperatura interna e externa foi respectivamente de 37,34°C e 37,66°C (4,08 % e 4,68%) de um total de 457 abelhas contabilizadas.

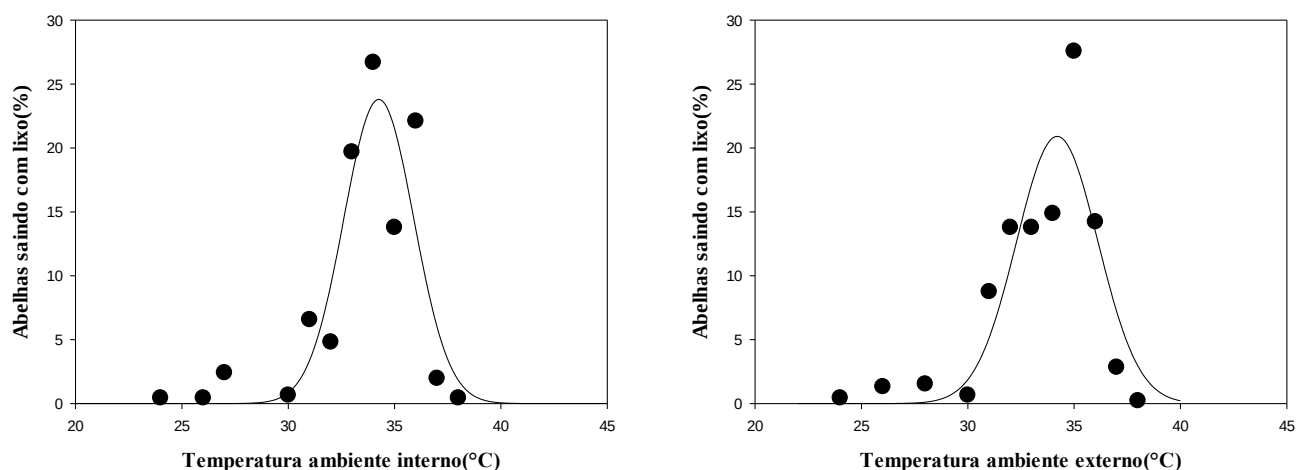


Figura 10: Relação entre temperatura ambiental interna e externa respectivamente e a saída de abelhas com lixo (%) *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das abelhas saindo das colônias com lixo. N=457 abelhas

3.4 Janela térmica de forrageamento

A temperatura ambiental externa influenciou as variações no forrageamento de néctar e pólen ao longo do dia. A atividade forrageira *Plebeia* aff. *flavocincta* ocorreu em uma temperatura média de 33,57°C para néctar (Regressão não linear, R^2 :92,02 %; R^2 ajustado: 91,02%; $P < 0.0001$) e 32,85 °C para pólen (Regressão não linear, R^2 :82,95 %; R^2 ajustado: 80,82%; $P < 0.0001$) (**figura 11**). A janela térmica para as atividades forrageiras (90% dos indivíduos contados) foi entre 23 e 36 °C para forrageadoras de pólen e entre 23 e 37 °C para forrageadoras de Néctar.

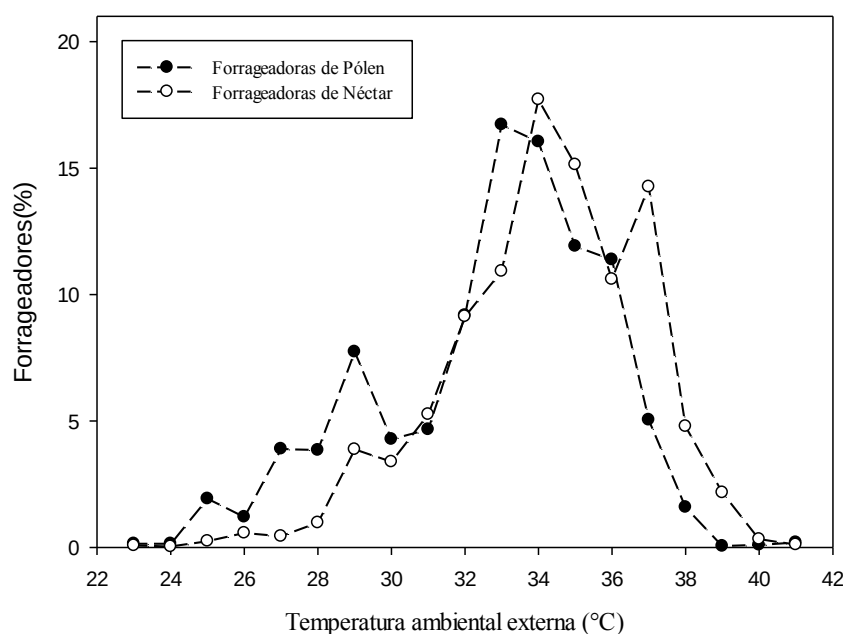
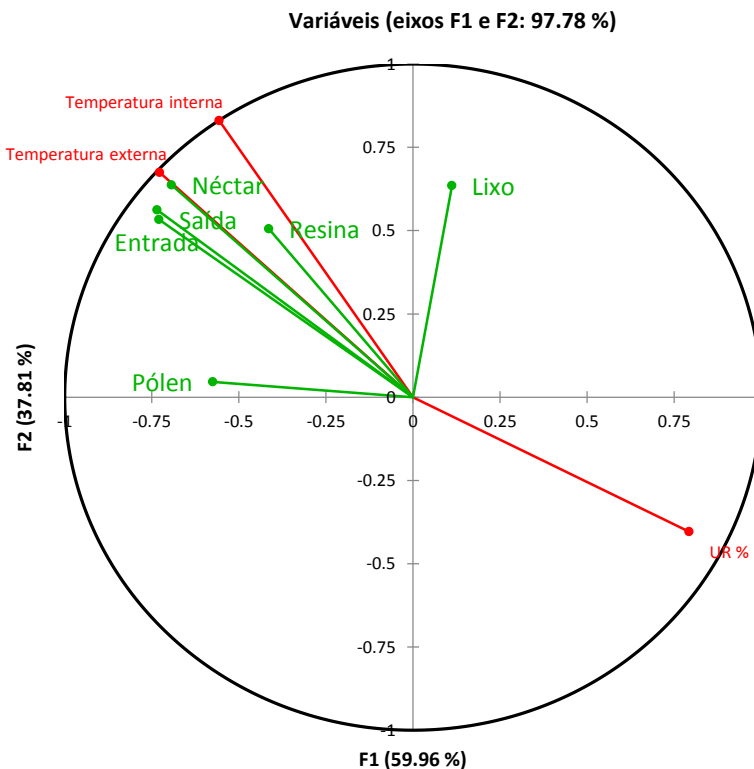


Figura 11: Relação entre temperatura ambiental externa e o forrageamento de colônias *Plebeia* aff. *flavocincta*. Frequência relativa das forrageadoras retornando às colônias com pólen e néctar. N= 2082 abelhas para pólen; N= 6561 abelhas para néctar.

3.5 Interação entre as condições abióticas e a atividade de voo

De acordo com os resultados da correlação canônica dos dados de condições abióticas e a atividade de voo desenvolvida nos períodos seco e chuvoso, é possível observar e verificar um alto potencial de interação entre as variáveis analisadas, isto pode ser confirmado pela variabilidade explicada nas coordenadas canônicas das duas primeiras funções de cada período observado que foi de 97,78% e 93,97% conforme pode ser visualizado na **figura 12**.

Resultados estes corroborados pelo teste do lambda de Wilks (**Tabela 3**) com probabilidade muito inferiores do limiar de significância (5%) rejeitando com isso a hipótese de nulidade das funções canônicas apresentadas e mencionadas. Critério esse utilizado para não se utilizar como parâmetro de análise a 3 função canônica.



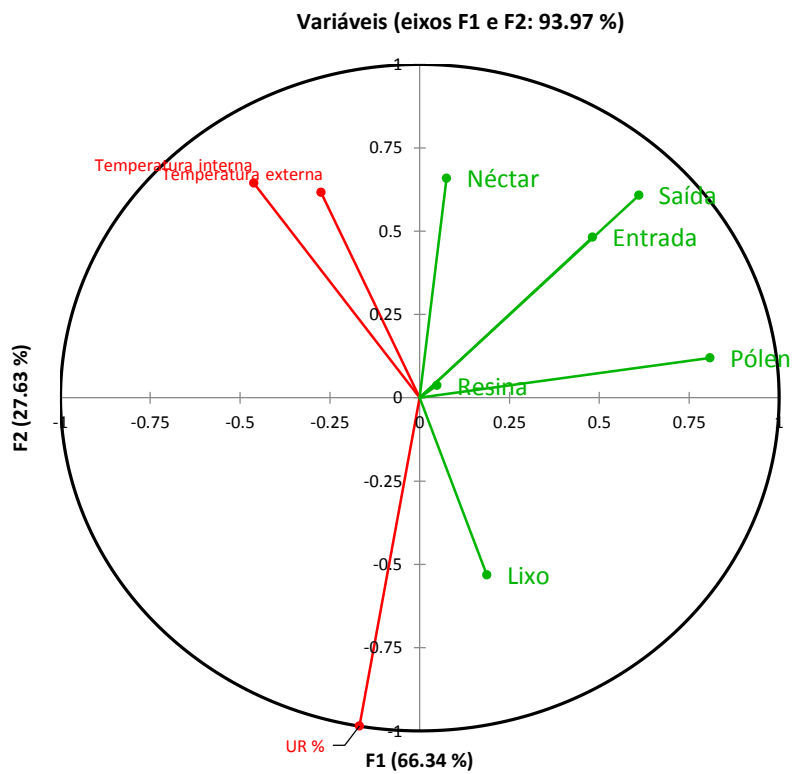


Figura 12: Ordenação entre as funções canônicas nos períodos seco e chuvoso e a interação potencial entre as condições abióticas e atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta*.

Tabela 3. Teste do Lambda de Wilks para primeiras três funções analisadas nos períodos seco e chuvoso para um nível de significância de 5%

Periodo seco				
Lambda	F	GL1	GL2	Pr > F
0.8378	4.2939	18	1196.91	< 0.0001
0.9325	3.0178	10	848	0.0009
0.9962	0.4014	4	425	0.8076

Periodo chuvoso				
Lambda	F	GL1	GL2	Pr > F
0.7577	5.1046	18	891.4398	< 0.0001
0.9387	2.0302	10	632	0.0282
0.9827	1.3953	4	317	0.2354

3.5.1 Período seco

Observando os resultados determinados referentes aos período seco pôde se verificar que a função canônica 1 foi responsável por 59,96 % da variabilidade que explica a interação entre os variáveis analisadas e que portanto esta função encontrada neste período será utilizada neste trabalho como fator discursivo. Baseado na **tabela 4** é possível verificar através dos coeficientes de estrutura (rS) ≥ 0.40 da função 1 que as variáveis abióticas temperatura externa e interna quando diminui e se aumenta a umidade relativa proporciona uma diminuição na atividade colonial externa principalmente no comportamento de entrada e saída, retorno com pólen, néctar. Isso pode ser confirmado através da comparação entre sinais de cada coeficiente de estrutura, sendo a variável umidade relativa e temperatura externa as que mais contribuíram para este comportamento neste período e nesta função canônica (rS^2 :62,90%; rS^2 :52,91% respectivamente)

Tabela 4. Análise de correlação canônica para estimar a relação entre condições abióticas e atividade voo de *Plebeia aff. flavocincta* durante período seco. Dados refere-se aos coeficientes padronizados canônicos (CCP), os coeficientes de estrutura (rS) e do quadrado coeficientes de estrutura (rS^2) de cada variável das primeiras três funções analisadas.

Condições abióticas	Função 1			Função 2			Função 3		
	CCP	rS	$rS^2(\%)$	CCP	rS	$rS^2(\%)$	CCP	rS	$rS^2(\%)$
Temperatura interna	2.39	-0.56	30.97	2.87	0.83	68.90	-1.61	0.03	0.12
Temperatura externa	-2.62	-0.73	52.91	-1.88	0.67	45.53	2.89	0.13	1.57
UR %	0.54	0.79	62.90	0.30	-0.40	16.33	1.52	0.46	20.77
Atividade de voo									
Saída	-0.89	-0.73	53.14	-0.91	0.53	28.41	2.16	0.17	2.86
Entrada	-1.74	-0.73	53.97	-1.90	0.56	31.55	-1.02	0.03	0.07
Pólen	0.04	-0.57	33.04	-0.22	0.05	0.21	0.14	0.39	15.29
Néctar	1.33	-0.69	48.04	2.85	0.64	40.62	-1.64	-0.10	1.07
Resina	0.16	-0.41	17.12	0.67	0.51	25.57	0.61	0.62	38.09
Lixo	0.81	0.11	1.25	0.63	0.64	40.34	0.23	0.27	7.15

Informações em negrito foram utilizadas segundo o critério dos coeficientes de estrutura (rS) ≥ 0.40

3.5.2 Período chuvoso

Observando os resultados determinados referentes aos período chuvoso pôde se verificar que a função canônica 1 foi responsável por 66,34 % da variabilidade que explica a interação entre os variáveis analisadas e que portanto esta função encontrada neste período será utilizada neste trabalho como fator discursivo.

Baseado na **Tabela 5** é possível verificar através dos coeficientes de estrutura (rS) ≥ 0.40 da função 1 que as variáveis abióticas temperatura interna proporciona um aumento no retorno com pólen, assim como a entrada e saída e isso se verifica através da comparação entre sinais de cada coeficiente de estrutura, sendo a variável temperatura interna a que mais contribuiu para este comportamento neste período e nesta função canônica (rS^2 :21,30 %)

Tabela 5 Análise de correlação canônica para estimar a relação entre condições abióticas e atividade voo de *Plebeia aff. flavocincta* durante período Chuvoso. Dados refere-se aos coeficientes padronizados canônicos (CCP), os coeficientes de estrutura (rS) e do quadrado coeficientes de estrutura (rS^2) de cada variável das primeiras três funções analisadas.

	Função 1			Função 2			Função 3		
	CCP	rS	$rS^2(\%)$	CCP	rS	$rS^2(\%)$	CCP	rS	$rS^2(\%)$
Condições abióticas									
Temperatura interna	-3.91	-0.46	21.30	0.63	0.64	41.46	1.98	-0.61	37.24
Temperatura externa	3.24	-0.27	7.56	-0.50	0.62	37.93	-2.98	-0.74	54.51
UR %	-0.53	-0.17	2.80	-0.92	-0.99	97.17	-0.57	-0.02	0.02
Atividade de voo									
Saída	0.73	0.61	37.18	1.11	0.61	36.86	1.22	0.02	0.03
Entrada	0.96	0.48	23.15	0.16	0.48	23.23	2.37	-0.15	2.19
Pólen	0.21	0.81	65.24	-0.82	0.12	1.42	-2.28	-0.36	13.00
Néctar	-1.26	0.07	0.56	0.15	0.66	43.32	-1.98	-0.10	0.95
Resina	-0.37	0.05	0.23	-0.33	0.04	0.14	-0.04	0.03	0.11
Lixo	0.17	0.19	3.48	-0.48	-0.53	28.29	0.57	0.55	30.38

Informações em negrito foram utilizadas segundo o critério dos coeficientes de estrutura (rS) ≥ 0.40

3.6 Interação entre as condições abioticas e picos de atividades

De acordo com os resultados da correlação canônica dos dados de condições abioticas e e os picos de atividade de voo desenvolvida foi possível observar e verificar um alto potencial de interação entre as variáveis analisadas, isto pode ser confirmado pela variabilidade explicada

nas coordenadas canônica das duas primeiras funções canônicas observadas que foi de 74,82 %, conforme pode ser visualizado na **figura 13**.

Resultados estes corroborados pelo teste do lambda de Wilks (**Tabela 6**) com probabilidade muito inferiores ou próximo do limiar de significância(5%) rejeitando com isso a hipótese de nulidade das funções canônicas apresentadas e mencionadas. Critério esse utilizado para não se utilizar como parametro de análise a 3 função canônica

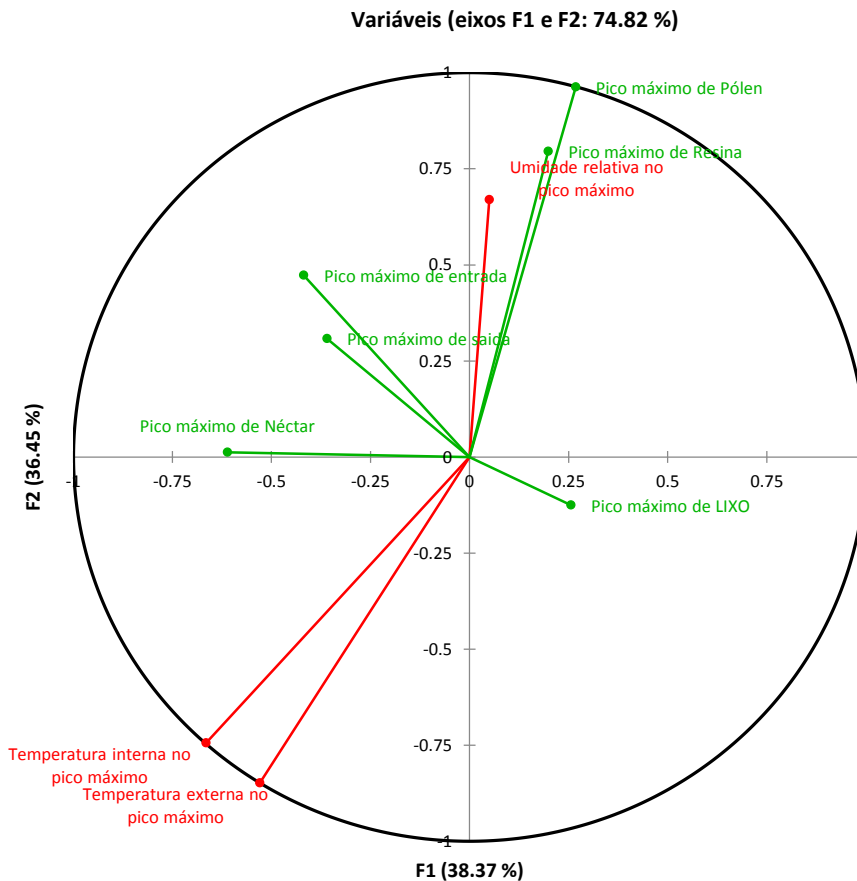


Figura 13: Ordenação entre as funções canônicas interação potencial entre as condições abióticas e picos de atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta*.

Tabela 6. Teste do Lambda de Wilks para primeiras três funções analisadas em relação ao picos de atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta*

Lambda	F	GL1	GL2	Pr > F
0.0039	3.0370	18	8.970563	0.0466
0.0495	2.7956	10	8	0.0793
0.3956	1.9099	4	5	0.2471

Baseado na **tabela 7** é possível verificar através dos coeficientes de estrutura ($rS \geq 0.40$) da função 1 que as variáveis abióticas, temperatura interna e externa durante forrageio máximo

quando diminui proporciona uma diminuição na atividade colonial externa principalmente forrageio máximo de néctar e na saída e entrada de abelhas e isso se verifica através da comparação entre sinais de cada coeficiente de estrutura, sendo a variável temperatura interna no forrageio máximo e a temperatura externa no forrageio máximo que mais contribuíram para este comportamento neste período e nesta função canônica(r^2 :44,29 %; r^2 :28,05% respectivamente)

Ainda na **Tabela 7** é possível verificar através dos coeficientes de estrutura (rS) da função 2 que as variáveis abióticas, quando, e se aumenta a umidade relativa e diminui a temperatura externa no forrageio máximo proporciona um aumento na atividade colonial externa, no forrageio máximo de pólen e forrageio máximo de resina e no pico de entrada, e isso se verifica através da comparação entre sinais de cada coeficiente de estrutura, sendo a variável temperatura externa relativa no forrageio máximo que mais contribui para este comportamento nesta função canônica(r^2 :71,91 %).

Tabela 7 Análise de correlação canônica para estimar a relação entre condições abióticas e os picos de atividade voo de *Plebeia aff. flavocincta*. Dados refere-se aos coeficientes padronizados canônicos (CCP), os coeficientes de estrutura (rS) e do quadrado coeficientes de estrutura (r^2) de cada variável das primeiras três funções analisadas.

Condições abióticas	Função 1			Função 2			Função 3		
	CCP	rS	r^2 (%)	CCP	rS	r^2 (%)	CCP	rS	r^2 (%)
Temperatura externa no pico máximo	5.92	-0.53	28.05	-4.97	-0.85	71.91	-4.08	0.02	0.04
Temperatura interna no pico máximo	-6.16	-0.67	44.29	3.92	-0.74	55.36	3.12	-0.06	0.35
Umidade relativa no pico máximo	0.65	0.05	0.25	-0.44	0.67	44.79	-1.70	-0.74	54.96
Atividade de voo									
Pico máximo de saída	4.23	-0.36	12.96	-1.16	0.31	9.49	-0.21	0.57	32.14
Pico máximo de entrada	-1.89	-0.42	17.52	0.16	0.47	22.34	-0.21	0.55	30.18
Pico máximo de Pólen	-0.66	0.27	7.16	1.44	0.96	92.71	-0.21	0.00	0.00
Pico máximo de Néctar	-2.92	-0.61	37.37	1.14	0.01	0.01	-0.21	0.48	23.12
Pico máximo de Lixo	0.21	0.26	6.55	-0.02	-0.12	1.56	-0.21	0.56	31.39
Pico máximo de Resina	0.36	0.20	3.94	-0.16	0.79	63.20	-0.21	-0.21	4.58

Informações em negrito foram utilizadas segundo o critério dos coeficientes de estrutura (rS) ≥ 0.40

4. DISCUSSÃO

4.1 Atividade de voo ao longo do ano

A atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* não é influenciada pela estado em que encontra suas colônias, estas por sua vez compensam através de controle populacional e promovem racionamento no uso de alimento estocado fato este explicado, pelo aproveitamento dos recursos disponíveis, se há recursos em grande quantidade, aumenta as coletas e se intensifica as atividades externas, aumenta no número de células de cria, maior ovoposição da rainha, como um maior estoque desse recurso (NOGUEIRA-NETO, 1997; MAIA-SILVA, 2013), caso contrário a uma diminuição desta, sendo utilizado o que meio externo oferece naquele período. Isto é confirmado com os resultados deste trabalho, onde os meses com maior precipitação houve uma maior intensidade de atividade de voo desta abelhas nas quatro colônia de observação, principalmente no que refere-se aos principais recursos como pólen e néctar, já que neste período há uma maior oferta de recursos florais, enquanto no período seco, houve atividade, mas não na mesma intensidade.

Resultados estes semelhantes a Maia-Silva (2013), estudando as condições internas de colônias de *M. subnitida*, observou que as operárias não alteram suas atividades de coleta de pólen quando há baixa disponibilidade de recurso na colônia, o que ocorre é uma diminuição no número de células de cria, adaptando suas necessidades a quantidade de pólen disponível. Já para resina apresentou uma maior regularidade nos meses estudados, fato talvez relacionado a importância deste recurso no isolamento e defesa do ninho contra inimigo naturais assim como também a aspectos relativo ao conforto térmico interno (ROUBIK, 1989; NOGUEIRA-NETO 1997; SIMONE-FINSTROM; SPIVAK 2010; HILÁRIO et al., 2003).

Dessa forma a coordenação e a organização das atividades forrageiras são decisivas para garantir a disponibilidade de alimentos e, para o crescimento e manutenção da colônia (HRNCIR, 2009; HRNCIR; MAIA-SILVA, 2013). Assim como em colônias de abelhas *A. mellifera*, quando há grande abundância de recursos disponível no ambiente (fatores externo), as colônias de abelhas sem ferrão ajustam a atividade forrageira aumentando tanto a atividade individual como também a força de forrageamento colonial (ROUBIK et al., 1986; ELTZ et al., 2001; NAGAMITSU; INOUE, 2002; HOFSTEDE; SOMMEIJER, 2006; HRNCIR, 2009).

4.2 Diferenças de temperatura entre os horários

As diferenças térmicas encontrada nos primeiros horários de observação nos dois períodos estudados e parcialmente nos últimos horários (período chuvoso) pode estar relacionado a mecanismos comportamentais de termorregulação colonial como (construção de invólucro e lamelas na região dos discos de cria, para isolamento e manutenção do microclima) e por mecanismos fisiológicos (termogênese individual de abelhas que se colocam próximas a cria) caracterizada como termorregulação ativa (JONES; OLDROYD, 2007).já que temperatura ambiental interna foi medida na região próximo aos discos de cria (ninho). Este resultados podem evidenciar o controle térmico da *Plebeia aff. flavocincta*, resultado esse semelhante ao encontrado por (HILÁRIO, 2005) em *Plebeia remota* em que controle de temperatura ocorreram em temperaturas ambientais externas mais baixas. Resultados estes distintos do estudos realizados respectivamente por (ZUCCHI; SAKAGAMI, 1972; OLIVEIRA, 1973; PRONI et al,1995) sobre termorregulação no gênero *Plebeia* (*P. droryana*, *P. saiqui*, *P. julianii*), realizados no inverno, verificaram conclusivamente, que temperatura interna das colônias acompanharam a temperatura ambiente, sendo estas espécies deficientes na termorregulação. Porém estes resultados deste trabalho não é conclusivos a respeito da termorregulação, pois seria necessários avaliar mecanismo passivos e ativos destas abelhas, podendo estes resultados serem um subsidio para futuros trabalhos, buscando respostas mais concretas a esse respeito.

4.3 Janela térmica de forrageamento

A janela ambiental é a combinação entre a disponibilidade de recursos e a temperatura ideal em que o forrageamento ocorre (janela térmica), (STONE et al., 1999; HILÁRIO et al., 2000; MAIA-SILVA et al., 2014). A janela térmica para as atividades forrageiras da *Plebeia aff. flavocincta* foi entre 23 e 36 °C para forrageadoras de pólen e entre 23 e 37 °C para forrageadoras de Néctar. A maior amplitude da janela térmica do forrageamento, ocorreu possivelmente em virtude da capacidade das forrageadoras de néctar conseguirem reduzir a temperatura corporal pelo processo de resfriamento evaporativo proporcionado pela evaporação do néctar ou água regurgitados da vesícula nectarífera durante a atividade de voo (HEINRICH, 1979).

Isto também pode estar relacionado ao fato de abelhas pequenas terem uma capacidade limitada para a termorregulação da região torácica, para que estes geralmente comecem forrageamento mais tarde, nos dias em que as condições ambientais estejam desfavoráveis. (STONE, 1993;

STONE; WILLMER 1989; BISHOP; ARMBRUSTER 1999). Diferente do que ocorre em abelhas maiores que são capazes de aumentar temperatura torácica através de vibrações dos músculos das asas antes dos voos para a coleta de alimentos serem iniciadas, e é mantida elevada durante o voo como um subproduto da atividade muscular de voo (DUDLEY 2000) já que esta não permanece alta durante todo o tempo (STONE; WILLMER 1989). A perda e o ganho de temperatura ocorrem de forma mais lenta em abelhas maiores que em abelhas pequenas (PEREBOOM; BIESMEIJER, 2003). Sendo assim abelhas de maior tamanho vão suportar temperaturas mais elevadas ao forragear, pois a sua taxa de aquecimento vai ser mais lenta em comparação com abelhas pequenas. Resultados estes também verificados em abelhas do mesmo gênero *Plebeia* em que iniciam suas atividades externas com o aumento da temperatura ambiente e alcançam um pico de atividade em horários mais quentes do dia em relação ao local em que foram realizadas, como observado por Hilário et al. (2001), Pick; Blochtein (2002), Nunes-Silva et al. (2010) em *P. pugnax*, *P. saiqui* e *P. remota*.

As forrageadoras de pólen entretanto não regurgitam néctar ou água durante a atividade de voo para o resfriamento do corpo, pois a quantidade de néctar armazenado na vesícula nectarífera, é em parte consumido durante a coleta e a outra parte é utilizada no processo de empacotamento do pólen nas corbículas (COOPER et al., 1984; LEONHARDT et al., 2007). Podemos inferir que em virtude deste comportamento, amplitude térmica para este recurso seja menor mesmo sendo tão próximo entre os dois recursos, proximidade essa que pode estar relacionado também a ao tamanho da abelha e sua limitação no tocante a termorregulação da região torácica.

4.4 Condições abióticas e sua relação com atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta*

Há uma interação evidentemente forte entre as variáveis abióticas principalmente as externas que atua combinadas modificando e influenciando as atividades externas da colônia seja limitando ou favorecendo algumas das atividades ou picos ou em relação ao períodos estudados, claro que não se pode visualizar a interação deste fatores sozinho, sem avaliar as características inerente a própria espécie com podemos citar em função do tamanho, coloração e pilosidade do corpo (PEREBOOM; BIESMEIJER, 2003; BIESMEIJER et al., 1999). As espécies grandes com músculos de voo maiores (relacionada com o tamanho do tórax) são capazes de aquecer o corpo de forma mais eficiente e podem iniciar a atividade forrageira em temperaturas ambientais baixas do que as espécies pequenas (HEINRICH, 1993) como *Plebeia* aff. *flavocincta*, além disso relacionar com sua adaptação local.

Variações diárias e sazonais na temperatura e na umidade relativa, tem uma forte correlação com o comportamento das abelhas, (HILÁRIO et al., 2000), não na mesma intensidade, e com diferentes padrões mesmo para as espécies que habitam os mesmos ambientes (MAIA-SILVA, 2014, 2015).

Plebeia aff. *flavocincta* coletam e retiram seus recursos de forma mais intensa nos horários com temperaturas interna e externa (superiores a 30 e inferiores 35°C). Abelhas do gênero *Plebeia* iniciam suas atividades externas com o aumento da temperatura ambiente e alcançam um pico de atividade em horários mais quentes do dia, como observado por Hilário et al. (2001), Pick; Blochtein (2002), Nunes-Silva et al. (2010) em *P. pugnax*, *P. saiqui* e *P. remota*, respectivamente, com variações nas temperaturas de pico.

Entre os diversos fatores que determinam as mudanças comportamentais e a separação temporal nas atividades externas das abelhas sem ferrão, as características morfológicas podem determinar certos padrões (BIESMEIJER et al., 1999, TEIXEIRA; CAMPOS 2005). Em relação ao tamanho das abelhas consideradas intermediárias, tais como as operárias de *M. subnitida*, essas tendem a sair das colônias com temperaturas e intensidade luminosa mais baixas para evitar aquecimento corporal (TEIXEIRA; CAMPOS, 2005), uma vez que durante suas atividades externas e a consequente exposição ao sol ocorre um superaquecimento das abelhas. No caso de abelhas pequenas, como as operárias de *P. aff. flavocincta*, podem se aquecer e se resfriar mais rapidamente. Em função de uma maior habilidade de absorver calor essa abelha consegue evitar dessa forma temperaturas corporais muito altas (PEREBOOM; BIESMEIJER 2003, revisado por HRNCIR; MAIA-SILVA 2013) e desenvolver suas atividades de voo em temperaturas mais elevadas.

Iniciando suas atividades de forma mais intensa mais tarde as operárias de *P. aff. flavocincta*, se depara com temperaturas interna e externas mais elevadas e em um ambiente com menor quantidade de pólen. Pois conforme Roubik (1989), a maior quantidade de pólen ocorre pela manhã e diminui gradativamente pelo forrageamento das abelhas ao longo do dia, este comportamento pode estar relacionado ao pequeno tamanho destas abelhas *P. aff. flavocincta*, que devem ser menos dependentes de grandes quantidades de pólen no ambiente, em função do seu tamanho e/ou seu comportamento típico de forrageamento.

Como visto por Bruijn; Sommeijer (1997) em *Tetragosnisca angustula*, que apresenta um porte semelhante ao das abelhas *Plebeia*. No que refere a coleta de néctar a situação em relação aos fatores abióticos são praticamente as mesmas (de temperaturas interna e externas mais elevadas)

A diferença existente em relação à intensidade de coleta de néctar e de pólen pode estar

atrelado ao à termorregulação entre forrageadoras, durante o voo em temperaturas ambientais elevadas as forrageadoras de néctar podem regurgitar o conteúdo da carga de néctar armazenada dentro da vesícula nectarífera, assim causando um resfriamento evaporativo do corpo (HEINRICH, 1979).

Porém esse mecanismo não é possível para as forrageadoras de pólen, uma vez que essas saem do ninho com néctar armazenado na vesícula nectarífera, que em parte é consumido durante a viagem de coleta (fonte de energia) e outra parte é adicionada ao pólen para o empacotamento nas corbículas (LEONHARDT et al., 2007). Em combinação com o fato de que o aumento da taxa de evaporação em períodos de maior radiação solar torna o néctar das flores mais concentrado (ROUBIK; BUCHMANN, 1984), podem explicar a diminuição na coleta de pólen e aumento na coleta de néctar ao longo do dia (SOMMEIJER et al., 1983; BRUIJN; SOMMEIJER, 1997; PIERROT; SCHLINDWEIN, 2003; SILVA et al., 2011).

P. aff. flavocincta apresentou esforço de coleta de resina em temperatura mais moderadas comparadas as demais atividades. Segundo Nogueira-Neto (1997), as abelhas do gênero *Plebeia* armazenam a resina em locais específicos da colônia e praticamente sem misturas, como observado nas colônias de *P. aff. flavocincta*, formando “bolotas” de resina que são usadas de acordo com as necessidades da colônia.

Além disso, Hilário et al., (2003), explicam que a resina pode ser utilizada na termorregulação do interior da colônia, principalmente em temperaturas mais baixas, afim de manter a temperatura interna da colônia adequada.

A saída com lixo para o exterior da colônia foi semelhante no que refere ao fatores avaliados *Plebeia aff. flavocincta*, entretanto esse comportamento não deve constituir-se como padrão, uma vez que a retirada de detritos da colônia estaria mais associada com as condições internas da colônia, do que com as mudanças no ambiente, como verificado por Nunes-Silva (2010) para *P. remota*. Esse comportamento é importante para sanidade da colônia uma vez que pode evitar doenças e a presença de alguns inimigos como os forídeos (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Abelhas maiores parecem ser mais sensíveis às variações climáticas, principalmente em relação à umidade relativa. De acordo com Hilário et al. (2000) a umidade relativa do ar é fundamental na determinação nos padrões de atividade externa de abelhas de porte médio como do gênero *Melipona*. Segundo o mesmo autor a umidade relativa foi o fator mais importante na determinação da atividade de voo de *M. bicolor bicolor* uma vez que as abelhas não forrageiam com umidades abaixo de 60% e nem acima de 89%, mesmo estando em temperaturas favoráveis para o voo.

Com base nesta informação é possível ressaltar e acrescentar no que foi dito por Hilário et al. (2000) a importância da umidade relativa para abelhas de pequeno porte como *Plebeia* aff. *flavocincta* como fator determinante e limitador já que interagem favorecendo o pico de retorno com pólen e diminuindo o retorno com néctar no período chuvoso e diminuindo praticamente todas atividades desenvolvidas no período seco.

Possivelmente esta interação está relacionado as abelhas operárias utilizaram o aumento da umidade relativa como estímulo positivo para retomar a construção de células de cria, utilizando as reservas de recursos estocados nos ninhos para alimentação da cria. Como se fosse um mecanismo de retorno da produção de células de cria, após a estação seca (MAIA-SILVA 2013).

5. CONCLUSÃO

Espécies de abelhas sem ferrão como *Plebeia* aff. *flavocincta* que ocorrem no semiárido brasileiro são adaptadas ao clima quente e seco dessa região. No semiárido brasileiro os recursos florais disponíveis para a alimentação das abelhas variam muito ao longo do ano. Os fatores climáticos associados à variação na disponibilidade de recursos podem definir as atividades internas e externas das colônias. Como em colônias de abelhas *A. mellifera*, quando há grande abundância de recursos disponível no ambiente (fatores externo), as colônias destas abelhas ajustam a atividade forrageira aumentando tanto a atividade individual como também a força de forrageamento colonial e que portanto os resultados aqui encontrados sugerem ajustes comportamentais às variações ambientais da região semiárida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIESMEIJER, J. C., et al. The responses of the stingless bee *Melipona beicheii* to experimental pollen stress worker loss and different levels of information input. **Journal Apiculture Research**, v. 38, n. 1-2, p. 33-41, 1999a.
- BIESMEIJER, J. C. et al. Niche differentiation in nectar-collecting stingless bees: The influence of morphology, floral choice, interference competition. **Ecological Entomology**, v.24, p. 380-388, 1999b.
- BRUIJN, L. L. M.; SOMMEIJER, M. J. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation on individual nectar foraging. **Insectes Sociaux**, v. 44, p. 35-47, 1997.
- CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C. Tipos polínicos coletados por *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56 n.3. 1999.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. “Meliponini Lepeletier, 1836”. In: Moure, J. S., Urban, D., Melo, G. A. R. **Catalogue of Bees** (Hymenoptera, Apoidea) **of the Neotropical Region**. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, p. 272-578, 2007.
- CONTRERA, F. A. L.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NIEH, J. C. Temporal and Climatological influences in flight activity in the stingless bees *Trigona hyalinata* (Apidae; Meliponini). **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 35-43. 2004.
- CORBET, S. A.; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the Pollination of Crops and Wild Flowers in the European Community. **Bee World**, v. 72, n. 2, p. 47-59, 1991. ISSN 0005-772X.
- COSTA, C. C. A. et al. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreas e arbustivos área de caatinga na Floresta Nacional Assú-RN. Flona Assú-RN. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.
- EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/>. Acesso: 12/02/2015.
- FERREIRA, D.F. **Estatística Multivariada**. Lavras: UFLA, 2008. 662p.
- HAIR JUNIOR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.
- HAIR JUNIOR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HEARD, T. A.; HENDRIKA, J. K. Factors influencing flight activity of colony of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera: Apidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 41, p. 343-353. 1993.

HEINRICH, B. Thermoregulation of African and European honeybees during foraging, attack, and hive exits and returns. **Journal of Experimental Biology**, v. 80, n. 1, p. 217-229. 1979.

HEINRICH, B. Thermoregulation by individual honeybees. In: Menzel, R. & Mercer, A. (eds.). **Neurobiology and Behaviour of Honeybees**. Berlin: Springer-Verlag, 1987. P. 102-111.

HEINRICH, B. **The Hot-Blooded Insects**. Cambridge, Massachussets: Harvard University Press, 1993.

HEINRICH, B. **The Thermal Warriors**. Cambridge, Massachussets: Harvard University Press, 1996.

HERAN, H. Régulation thermique et sens thermique chez l'abeille In: Chauvin, R. (ed.). **Traité de Biologie de l'Abeille**, Paris: Masson & Cie., v. 2, 1968. P. 173-199.

HILÁRIO, S. D. **Atividade de voo e termorregulação de *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. 2005. 124p. Tese. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. 2005.

HILÁRIO, S. D.; GIMENES, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The influence of colony size in diel rhythms of flight activity of *Melipona bicolor* Lepeletier. (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). In: G. A. R., Melo, I. C., Alves-dos-Santos. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC. Crisciúma. 2003.

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. Reponses to climatic factors by *Plebeia pugnax* Moure (INLITT) (Apidae Meliponini). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 191-196, 2001.

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, n. 2, p. 299-306, 2000.

HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de voo da *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotrópica**, v. 7, n. 3, 2007a.

HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Efeito do vento sobre a atividade de voo *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotrópica**, v. 7, n. 3. 2007b.

HOFSTEDE, F.; SOMMEIJER, M. Effect of food availability on individual foraging

specialisation in the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). **Apidologie**, v. 37, p. 387-397, 2006.

HRNCIR, M. *et al.* Thorax vibrations of a stingless bee (*Melipona seminigra*). I. No influence of visual flow. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 190, p. 539–548, 2004a.

HRNCIR, M. *et al.* Thorax vibrations of a stingless bee (*Melipona seminigra*). II. Dependence on sugar concentration. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 190, p. 549-560, 2004b.

HRNCIR, M. Mobilizing the foraging force: mechanical signals in stingless bee recruitment. *In: Food exploitation by social insects: ecological, behavioral, and theoretical approaches*. Boca Raton-FL, USA: CRC-Press, Taylor & Francis Group, 2009. v.1 p. 199-221

HRNCIR, M., MAIA-SILVA, C. On the Diversity of foraging-Related Traits in stingless bees. *In: Pot-Honey: A Legacy of Stingless bees*. Vit, P., Pedro, S. R. M., Roubik, D. W. Eds. Springer New York Heidelberg Dordrecht London. 2013. 453p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; PIRES, J. T. Climate variation influence on the flight activity of *Plebeia remota* Holmberg. Hymenoptera Apinae Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 29, n. 03/04, p. 427-434, 1985.

IWANA, S. A. Influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). **Boletim de Zoologia**, v. 2. p. 189-201, 1977.

JONES, J. C.; OLDROYD, B. P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in Insect Physiology**, v. 33, p. 153-191, 2006. ISSN 0065-2806.

KAJOBE, R.; ECHAZARRETA, C. M. Temporal resource partitioning and climatological influences on colony flight and foraging os stinglees bees (Apidae: Meliponini) in Ugandan Tropical forests. **African Journal of Ecology**, v. 43. p.267-275, 2010.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação** – Belo Horizonte-MG: Acangaú, 1996. 144 p.

KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Flight activity and responses to climatic conditions of two species of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). **Journal Apicola Research**, v. 25, n. 1. p. 3-8, 1986.

KÖPPEN, W. **Climatologia. Con um estúdio de los climas de la Tierra**. Mexico: Fondo de cultura econômica, 1948. 478p.

KRONENBERG, F.; HELLER, H. C. Colonial thermoregulation in honey bees (*Apis mellifera*). **Journal of Comparative Physiology**, Part B - **Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, v. 148, n. 1, p. 65-76. 1982.

LACERDA, L. M.; ZUCCHI, R.; ZUCOLOTO, F. S. Colony condiction and bionomic alteractions in Geotrigona inusitada Apidae Meliponinae. **Acta Biologica Paranaense**, v. 20, n. 1-4, p. 109-123, 1991.

JOHNSON, R.A; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice- Hall, 1992. 607p

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 297p.

MAIA-SILVA, C. **Adaptações comportamentais de *M. subnitida* (Apidae, Meliponini), às condições ambientais do semiárido brasileiro**. 2013. 132p. Tese. (Faculdade de Filosofia, Ciências e letras de Ribeirão Preto) Ribeirão Preto/SP. 2013.

MAIA-SILVA, C., et al. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, Feira de Santana, v. 61, n.4, p. 378-385, 2014.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de Plantas Visitadas por abelhas na Caatinga**. Ed. Fundação Brasil Cidadão. 1ed. Fortaleza-CE. 2012. 191p.

MARDAN, M.; KEVAN P.G. Critical temperatures for survival of brood and adult workers of the giant honeybee, *Apis dorsata* (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**, v. 33, n. 3, p. 295-301. 2002.

MICHENER, C. D. **The social behavior of the bees: a comparative study**. Belknap Press of Havard University Press, Cambridged, Massachusetts. 1974. 404p.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. 2 ed. The John Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. 2007. 993p.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997. 445p.

NUNES-SILVA, P. **A Organização e a ritmicidade no forrageamento e na enxameação de *Plebeia remota* (Holberg, 1903) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. 2007. 88p.

NUNES-SILVA, P. et al. Forangy Activity in *Plebeia remota* a Stingless bees species, in influenced by the reproductive State of a colony. **Psyche**, v. 2010, p. 1-16, 2010.

OLIVEIRA, et al. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandaíras (*Melipona subnitida* Ducke Meliponinae). **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 03, p. 598-603, 2012.

OLIVEIRA, M. A. C. 1973. **Um método para avaliação das atividades de vôo em *Plebeia saiqui* (Friese) (Hymenoptera, Meliponinae)**. *Boletim de Zoologia e Biologia Marinha*, v. 30, p. 625-631.

OLIVEIRA, M. A. C. 1973. **Algumas observações sobre a atividade externa de *Plebeia saiqui* e *Plebeia droryana***. In: SOARES, A. E. E. & DE JONG, D. *Pesquisas com Abelhas no Brasil. Brazilian Bee Research*. Ribeirão Preto, São Paulo: Revista Brasileira de Genética, p. 342-343.

- PEREBOOM, J. J. M.; BIESMEIJER, J. C. Thermal constraints for stingless bees foragers: the importance of body size and coloration. **Oecologia**, v. 137, p. 42-50, 2003.
- PICK, R. A.; BLOCHTEIN, B. Atividade de voo de *Plebeia saiqui* Holmberg (Hymenoptera, Apinae, Meliponinae) durante o período de postura da rainha e em diapausa. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 827-839, 2002.
- PIERROT, R. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu - *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 239-300, 2003.
- PRANGE, H. D. Evaporative cooling in insects. **Journal of Insect Physiology**, v. 42, n. 5, p. 493-499. 1996.
- PRONI, E. A. 1995. **Fisioecologia e capacidade de termorregulação em ninhos de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille, 1807 e *Plebeia julianii* Moure, 1962 (Hymenoptera: Apidae)**. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 115 p. (Tese de Doutorado).
- 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, n. 1, p. 38-45, 2007.
- RAMALHO, M.; KLEINERT-GIONANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae: Meliponina): Floral preferences. **Apidologie**, v. 20, p. 185-195, 1989.
- ROUBIK, D.W. **Ecology and Natural History of Tropical bees**. Cambridge Tropical Biology series. University Cambridge. 1989.
- ROULSTON, T. H.; CANE, J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. **Plant Systematics and Evolution**, v. 222, n. 1, p. 187-209, 2000.
- SIMONE-FINSTROM, M.; SPIVAK, M. Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. **Apidologie**, v. 41, p. 295-311, 2010.
- SILVA, A. G. et al. Foraging Distance of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 494 – 591, 2014.
- SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Flight activity of *Melipona asilvae*, Moure (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2b, p. 731-737, 2006.
- SOMMEIJER, M. J. et al. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honeybees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. **Apidologie**, v. 14, n. 3, p. 205–224, 1983.
- STONE, G. N. et al. Windows of opportunity and the temporal structuring of foraging activity in a desert solitary bee. **Ecological Entomology**, v. 24, n. 2, p. 208–221, 1999.

TEIXEIRA, L. V.; CAMPOS, F. N. M. Início da atividade de voo de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae) influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, n. 2, p. 195-202, 2005.

WILLMER, P. G. 1991. Constraints on foraging by solitary bees. In: GOODMAN, L. J. & FISHER, R. C. eds. **The Behaviour and Physiology of Bees**. Wallingford, UK, CAB International. p.131-148

WILLMER, P. G.; CORBET, S. A. Temporal and microclimatic partitioning of the floral resources of *Justicia aurea* amongst a concourse of pollen vectors and nectar robbers. **Oecologia**, v. 51, n. 1, p. 67-78, 1981.

WILMS, W. Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic. **Studies on Neotropical & Environment**, v. 31, p. 137–151, 1996.

WILMS, W.; WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced africanized honey bee in the brazilian atlantic rain forest. **Apidologie**, v. 28, p. 339–355, 1997.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**, Fourth ed. Prentice Hall International Editions, New Jersey, 1999.

ZUCCHI, R. & SAKAGAMI, S. F. 1972. **Capacidade termorreguladora em *Trigona spinipes* e em algumas outras espécies de abelhas sem ferrão**. In: CRUZ-LANDIM, C. DA; HEBLING, N. J.; LELLO, E. DE & TAKAHASHI, C. S. (eds.) Homenagem à Warwick E. Kerr. Rio Claro, São Paulo: Universidade Estadual Paulista, p. 301- 309.