

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ZOOLOGIA- DEPARTAMENTO DE SISTEMÁTICA E ECOLOGIA

VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA,
VESPIDAE, POLISTINAE) DO ESTADO DA
PARAÍBA: Diversidade e Estudo Comportamental

Thiago Elisei

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – Zoologia

João Pessoa, PB

Fevereiro de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ZOOLOGIA- DEPARTAMENTO DE SISTEMÁTICA E ECOLOGIA

VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA,
VESPIDAE, POLISTINAE) DO ESTADO DA
PARAÍBA: Diversidade e Estudo Comportamental

Thiago Elisei

Orientador: Celso Feitosa Martins

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – Zoologia

Fevereiro

2017

E43v

Elisei, Thiago.

Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) do estado da Paraíba: diversidade e estudo comportamental / Thiago Elisei. - João Pessoa, 2017.

153 f.: il. -

Orientador: Celso Feitosa Martins.

Tese (Doutorado) - UFPB/ CCEN

1. Vespas Sociais. 2. Zoologia. 3. Manejo de pragas agrícolas – Paraíba. I. Título.

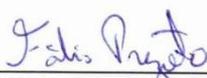
UFPB/BC

CDU: 595.798(043)

1
2
3
4 **Ata da 96ª Apresentação e Banca de Defesa de**
5 **Doutorado de Thiago Elisei de Oliveira**

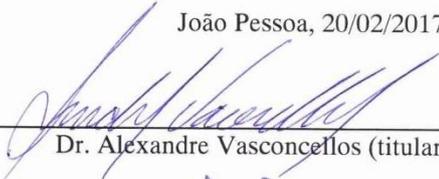
6 Ao(s) vinte dias do mês de fevereiro de dois mil e dezessete, às 14:00 horas, no(a) Sala do PPGCB,
7 da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, membros da
8 banca examinadora para avaliar a tese de doutorado de **Thiago Elisei de Oliveira**, candidato(a) ao
9 grau de Doutor em Ciências Biológicas. A banca foi composta pelos seguintes
10 professores/pesquisadores: **Dr. Celso Feitosa Martins (orientador), Dr. Fábio Prezoto (titular),**
11 **Dr. Fábio Aquino Albuquerque (titular), Dr. Alexandre Vasconcellos (titular) e Dr. Antônio**
12 **José Creão Duarte (titular).** Compareceram à solenidade, além do(a) candidato(a) e membros da
13 banca examinadora, alunos e professores do PPGCB. Dando início à sessão, a coordenação fez a
14 abertura dos trabalhos, apresentando o(a) discente e os membros da banca. Foi passada a palavra
15 para o(a) orientador(a), para que assumisse a posição de presidente da sessão. A partir de então,
16 o(a) presidente, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a palavra a **Thiago Elisei de**
17 **Oliveira**, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito de seu trabalho intitulado "**Vespas**
18 **Sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) do estado da Paraíba: diversidade do grupo e**
19 **estudo comportamental**". Passando então a discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal,
20 o(a) candidato(a) foi a seguir arguido(a) pelos examinadores na forma regimental. Em seguida,
21 passou a Comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo
22 por atribuir-lhe o conceito APROVADO. Perante a aprovação, declarou-se o(a)
23 candidato(a) legalmente habilitado(a) a receber o grau de **Doutor em Ciências Biológicas**, área de
24 concentração **Zoologia**. Nada mais havendo a tratar eu, **Dr. Celso Feitosa Martins**, como
25 presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros
26 da banca examinadora.

27 
28 _____
29 Dr. Celso Feitosa Martins (orientador)

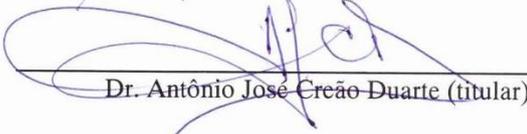
30 
31 _____
32 Dr. Fábio Prezoto (titular)

33 
34 _____
35 Dr. Fábio Aquino Albuquerque (titular)

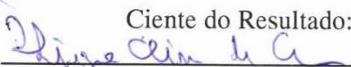
João Pessoa, 20/02/2017.



Dr. Alexandre Vasconcellos (titular)



Dr. Antônio José Creão Duarte (titular)

Ciente do Resultado:


Thiago Elisei de Oliveira

37
38
39
40
41

Agradecimentos

Gostaria de iniciar agradecendo ao Professor Doutor Celso Feitosa Martins, que aceitou me orientar, mesmo em um grupo com pouca familiaridade, me incentivando e construindo pensamentos maravilhosos para a elaboração da pesquisa. Ao meu amigo e eterno orientador, Professor Doutor Fabio Prezoto, sempre me ajudando nas dúvidas e nas incertezas das pesquisas com vespas sociais. Agradeço também ao Doutor Fábio Aquino de Albuquerque, imensa ajuda no trabalho na Caatinga e sem ele essa parte do estudo não existiria.

Minha mama Célia, exemplo de força e um norte na minha vida. Minha irmã Carina e meu irmão Gustavo, exemplos do que devo seguir e ser como gente; meus cunhados Luiz Eduardo e Kelly, sempre com carinho me motivando e ajudando no que é possível. Meus sobrinhos Guga, Livoca e Duduzinho, amores que não cabem no mundo. Minha colega de profissão, amiga e esposa Juliana, presença em todos os momentos desta etapa da minha vida. Minha família, Vó Irene, tios e primos pela força de nossa união.

Aos companheiros de pós-graduação, pelos cafés e bate papos que sempre nos trazem novidades sobre o mundo da ciência e das bebidas. Ao amigo Edigleison, grande ajuda nos experimentos e sempre à disposição para auxiliar nos trabalhos. Aos amigos Mateus Clemente, Bruno Barbosa e André Rodrigues pela ajuda nas discussões sobre vespas sociais. Aos amigos de toda hora que sempre nos ajudam nos momentos mais estressantes com uma boa cerveja e conversas.

Gostaria também de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida e assim o financiamento da pesquisa.

Em especial, agradeço aos agricultores do Cariri e expresso minha admiração por essas pessoas, que mesmo com muito pouco, sempre têm muito a nos oferecer. Agradeço ao Seu Vital que muito me ajudou nos trabalhos de campo. Minha eterna gratidão a Dona Nazaré e Seu Anselmo por permitirem que eu realizasse minhas pesquisas em seus cultivos.

Por final, agradeço às vespas sociais. Um grupo que há anos venho estudando e ainda me surpreende com sua vida social fantástica e com suas muito dolorosas picadas!

*Dedico esse estudo a todos aqueles que tentam
construir um mundo melhor a partir da ciência.*

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
- <i>O semiárido brasileiro e o Bioma Caatinga.</i>	14
- <i>O modelo de Plantio Orgânico</i>	16
- <i>Cultivos na Caatinga Paraibana e as pragas agrícolas da região.</i>	17
- <i>Diversidade de vespas no Brasil</i>	19
- <i>Conhecimento sobre a espécie Polistes canadensis</i>	22
- <i>Importância ecológica de vespas sociais</i>	23
- <i>Comportamento de forrageio de vespas sociais</i>	24
- <i>Vespas sociais no controle de pragas agrícolas e a preservação ambiental.</i>	26
Capítulo 1: Diversidade e Comunidade de Vespas Sociais (Hymenoptera, Polistinae) da Caatinga Paraibana	29
RESUMO	29
INTRODUÇÃO	30
HIPÓTESES.....	31
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
Capítulo 2: Novos registros e CheckList de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) para o Estado da Paraíba.....	51
RESUMO	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
Capítulo 3: Influência de variáveis ambientais sobre a comunidade de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) em floresta de mata seca, Estado da Paraíba	66
RESUMO	66
INTRODUÇÃO	67
HIPÓTESES.....	68

<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	68
<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	70
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	79
Capítulo 4: Transferência de colônias da vespa social <i>Polistes canadensis</i> (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) para abrigos artificiais	87
<i>RESUMO</i>	87
<i>INTRODUÇÃO</i>	88
<i>HIPÓTESES</i>	89
<i>MATERIAL E METODOS</i>	90
<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	92
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	99
Capítulo 5: Análise do forrageio de <i>Polistes canadensis</i> (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em colônias transferidas e não transferidas para abrigos artificiais	104
<i>RESUMO</i>	104
<i>INTRODUÇÃO</i>	105
<i>HIPÓTESES</i>	107
<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	107
<i>RESULTADOS E DISCUSSÃO</i>	109
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	117
Conclusão (Geral)	124
Referências Bibliográficas (Geral)	125

RESUMO

O estudo do comportamento animal é uma importante ferramenta para o entendimento de interações ecológicas. A identificação de padrões comportamentais serve como base de comparação em diferentes situações de clima e ambiente. Mudanças ambientais podem recorrer em alterações comportamentais. Os insetos são ótimos modelos para estudos de comportamento por terem ampla distribuição no globo o que resulta em interações com diversos tipos de ambientes, faunas e floras na busca por recursos. Nos insetos podemos destacar as vespas sociais, no Brasil representadas pela subfamília Polistinae, que vêm sendo utilizadas na indicação de qualidade ambiental. Além disso, o grupo tem sido analisado quanto à possibilidade de aplicação em programas de manejo integrado de pragas, isso porque são efetivos predadores de lagartas desfolhadoras. O objetivo do presente estudo foi registrar a diversidade de vespas sociais na Paraíba; avaliar a ação de variáveis ambientais sobre a dinâmica do grupo; comparar as comunidades de vespas em áreas de plantio consorciado a áreas de mata seca; e analisar o comportamento de *Polistes canadensis* através de transferências de colônias e análise do forrageio, ampliando os estudos de diversidade da Caatinga e apoiando programas que visem o uso de Polistinae em manejo de pragas agrícolas. A metodologia utilizada foi a metanálise de artigos que reportavam a presença de Polistinae na Paraíba a fim de se gerar um check-list para o estado, associada a coletas de espécies no Cariri Paraibano e no município de João Pessoa. Além disso, 30 colônias de *P. canadensis* foram transferidas para abrigos artificiais e os comportamentos exibidos foram analisados e comparados com colônias não manejadas. As coletas no Cariri resultaram em 10 espécies distribuídas em seis gêneros, sendo dois novos registros. A metanálise e as coletas em João Pessoa resultaram em onze espécies, com cinco novos registros, elevando de nove para 20 a diversidade de Polistinae para o estado. A comunidade de vespas sociais no plantio consorciado apresentou maior riqueza e abundância quando comparada a da Caatinga. Esse resultado reforça a importância da diversidade de cultivo na agricultura, como o que ocorre em consórcios de plantações, já que resulta em maior atração de animais para seu domínio. Na Caatinga, foi verificado que abundância e riqueza de vespas sociais são influenciadas pelas variáveis ambientais, sendo assim, mudanças ambientais podem acarretar em desaparecimento do grupo no bioma estudado. *P. canadensis* apresentou resultados que

indicam a possibilidade de sua aplicação em manejos integrados de pragas sendo que 22 colônias se mantiveram no abrigo por mais de sete dias, atingindo um sucesso de 73%. Não houve diferença significativa nos padrões de comportamentos exibidos por indivíduos em colônias transferidas e não transferidas. A espécie estudada na presente pesquisa demonstrou ter a atividade de forrageamento influenciada pela variação da umidade do ar e por comportamentos agressivos apresentados tanto por rainhas como por operárias. A principal fonte de recurso proteico utilizado na alimentação dos imaturos foi oriunda da predação de lagartas. A análise do forrageio revelou a potencialidade do uso de *P. canadensis* em programas que visem a utilização de processos ecológicos no controle de pragas agrícolas.

Palavras-chave: Manejo de pragas, Polistinae, Semiárido, Caatinga

ABSTRACT

The study of animal behavior is an important tool for understanding ecological interactions. The identification of behavioral patterns serves as a basis for comparison in different climate and environment situations. Environmental changes may result in behavioral changes. Insects are great models for behavioral studies since they have broad distribution in the globe, which results in interactions with different types of environments, faunas and floras in the search for resources. As to the insects we can highlight the social wasps, characterized in Brazil by the subfamily Polistinae, which have been used for the indication of environmental quality. In addition, the group has been analyzed regarding the possibility of use in programs of integrated pest management; this is because they are effective predators of defoliation caterpillars. The objective of the present study was to record the diversity of social wasps in Paraíba; evaluate the action of environmental variables on the dynamics of the group; compare areas of intercropping to areas of dry forest; and to analyze the behavior of *Polistes canadensis*, expanding the Caatinga diversity studies and supporting programs aimed at the use of Polistinae in agricultural pest management. The methodology used was the meta-analysis of articles that reported the presence of Polistinae in Paraíba in order to generate a checklist for the state, associated to samplings of species in the Cariri of the Paraíba State and in the municipality of João Pessoa. The samples in the Cariri resulted in 10 species distributed in six genera – two of which were new records. The meta-analysis and samples in João Pessoa resulted in eleven species, with five new records, raising from nine to 20 the diversity of Polistinae in the state. The social wasp community in the intercropped plantation presented greater richness and abundance when compared to the Caatinga. Such result highlights the importance of crop diversity in agriculture, such as that which occurs in crop consortia, since it results in greater attraction of animals to their domain. In the Caatinga, it was verified that abundance and richness of social wasps are influenced by the environmental variables, thus, environmental changes can lead to disappearance of the group in the studied biome. *P. canadensis* presented results that indicate the potential of its application in integrated pest management, presenting conditions for colony translocations and effective predation of lepidopteran caterpillars – the main agent of damage to agriculture.

Key-words: Plagues management, Polistinae, Semiarid, Caatinga

INTRODUÇÃO GERAL

Biodiversidade, ou diversidade biológica, refere-se ao conjunto das formas de vida na Terra. Em uma abordagem mais simples e direta, o tema pode ser entendido como o conhecimento acerca da riqueza do número de espécies em uma determinada área (Collin, 1997). O conhecimento da biodiversidade é algo fundamental para o desenvolvimento da ciência de um país. O Brasil, com sua dimensão continental, apresenta várias regiões, com diversos tipos de biomas, todos com fauna e flora bastante peculiares. Pesquisas indicam que em solo brasileiro são encontradas cerca de 13% da diversidade do total mundial de espécies de plantas, animais e fungos (Lewinsohn e Prado, 2005). Com tamanha heterogeneidade, diversas regiões do território e os táxons que nelas residem são negligenciados, sendo pouco explorados e ficando a mercê de poucos estudos que revelam suas características, como o que ocorre no Bioma de Mata Seca, a Caatinga.

Um desses táxons que ainda são pouco explorados é o de vespas sociais, cuja maioria de estudos se concentra nos estados de Minas Gerais (n=23), São Paulo (n=13) e Bahia (n=10) (Barbosa *et al.*, 2016). As vespas sociais do Brasil estão representadas pela subfamília Polistinae, contendo 21 gêneros, subdivididos nas tribos Mischocyttarini, Polistini e Epiponini (Carpenter e Andena, 2014). Vespas sociais são excelentes modelos de estudo de comportamento animal, principalmente para se entender a evolução do comportamento social (Wilson, 1971).

O estudo do comportamento animal é uma importante ferramenta para o entendimento de interações ecológicas. A identificação de padrões comportamentais serve como base de comparação em diferentes situações de clima e ambiente. Mudanças ambientais podem recorrer em comportamentos que expressam as necessidades alteradas por partes dos animais. Estes são excelentes modelos para identificar as alterações nos ecossistemas, sendo inúmeros os trabalhos que utilizam a ecologia do grupo em estudos de bioindicação ambiental. Dentre esses podemos destacar os insetos que, por terem ampla distribuição no globo, interagem com diversos tipos de ambientes, faunas e floras na busca por recursos. As vespas sociais já vêm sendo utilizadas na indicação de qualidade ambiental (Souza, 2010). Além disso, esse grupo tem sido

analisado quanto à possibilidade de utilização em programas de manejo integrado de pragas, isso por que são efetivos predadores de lagartas desfolhadoras (Raveret Richter, 2000).

Dessa forma, o estudo da comunidade de vespas sociais e do comportamento de espécies do grupo pode favorecer o entendimento da interação desses himenópteros com o meio em que forrageiam seus recursos (Raveret Richter, 2000). Ainda não foi realizado um levantamento de espécies de vespas sociais no estado da Paraíba, sendo os dados de diversidade do grupo oriundos de análise de coleções e estudos de visitantes florais. Além disso, a Caatinga é tida como uma área importante para estudos de diversidade, uma vez que sofre severa taxa de degradação, devido à agropecuária e uso extensivo de agrotóxicos, e não contém dados suficientes quanto à biodiversidade de seu domínio (Guénard *et al.*, 2012).

Assim, o objetivo do presente estudo foi registrar a diversidade de vespas sociais na Paraíba, avaliar a ação de variáveis ambientais sobre a dinâmica do grupo no bioma Caatinga e analisar o comportamento de *Polistes canadensis*, ampliando os estudos de diversidade da Caatinga e apoiando programas que visem o uso de Polistinae em programas de manejo de pragas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- O semiárido brasileiro e o Bioma Caatinga.

O Nordeste abrange 18,27% do território brasileiro, possuindo uma área de 1.561.177,8 km²; destes 962.857,3 km², cerca de 60%, estão inseridos no clima semiárido (IBGE, 2016) (Figura 1). O semiárido se estende por mais de 90% do nordeste brasileiro, abrangendo todos os estados da região (BRASIL, 2016). Essa região do país se caracteriza por uma irregularidade climática, apresentando valores meteorológicos extremos, como a mais forte insolação, a mais baixa nebulosidade, as mais altas médias térmicas entre 25° e 30° C, as mais elevadas taxas de evaporação e os menores índices pluviométricos, em torno de 500 a 700 mm anuais (Reddy, 1983; Sampaio, 2003). As chuvas se concentram em períodos determinados porém irregulares, o que dificulta o uso do solo. No entanto, o regime de chuva tem se tornado cada vez mais concentrado e em menos volume, o que aumenta a probabilidade de secas drásticas na região (Marengo, 2006). Além da problemática das chuvas, metade da área de abrangência da região é de origem cristalina, rocha dura que não favorece a acumulação de água, o que torna o solo ainda mais desfavorável à agricultura (Rebouças, 1997).

Dentro do semiárido está localizada a Caatinga, bioma em que segundo a classificação de Köppen, predomina o clima Bsh-semiárido quente com chuvas de verão. Apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2 °C e mínima de 23,1 °C, precipitação média em torno de 400 mm/ano, distribuída predominantemente entre os meses de fevereiro a abril, e umidade relativa do ar de 70%.

O tipo de vegetação foi o que nomeou a Caatinga, que significa “mata branca” na língua tupi, fitofisionomia que pode ser visualizada quando as plantas derrubam suas folhas no período de estiagem (Prado, 2003). A formação vegetal é bem caracterizada, com árvores e arbustos que, em geral, perdem as folhas na estação das secas, além da abundância de cactáceas. As raízes se espalham pela superfície do solo, para capturar o máximo de água durante as chuvas leves. A vegetação é predominantemente composta pelas famílias Euphorbiaceae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Malvaceae, Poaceae, Asteraceae e Convulvulaceae (Alcoforado-Filho *et al.* 2003). As espécies mais comuns

são a umburana, a aroeira, o umbu, a baraúna (braúna), a maniçoba, a macambira, o mandacaru, o xiquexique, o facheiro e juazeiro (Moreira *et al.*, 2006).



Figura 1: Mapa do Semiárido Brasileiro abrangendo os estados do Nordeste e Minas Gerais. Em destaque o estado da Paraíba.

Esse bioma vem sofrendo forte antropização devido ao desenvolvimento da região resultado da expansão agropecuária. As modificações fitofisionômicas e estruturais estão relacionadas principalmente às práticas da pecuária bovina, agrícolas e, além disso, a região também sofre com o aumento da extração de lenha e da caça (Andrade *et al.*, 2005).

A ausência de um plano de manejo para o bioma gera perdas irreversíveis na diversidade florística e faunística, provocando danos irreversíveis. Estudos revelam que a eliminação sistemática da cobertura vegetal e o uso indevido da terra têm acarretado graves problemas ambientais ao bioma, se destacando a queda na biodiversidade e a

degradação dos solos, o que pode acelerar o processo de desertificação de áreas na região (Rodrigues *et al.*, 2000, Pereira *et al.*, 2001).

-O modelo de Plantio Orgânico

O plantio orgânico é uma forma de utilização do solo na qual se estabelece uma melhor relação com o meio ambiente e as áreas de cultivo, sendo essas lavouras denominadas agroecossistemas. Nessas áreas é proibido o uso de agrotóxicos, o que exige dos agricultores uma maior atenção aos ataques de pragas. Para se evitar prejuízos às plantações, os cultivadores de orgânicos tendem a utilizar ferramentas que mantem as populações de espécies de pragas abaixo do nível de dano. O plantio consorciado é uma dessas ferramentas, isso porque a diversidade de plantas atrai um maior número de animais, sendo muitos destes espécies inimigas naturais de pragas (Alves *et al.*, 2009). Assis & Romeiro (2002) reportaram a importância dos agroecossistemas como sendo a melhor forma de analisar a integração dos aspectos ecológicos, agrônômicos e socioeconômicos na compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade, como um todo.

A Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica, categoriza a agricultura orgânica como sendo um sistema de produção que visa a qualidade e a saúde do solo, da população e dos ecossistemas, usando pesticidas de origem orgânica (naturais), evitando o uso de agrotóxicos, fertilizantes e pesticidas de síntese química, além de hormônios de crescimento e antibióticos. Assim, o produtor deve seguir normas durante a produção, levando em conta desde o preparo do solo até a colheita, sempre preservando o meio ambiente. Dessa forma, o termo orgânico utilizado nos rótulos de alimentos indica que o produto foi produzido em conformidade com as normas de produção orgânica e que foi certificado por uma entidade certificadora devidamente constituída e autorizada, ou liberado de certificação quando comercializado em feiras ecológicas, diretamente pelo produtor (IFOAM, 2016).

No Brasil este tipo de cultivo é regulamentado pela Instrução Normativa Nº 7, 17/05/1999, e pela Lei 10.831, de 23/12/2003 (Brasil, 2003). De acordo com a referida Lei, “considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que são adotadas técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e

socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade ecológica e econômica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, ”.

No território brasileiro, estima-se que mais de 90% dos produtos orgânicos sejam oriundos de pequenos agricultores ou de áreas ligadas a movimentos sociais, como assentamentos da reforma agrícola. Os 10% restantes estão ligados a grandes produtores, muitas das vezes associados a empresas privadas. Os agricultores familiares são responsáveis por 70% da produção orgânica (Borguini *et al.*, 2006). De 1999 para 2009, houve um crescimento de 26,2 milhões de hectares destinados à prática de agricultura orgânica no mundo, o que representa um aumento de aproximadamente 238% em dez anos (Hoppe *et al.*, 2012).

O modelo de produção agrícola convencional, com alta taxa de mecanização e elevada aplicação de insumos, entre eles os agrotóxicos, não pode ser replicado em regiões carentes, uma vez que exige investimentos elevados (Stotz, 2012). Além disso, os danos ambientais que esse modelo provoca vem tornando a Terra um ambiente fadado à crise hídrica e à extinção de inúmeras espécies. Assim o plantio orgânico surge como uma ferramenta importante na manutenção do agricultor nas áreas rurais, isso por ter uma produção de baixo custo além de ser uma forma de plantio que implica menor dano ao meio ambiente (Moeskopsa *et al.*, 2010).

-Cultivos na Caatinga Paraibana e as pragas agrícolas da região.

A Caatinga é um ambiente que exige diversificação de cultivos. Isso por causa do regime de chuvas que acaba por selecionar espécies mais resistentes aos longos períodos de seca. Dessa forma, a maneira encontrada para utilização do solo pelos agricultores é o plantio consorciado. Este formato de lavoura é a principal forma de cultivo em países em desenvolvimento, por usar reduzido grau de investimento pelo

produtor (Karel, 1993). Há inúmeros benefícios para este tipo de plantio, podendo se destacar o aumento na eficiência do uso da terra, aproveitando melhor os fatores abióticos e reduzindo o risco de diminuição na produção (Bezerra Neto & Robichaux, 1996). Outra vantagem é a redução das chances do ataque de pragas, já que insetos herbívoros geralmente alcançam maiores densidades populacionais em monocultivo (Vandermeer, 1989). Além disso, a diversidade vegetal acaba por atrair um maior número de insetos, entre eles espécies inimigas naturais de pragas (Altieri, 2000).

O cultivo na Paraíba, na região de Caatinga, acontece principalmente em plantios consorciados, realizados em áreas de agricultura familiar, com pequena produção. Estas lavouras utilizam baixo grau de tecnologia assim como uso de insumos e fitossanitários, com boa parte de sua produção voltada para o plantio orgânico. Nessas áreas são plantadas principalmente espécies de milho, feijão, gergelim, amendoim e algodão, este último vem ganhando destaque com a volta da produção no semiárido brasileiro (Furtado *et al.*, 2014; Magalhães *et al.*, 2013).

Por serem cultivos com baixa taxa de aplicação de inseticidas, as áreas cultivadas no semiárido paraibano estão mais susceptíveis a surtos de insetos pragas, sendo necessário um controle mais efetivo dessas populações. Somente nas lavouras de algodão já foram catalogadas cerca de 30 espécies de artrópodes pragas (Gallo *et al.*, 2002; Sujii *et al.*, 2006; Miranda, 2010). Estudos destacam os seguintes grupos como causadores de danos às lavouras: Coleópteros (Coleoptera) (*Eutinobothrus brasiliensis* e *A. grandis*); Tripes (Thysanoptera) (*Thrips tabaci* e *Frankliniella sp.*); Pulgão (Heteroptera) (*Aphis gossypii* e *Myzus persicae*); Heteroptera (*Bemisia tabaci* e *B. argentifolli*); Ácaros (Acari) (*Tetranychus urticae*, *Tetranychus ludeni*, *Polyphagotarsonemus latus*); Percevejos (Hemiptera) (*Scaptocoris castanea*, *Atarsocoris brachiariae*, *Horcias nobilellus*, *Dysdercus sp.*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, *Euschistus heros*); e espécies de lagartas (Lepidoptera), principais desfolhadores e causadores de injúrias às lavouras (*Alabama argillacea*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania*, *Pectinophora gossypiella*).

Dentre as espécies supracitadas *A. argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas herbívoras dos plantios no Nordeste, sendo praga primária e secundária em plantios de algodão e milho, respectivamente (Quirino e Soares, 2001).

Conhecida como Curuquerê-do-algodão, essa lagarta causa redução da capacidade fotossintética das plantas de algodão por provocar desfolhamento e, dependendo da época de ataque, pode causar maturação precoce das maçãs, paralisação da frutificação, o que resulta em redução da produção (Boiça Junior, 2012; Ramalho *et al.*, 2011). Outra lagarta de importância econômica é a *S. frugiperda* que causa danos em várias culturas, como milho, trigo, arroz, feijão, amendoim, tomate, batata, repolho, espinafre, abóbora, couve e algodão (Cruz *et al.*, 1999).

- Diversidade de vespas no Brasil

As vespas sociais são insetos da ordem Hymenoptera, superfamília Vespoidea, família Vespidae e pertencente a subfamília Polistinae (sensu Carpenter, 1981). Estes insetos são conhecidos popularmente como "marimbondos" e, geralmente, denominados na literatura especializada como vespídeos. Essa subfamília constrói ninhos de variadas formas, utilizando diversos tipos de materiais, sendo a fibra vegetal o principal componente das células (Wenzel, 1998). A diversidade de formas dos ninhos pode ser utilizada como caráter taxonômico, sendo uma importante ferramenta em levantamentos (Wenzel, 1998; Arab *et al.*, 2003; Nascimento *et al.*, 2008; Prezoto & Clemente, 2010; Souza & Zanuncio, 2012). As colônias podem ser iniciadas por associações de várias fêmeas (pleometrose) ou por uma única fundadora (haplometrose) (Carpenter & Marques, 2001).

No Brasil, a subfamília Polistinae é representada pelas tribos Polistini, Mischocyttarini e Epiponini (Carpenter & Marques, 2001). Polistini e Mischocyttarini são vespas eussocias primitivas, fundam suas colônias solitariamente ou por uma associação de poucas fêmeas (Jeanne, 1991). Diferentemente, Epiponini funda seus ninhos por enxameagem, na qual pode estar centenas de cofundadoras, o que garante maior sucesso no processo de dispersão das espécies da tribo (Carpenter & Marques, 2001; Carpenter, 2004).

Mischocyttarini apresenta apenas um gênero, *Mischocyttarus*, com 245 espécies, das quais 132 são registradas no país e 74 são consideradas endêmicas (Richards, 1978). Polistini também apresenta apenas um gênero, *Polistes*, com 200 espécies descritas, sendo 38 presentes no Brasil, com 10 endêmicas (Carpenter e Marques, 2001). Este

grupo se destaca pela ampla distribuição espacial e pelos estudos já realizados de comportamento, facilitados pelo ninho exposto devido a falta de envelope protetor (Evans & West-Eberhard, 1970; Wilson, 1971; Prezoto *et al.*, 1994; Giannotti *et al.*, 1995; Andrade & Prezoto, 2001). Epiponini é o grupo com maior diversificação, com vespas de diferentes tamanhos e com ampla distribuição pelo Brasil, aonde são encontradas espécies de todos os 19 gêneros da tribo (Carpenter, 2004).

O Brasil, país de dimensões continentais, apresenta o conhecimento sobre a biodiversidade ainda incipiente. Para o país foram catalogadas 319 espécies de vespas sociais distribuídas em 23 gêneros (Souza e Zanuncio, 2012), sendo os levantamentos concentrados nas regiões sul e sudeste.

A região nordeste, com uma grande área de clima semiárido, apresenta sua diversidade subestimada (ver Ducke, 1907). No PPBIO Semiárido, Andena & Carpenter (2014) registraram, através de metanálise e levantamento, um total de 76 espécies de Polistinae, sendo 47 espécies de Epiponini, 17 de Polistini e 17 de Mischocyttarini. Os dados acerca das espécies de vespas sociais na região são oriundos principalmente dos estudos realizados no estado da Bahia. Este é o estado com maior número de espécies registradas (71 espécies - 56%), seguido pelo Ceará (17 espécies - 14%), Pernambuco (15 espécies - 12%), Paraíba (11 espécies - 7%), Rio Grande do Norte (7 espécies - 6%), Piauí (4 espécie - 3%) e Alagoas (2 espécies - 2%), já em Sergipe não há registro de Polistinae (Andena & Carpenter 2014; Elisei *et al.*, 2015). Mais recentemente, Rocha e Silveira (2014), realizaram levantamento em duas localidades no Piauí e elevaram o número de espécies de vespas sociais do estado para 16.

A carência de conhecimento sobre a diversidade de vespas sociais na região nordeste e a pressão antrópica que as áreas de semiárido vêm sofrendo expõem a necessidade da realização de estudos na área. Na pesquisa de Guénar *et al.*, (2012) os autores revelaram a importância de áreas que não são consideradas *hot spots*, mas que no entanto apresentam pouco conhecimento acerca da biodiversidade e sofrem altas taxas de degradação, assim como o semiárido brasileiro e mais especificamente a Caatinga.

- Estudos do comportamento social de Polistinae.

Vespas sociais são ótimos modelos de estudo para comportamentos sociais. Juntamente com inúmeras espécies de abelhas, formigas e cupins, este grupo apresenta a eussocialidade como forma de vida. Nesses insetos são observados os comportamentos de divisão do trabalho em castas, a sobreposição de gerações na colônia e cuidado com a prole, o que evidencia características de grupos eussociais (Wilson, 1971). O comportamento social, segundo Hamilton (1964a,b), é construído por condutas altruístas baseadas no sucesso genético. No entanto, novos estudos revelaram que a eussocialidade também pode ser resultado de três tipos de interações: 1) Coerção – comportamento social agressivo, que pune e policia o comportamento individual egoísta. 2) Manipulação parental – comportamento exibido pelos pais, que visa à persuasão dos filhos para que cuidem dos irmãos. 3) Policiamento – comportamento de inibição da atividade de reprodução de determinados operários (formas não reprodutivas presentes em colônias de insetos sociais) que pode acontecer pela destruição dos ovos postos ou agressão física a ela (Ratnieks e Wenseleers, 2008).

Nas colônias de vespas sociais pode ser encontrada de uma a dezenas de rainhas, essas as responsáveis pela reprodução. É possível também observar que as rainhas impõem um padrão hierárquico, no qual através de comportamentos agressivos mantêm as outras fêmeas da colônia subordinadas. Por outro lado, as fêmeas subordinadas também se impõem à outras fêmeas subordinadas, formando uma hierarquia de dominância linear. Em colônias de Epiponini, as quais podem conter milhares de indivíduos, as rainhas se diferenciam morfológicamente das operárias e a dominância reprodutiva pode ser obtida por meio de feromônios (Anderson & Mcshea, 2001). Em grupos de vespas eussociais primitivas, na qual se insere o gênero *Polistes*, as castas não apresentam diferenças morfológicas, sendo a dominância obtida principalmente por embates físicos.

Além de utilizarem as agressões para manterem a dominância da colônia, as rainhas também podem exibir comportamentos que estimulam, ou obrigam, a saída de operárias para o forrageio (Gamboa *et al.*, 1990; Reeve & Gamboa, 1983, 1987; Kardile & Gadagkar, 2003; Sumana & Starks, 2004). Esse comportamento ocorre especialmente em colônias com poucos indivíduos, o que facilita o controle por parte das rainhas.

Vespas do gênero *Polistes* se enquadram nesse tipo de colônia, sendo que vários autores já registraram esses comportamentos para espécies do grupo (Reeve & Gamboa, 1983, 1987; O`donnell, 1995, 1998; Jha *et al.*, 2006; Sumana & Starks, 2004; Oliveira *et al.*, 2006; Grazinoli *et al.*, 2010; De Souza *et al.*, 2010).

Estudar o comportamento de insetos que vivem em sociedade é uma ferramenta importante para compreender o surgimento do comportamento eussocial e a forma de manutenção das colônias, temas que ainda geram grandes discussões no âmbito da sociobiologia (Wilson & Wilson, 2007). O gênero *Polistes* é um ótimo modelo para esses estudos, uma vez que apresenta carácter eussocial primitivo e, além disso, a observação de comportamentos é facilitada pela ausência de envelope protetor na colônia.

-Conhecimento sobre a espécie Polistes canadensis

Polistes são vespas sociais consideradas menos derivadas, principalmente por seu hábito de fundação independente e a ausência de diferenciação morfológica entre as castas (Capernter e Marques, 2001). Nesse grupo, a hierarquia na colônia ocorre através de embates físicos, onde dominantes agem com agressividade sobre seus subordinados seguindo um modelo linear (De Souza *et al.*, 2012a). O gênero apresenta várias espécies com níveis elevados de estudos, sendo *Polistes canadensis* uma dessas espécies.

P. canadensis é uma espécie abundante e frequente na região semiárida do Brasil (Melo *et al.*, 2015). Apresenta hábito assincrônico, ou seja, realiza fundações ao longo de todo o ano, escolhendo diferentes substratos para nidificação, contudo em ambientes que forneçam condições físicas mais homogêneas durante o período de insolação (Torres *et al.*, 2009). A espécie apresenta adaptação ao ambiente urbano, construindo seus ninhos em edificações humanas com elevada frequência, apresentando grande densidade de colônias em determinadas áreas (Virgínio *et al.*, 2016). As colônias podem produzir de 10 a mais de 500 indivíduos durante o ciclo de vida (Santos *et al.*, 1998). É uma espécie com expectativa média de vida de $37,06 \pm 29,07$ dias, com elevada taxa de morte na primeira semana de vida (Torre *et al.*, 2013).

Foi descrito um repertório comportamental com 28 atos para a espécie, dentre esses atos, dois foram exclusivos do repertório de rainhas e nove de operárias. As fêmeas dominantes estão ligadas à reprodução, enquanto que as subordinadas executam mais frequentemente atividades relacionadas à manutenção das colônias, como a atividade de forrageamento a qual demanda um maior risco e alto custo energético (Torres *et al.*, 2009). O raio de ação para *P. canadensis* foi estimado em 125 metros, resultando em uma área forrageio de 49.000m² (Santos *et al.*, 1994). A área de influencia de uma colônia de *P. canadensis* esta próxima a de outras espécies de vespas sociais já notadamente indicadas para o manejo em área de agroecossistemas (Prezoto & Gobbi 2005; Elisei *et al.*, 2012). Assim, o aprofundamento do conhecimento acerca do comportamento de forrageio da espécie pode apontar o seu potencial de uso em programas de manejo integrado de pragas.

- Importância ecológica de vespas sociais

A relação entre os seres vivos e o espaço que os cercam pode evidenciar a importância da preservação ambiental. O estudo dessas relações gera informações sobre a dinâmica dos seres vivos, sendo muitas dessas aproveitadas no cotidiano humano. A bioindicação é uma dessas aplicações, constituindo uma ferramenta bastante difundida e aplicada em pesquisas com diferentes grupos animais. Entre eles estão os estudos que utilizam vespas sociais. Por apresentarem hábitos predadores e serem polinizadores, vespas sociais são citadas por autores que verificaram as preferências de determinadas espécies à determinados tipos de ambientes. São encontradas vespas sociais que habitam apenas ambientes preservados; aquelas que suportam a antropização; e até mesmo aquelas que nidificam quase que exclusivamente em construções humanas (Santos *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2010b; Souza & Zanuncio, 2012). Vespas sociais também foram utilizadas no diagnóstico de presença metais pesados no ambiente, analisando adultos, larvas e pupas de colônias de *Dolichovespula saxonica* e *Polistes dominulus* (Kowalczyk & Watala, 1989; Urbini *et al.*, 2006).

Polistinae, por conter espécies eussociais, apresenta comportamento de cuidado da prole, o que resulta em altas taxas de busca de alimento para os imaturos que se desenvolvem no ninho. Os recursos utilizados por vespas sociais nessa tarefa incluem

açúcares oriundos de diversas fontes, como nectários, o que confere a esse grupo um importante papel na polinização (Hunt *et al.*, 1991; Quirino e Machado, 2001; Nádia *et al.*, 2007a; Santos *et al.*, 2010).

Vespas também forrageiam proteína animal, principal alimento dos imaturos que se desenvolvem na colônia, recurso esse fornecido de carcaças de animais mortos (Greene, 1991; O'Donnell, 1995) e principalmente através de predação de invertebrados, sendo lagartas o principal grupo abatido (Raveret Richter, 2000; Prezoto *et al.*, 2006; Bichara *et al.*, 2009; Elisei *et al.*, 2010).

- Comportamento de forrageio de vespas sociais

O comportamento de recrutamento em abelhas e formigas já é bem conhecido (Sanchez *et al.*, 2011; Collignon *et al.*, 2012; Couvillon, 2012), no entanto, em vespas sociais, isso ainda é uma barreira a ser ultrapassada (Jeanne *et al.*, 1995). É sabido que o retorno com recursos estimula novas saídas de forrageiras, mas não é passada uma orientação do local de oferta do recurso (Taylor *et al.*, 2012a, b). No estudo de O'Donnell & Hunt (2013) os autores verificaram um certo padrão no comportamento de *Parachartegus apicalis* na predação de uma lagarta de Sphingidae, sugerindo uma ordenação que remete ao recrutamento para esse comportamento.

Vespas sociais utilizam no desenvolvimento e manutenção de uma colônia o recurso água, para o controle da temperatura; polpa de madeira para a construção, ampliação e conserto de células, pedúnculo e envelope; carboidratos para a alimentação de larvas e adultos; e proteína animal, utilizada na alimentação das larvas (Höfling, 1982, Prezoto *et al.*, 1994, Silva & Noda, 2000, Andrade & Prezoto, 2001, Resende *et al.*, 2001).

Embora ainda não seja compreendido como ocorre a predação por vespas sociais, o grupo é tido como um potencial controlador de populações de insetos que causam injúrias a agricultura (Tabela 1). No entanto, esta área da pesquisa esteve em esquecimento por longos períodos, sendo retomada com mais veemência nas décadas de 60 e 70 (Rabb & Lawson, 1957; Lawson *et al.*, 1961; Morimoto, 1960a,b e 1961; Shang-Chiu, 1976), com trabalhos de utilização de colônias em plantios.

Mais recentemente, trabalhos de Gonring *et al.*, (2003), Ribeiro Junior (2008), Bichara *et al.*, (2009), Elisei *et al.*, (2010; 2012), Picanço *et al.*, (2010;2011) e Santana *et al.*, (2012) retomaram as pesquisas de base para a aplicação de vespas sociais em manejo integrado de pragas agrícolas, principalmente em monoculturas. Vários estudos revelaram dados de predação de vespas sociais ocorrendo principalmente em lagartas desfolhadoras, as principais causadoras de danos em áreas plantadas (Butignol, 1992; Prezoto *et al.*, 1994; Giannotti *et al.*, 1995; Prezoto & Machado, 1999 a, b; Richter 2000; Andrade & Prezoto, 2001; Prezoto *et al.*, 2006; Bichara *et al.*, 2009; Elisei *et al.*, 2010).

Tabela 1: Vespas sociais e espécies de pragas predadas, de diferentes ordens de insetos, utilizadas como recursos alimentar.

Vespa	Praga Predada	Ordem
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	<i>Alabama argillacea</i>	Lepidoptera
	<i>Perileucoptera coffeella</i>	Lepidoptera
	<i>Schizaphis graminum</i>	Hemiptera
	<i>Anthonomus grandis</i>	Coleoptera
	<i>Liriomyza sp.</i>	Diptera
<i>Polybia dimidiata</i> (Olivier, 1791)	<i>Tuta absoluta</i>	Lepidoptera
	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)	<i>Utetheisa ornatix</i>	Lepidoptera
	<i>Edessa rufomarginata</i>	Hemiptera
	<i>Heliothis zea</i>	Lepidoptera
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidoptera
	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lepidoptera
	<i>Diaphania hyalinata</i>	Lepidoptera
	<i>Mimosicerya hampeli</i>	Hemiptera
	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera
	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Lepidoptera
	<i>Diatraea sp.</i>	Lepidoptera
	<i>Mocis latipes</i>	Lepidoptera
<i>Polybia occidentalis occidentalis</i> (Olivier, 1791)	<i>Diabrotica speciosa</i>	Coleoptera
	<i>Ascia monuste orseis</i>	Lepidoptera
<i>Polybia paulista</i> Ihering, 1896	<i>Perileucoptera coffeella</i>	Lepidoptera
	<i>Toxoptera citricidus</i>	Hemiptera
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1791)	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera
	<i>Ascia monuste orseis</i>	Lepidoptera
	<i>Urbanus proteus</i>	Lepidoptera
	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lepidoptera
	<i>Alabama argillacea</i>	Lepidoptera
<i>Protoneectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854)	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidoptera
	<i>Perileucoptera coffeella</i>	Lepidoptera
	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera

	<i>Liriomyza sp</i>	Diptera
	<i>Ascia monuste orseis</i>	Lepidoptera
	<i>Mechanitis lysimnia</i>	Lepidoptera
	<i>Manduca sexta paphus</i>	Lepidoptera
	<i>Mocis latipes</i>	Lepidoptera
<i>Polistes canadensis canadensis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Alabama argillacea</i>	Lepidoptera
	<i>Pectinophora gossypiella</i>	Lepidoptera
	<i>Erinnyis ello</i>	Lepidoptera
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidoptera
	<i>Icerya brasiliensis</i>	Hemiptera
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidoptera
<i>Polistes lanio lanio</i> (Fabricius, 1775)	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lepidoptera
	<i>Pseudaletia sequax</i>	Lepidoptera
	<i>Pseudoplusia includens</i>	Lepidoptera
	<i>Heliothis sp.</i>	Lepidoptera
	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera
	<i>Automeris sp</i>	Lepidoptera
	<i>Diatraea saccharalis</i>	Lepidoptera
	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Lepidoptera
	<i>Heliothis virescens</i>	Lepidoptera
	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lepidoptera
<i>Polistes simillimus</i> Zikan, 1951	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Lepidoptera
	<i>Spodoptera latifascia</i>	Lepidoptera
	<i>Helicoverpa zea</i>	Lepidoptera
	<i>Mocis latipes</i>	Lepidoptera
	<i>Trichoplusia ni</i>	Lepidoptera
	<i>Heraclides anchysiades</i>	Lepidoptera
<i>Polistes versicolor versicolor</i> (Olivier, 1791)	<i>Heraclides thoas</i>	Lepidoptera
	<i>Eacles imperialis magnifica</i>	Lepidoptera
	<i>Chlosyne lacinia saundersii</i>	Lepidoptera

*Fonte: Adaptado de Carpenter & Marques (2001).

O estudo da atividade forrageadora de vespas sociais permite o conhecimento das interações ecológicas com o ambiente em que habitam. O uso de proteína animal, oriunda principalmente da predação de lagartas, é o que garante o controle populacional imposto pelas vespas sobre estes herbívoros no ambiente.

- Vespas sociais no controle de pragas agrícolas e a preservação ambiental.

O Manejo Integrado de Pragas é uma ferramenta de baixo custo e de reduzido dano ambiental. Nesse sistema utilizam-se métodos naturais para o controle de

populações que estão causando danos aos plantios, sendo correto também a utilização do nome Manejo Ecológico de Pragas (Gravena, 1992). Em Parra *et al.*, (2002), os autores citam a utilização de predadores e parasitos em estudos de manejo integrados de pragas, como percevejos (*Podisus nigrispinus*, *Geocoris* spp., *Nabis* spp., *Orius* spp. e *Zellus* spp.); o bicho-lixeiro (*Chrysoperla* spp.); as joaninhas (*Cycloneda sanguinea* e *Scymnus* spp.); os besouros (*Calosoma* sp. e *Lebia concinna*); tesourinhas (*Dorus* sp.); e os microhymenópteros *Trichogramma pretiosum* e *Cerastomicra intmaculata* (Hymenoptera: Calcididae). Entre os entomopatógenos, existem os fungos *Beauveria bassiana*, *Nomuraea rileyi* (Moniliales: Moniliaceae) e o vírus da poliedrose nuclear (doença preta) que também são utilizados em programas de controle natural de pragas agrícolas (Gomez, 1999).

O uso de vespas sociais como controladoras de pragas ainda é uma alternativa pouco conhecida e utilizada. No entanto, o comportamento predatório de vespas sociais proporcionou vários estudos que revelaram a redução de danos causados por pragas agrícolas, em diferentes plantações. Na Carolina do Norte, EUA, Rabb & Lawson (1957) verificaram uma redução de 68% no dano causado pela lagarta *Protoparce sexta* (Cramer) na cultura de fumo, depois da introdução de colônias de *Polistes exclamans* (L.) e *Polistes fuscatus* (F.). Uma redução de 95% no dano causado pela lagarta de *Pieris rapae* (F.) em uma cultura de fumo foi observado por Lawson *et al.*, (1961), combinando o uso de vespas e substâncias químicas.

Morimoto (1960a, b, 1961) também estudou a eficiência das vespas como inimigos naturais de pragas de culturas e verificou que uma colônia de *Polistes* sp. utiliza cerca de 2000 lagartas de *P. rapae* durante seu ciclo. Em plantio de algodão, no trabalho de Shang-Chiu (1976), foi registrado um controle de 70 a 80% de *Pieris rapae* (Huebner) e *Etiella zinckenella* (Treitschke), sete dias depois da introdução de colônias de vespas *Polistes* spp.

No estudo de Cornell *et al.*, (1987), foi notificada a importância da predação de vespas sobre agregações de *Hemileuca lucina* (Lepidoptera, Saturniidae). Os autores evidenciaram a influência indireta da predação sobre as lagartas, que devido aos ataques de *Polistes* spp., alguns indivíduos deixavam a situação de agregado, e migravam para áreas menos favoráveis de alimentação, prejudicando o desenvolvimento e tornando-os mais evidentes ao ataque de predadores.

Os estudos de Prezoto *et al.*, (1994) com *Polistes simillimus* e Giannotti *et al.*, (1995) com *Polistes lanio* em plantações de cana-de-açúcar, revelaram que entre 90 e 95% das presas capturadas eram lagartas. Desta forma, esses lepidópteros, tidos como causadoras de danos à agricultura, foram reduzidos a taxas consideradas abaixo da linha de dano na plantação.

Lolato & Moraes (1997) verificaram a importância da predação de indivíduos da família Vespidae em lagartas herbívoras de plantas de citros. Marques *et al.*, (2005) registraram o ataque de *Polistes versicolor* contra lagartas de *Heraclides anchysiades* em uma plantação de *Citrus senensis*. Já Prezoto *et al.*, (2006) realizaram a identificação de presas capturadas por colônias de *P. versicolor* e evidenciaram o potencial da espécie como agente de controle biológico de pragas, principalmente de lagartas desfolhadoras. A mesma espécie também utilizou como recurso proteico lagartas desfolhadoras de eucalipto (Elisei *et al.*,2010).

São inúmeros os problemas do controle químico de pragas na agricultura. Um deles é o fato de os fitossanitários não apresentarem alta seletividade, o que provoca a eliminação de inimigos naturais favorecendo o ressurgimento da praga, assim como o aparecimento de pragas secundárias (Gallo *et al.*, 2002; Pedigo, 1999; Reis *et al.*,1998). Outro é o dano ambiental resultante da contaminação do solo e das águas, o que pode resultar em eliminações de ecossistemas inteiros (Veiga *et al.*,2006). Somente nos plantios de algodão, em alguns casos, são necessárias de 12 a 14 pulverizações de agrotóxicos por safra, para o controle de insetos pragas e ácaros (Richetti *et al.*,2004). Soares *et al.*, (2002) em estudo acerca do impacto dos inseticidas químicos sobre os inimigos naturais e os custos de produção do algodoeiro, revelaram que nas áreas onde o Manejo Integrado de Pragas foi adotado, a necessidade de pulverizações foi reduzida.

O Brasil é o campeão mundial em uso de agrotóxico e na última década aumentou o consumo em 190% (Rigotto *et al.*,2014). Como alternativa para esse cenário há a utilização de insetos controladores de pragas agrícolas, que diminui a necessidade de produtos fitossanitários nas plantações. Desta forma, toneladas de produtos químicos, antes aplicados nas lavouras e assim introduzidos aos ecossistemas, deixam de ser utilizados, resultando em um menor impacto ambiental pela produção agrícola.

Capítulo 1: Diversidade e Comunidade de Vespas Sociais (Hymenoptera, Polistinae) da Caatinga Paraibana

RESUMO

Na região nordeste do país, a qual esta localizada 90% dentro do semiárido brasileiro, podemos encontrar áreas que apresentam características bastante peculiares, entre elas a Caatinga. Este bioma é caracterizado pela composição florística formada de mata seca e neste ambiente semiárido ocorre aumento de oferta de recursos nos períodos de chuvas. É uma região carente de estudo, sendo que no estado da Paraíba, ainda não foram realizados estudos de levantamento de vespas sociais. O objetivo do estudo foi realizar um levantamento da comunidade de vespas sociais residente na Caatinga paraibana, nas cidades de Sumé e Prata e comparar a comunidade de vespideos localizadas em áreas de Caatinga com aquela residente em áreas de plantios consorciados de manejo orgânico. Foram coletadas 10 espécies de Polistinae distribuídas em seis gêneros. Duas novas espécies foram registradas para a o estado. A comparação entre a comunidade de vespas sociais da Caatinga e do plantio consorciado reforçou a importância da diversidade na agricultura, já que foi nessa área que se registrou a maior riqueza e abundância de Polistinae.

Palavras - chave: Mata seca, Nordeste, Polistinae

INTRODUÇÃO

A família Vespidae é dividida em seis subfamílias, sendo elas Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae (Carpenter & Marques, 2001). Polistinae se destaca como um grupo bastante diverso, no qual se encontra vespas com características sociais, comportamento também registrado em Stenogastrinae e Vespinae (Carpenter, 1982). Vespas eussociais são himenópteros que apresentam ampla distribuição nos mais diferentes ambientes terrestres. São encontrados desde regiões neoárticas a áridas (Richards, 1978). O hábito forrageador oportunista, buscando no ambiente as mais variadas fontes de nutrientes, garante o sucesso deste grupo na conquista de áreas, mesmo que estas apresentem baixa oferta de recursos (Richter, 2000).

No Brasil, há uma grande diversidade de vespas, distribuída em três subfamílias, Polistinae, Masarinae e Eumeninae. O grupo Polistinae apresenta 26 gêneros, com mais de 900 espécies registrada no país, colocando o território brasileiro como importante região de conservação de vespas sociais (Carpenter e Marques, 2001).

Os diversos ecossistemas brasileiros apresentam características distintas o que lhes garantem especificidade em certos grupos animais, incluindo o de vespas. Neste contexto devemos destacar o semiárido brasileiro, que tem sua caracterização feita por três critérios técnicos que seguem: a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; o índice de aridez calculado pelo balanço hídrico entre as precipitações e a evapotranspiração; e o risco de seca maior que 60% (BRASIL, 2005). Na região nordeste do país, a qual esta localizada 90% dentro do semiárido brasileiro, podemos encontrar áreas que apresentam características bastante peculiares, entre elas a Caatinga (BRASIL, 2005). Este bioma é caracterizado pela composição florística formada de mata seca e neste ambiente semiárido há um aumento de oferta de recursos nos períodos de chuvas (Pereira Filho *et al.*, 2013).

A biodiversidade da Caatinga é considerada reduzida, quando comparada com outras áreas do Brasil (ver Ducke, 1907). Lewinsohn (2000) destacou a importância de trabalhos de levantamentos sobre a biodiversidade para o bioma. Já Brandão *et al.*, (2000) revelaram a carência de estudos sobre invertebrados para a região nordeste. Estudos mais recentes têm demonstrado o quanto foi subestimada a fauna e flora deste

bioma e revelam a importância de seus organismos adaptados a uma precipitação irregular (Leal *et al.*, 2003). Além disso, o conhecimento da diversidade é de suma importância para o entendimento das alterações ambientais causadas por ações antrópicas ou de forma natural (Lawton *et al.*, 1998). Isso porque a Caatinga, embora não seja uma área de hotspot, é considerada de grande importância na descoberta de novas espécies e de novos registros, já que é pouco estudada e sofre danos intensos por ações antrópicas (Guérnard *et al.*, 2012).

Os levantamentos de vespas sociais na Caatinga foram feitos mais profundamente no Estado da Bahia, sendo este responsável pela maior amostragem de espécie para este bioma (Aguiar & Santos, 2007; Santos *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2009; Andena e Carpenter, 2014). No estado da Paraíba, não foram realizados estudos de levantamento destes insetos. As pesquisas que revelam a diversidade deste grupo são referentes a entomofauna associada e visitantes florais. Para o estado, são registradas apenas nove espécies de Polistinae (Andena e Carpenter, 2014).

O presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento da comunidade de vespas sociais residente na Caatinga paraibana e analisar a abundância e frequência de vespas sociais em áreas de plantio consorciado e Caatinga arbórea.

HIPÓTESES

- A Caatinga Paraibana apresenta reduzida diversidade de vespa sociais quando comparada a outras áreas.
- As vespas sociais apresentam maior abundância nas áreas de plantio consorciado enquanto a Caatinga apresenta maior riqueza.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado no período que compreende os anos de 2013 a 2015, nas cidades de Sumé (7° 40' 18" S; 36° 52' 54" O) e Prata (7°41'27"S, 37°4'48"O), ambas localizadas no Cariri Ocidental Paraibano (IBGE, 2010). Nas localidades onde ocorreram as coletas, as áreas de cultivo seguem o padrão de agricultura familiar que ocorre através da técnica de plantios consorciados de forma orgânica. A região é

predominantemente composta por áreas de agropecuária, com manchas de espécies de mata seca que caracterizam o bioma Caatinga. O período de chuvas ocorre entre os meses de fevereiro a abril (trimestre mais chuvoso), representando 49% do total anual da precipitação (Sena *et al.*, 2012).

Metodologia de coleta

A coleta e transporte dos indivíduos foram autorizados e certificados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). As capturas das vespas sociais ocorreram por meio de armadilhas atrativas e busca ativa, orientadas por três transectos de 100 metros cada, distantes em 20 metros um dos outros. Estes transectos foram repetidos nas áreas de plantio assim como na área de caatinga adjacente a lavoura. Dessa forma, foram instaladas 30 armadilhas por área, sendo estas confeccionadas com garrafas do tipo PET de dois litros, contendo suco de maracujá concentrado e detergente neutro. As armadilhas ficaram distribuídas em 10 por transecto, distanciando uma das outras em 10 metros, permanecendo expostas ao ambiente por um período de cinco dias por coleta.

A busca ativa foi realizada com puçá, por tempo determinado de 20 minutos, seguindo os transectos pelos quais ocorreram as caminhadas. A distância perpendicular de procura na trilha foi limitada em dois metros de cada lado.

Os espécimes de vespas sociais capturados nas armadilhas e busca ativa foram acondicionados em potes plásticos contendo álcool 70%.

Além do levantamento em campo, foi realizada uma análise de material capturado pela EMBRAPA ALGODÃO em áreas também de caatinga e plantios consorciados de manejo orgânico, da cidade de Sumé. O levantamento da empresa foi realizado no ano de 2011 utilizando armadilhas Malaise como método de captura.

Análise dos Dados

A partir dos dados de abundância das vespas coletadas foram calculadas as Frequências Relativas e os valores de Constância. As Frequências foram determinadas pela proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra que, no presente estudo, foi apresentada em forma de porcentagem. Já

Constância foi calculada a partir da porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente. As espécies foram classificadas pelas a sua constância seguindo que espécie CONSTANTE (C) estava presente em mais de 50% das amostras; espécie ACESSÓRIA (AA) estando presente em 25-50% das amostras; e espécie ACIDENTAL (AL) como aquela presente em menos de 25% das amostras. Essas análises foram realizadas no programa EXCEL.

Os dados passaram por teste de normalidade Shapiro Wilk (R-program). A análise das comunidades dos vespídeos foi realizada no programa Estimate, no qual se obteve os índices de Shannon Wiener; estimadores de riqueza (Chao 1); e a curva de rarefação, construída no EXCEL a partir dos dados de riqueza gerados no Estimates. Os dados de abundância e riqueza foram utilizados para se verificar se as áreas Caatinga e Plantio Consorciado se diferem estatisticamente. Para isso, foram utilizados os testes de Wilcoxon e Levene (R-program).

Identificação e destinação dos espécimes

O material coletado foi identificado com auxílio de chaves, comparação com material depositado na coleção Entomológica da Universidade Estadual de Feira de Santana e pelo especialista Sergio Andena, da mesma instituição. Os espécimes foram depositados na coleção Entomológica do DSE/UFPB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vespas sociais no Cariri Ocidental do Estado da Paraíba

O estudo revelou dois novos registros de vespas sociais para o estado da Paraíba: *Polistes simillimus* e *Mischocyttarus cearensis*, sendo também o primeiro registro da tribo Mischocyttarini para o estado (Elisei *et al.*, 2015). Estas duas espécies já haviam sido relacionadas à Caatinga, sendo encontradas em estudos de levantamento em outros estados da região (Santos *et al.*, 2007; Melo *et al.*, 2015). No estudo de Andena e Carpenter (2014) os autores demonstraram que para o estado da Paraíba havia apenas nove registros de vespas sociais, sendo a adição dessas duas novas espécies um acréscimo significativo na diversidade deste grupo para a região.

No presente estudo foram capturados 341 espécimes de vespas sociais, sendo dez espécies distribuídas em seis gêneros (Tabela 1). A riqueza encontrada no presente estudo foi semelhante à revelada nos trabalhos de Santos *et al.*, (2006) e Aguiar e Santos (2007) na caatinga baiana. Os autores reportaram, respectivamente, 12 e 13 espécies de vespas sociais como visitantes florais. Já no estudo de Santos *et al.*, (2009), no qual os autores fizeram levantamento de ninhos em caatinga e agrossistemas, a riqueza encontrada foi de 17 espécies. Porém, o maior número de espécies foi registrado em períodos de chuva nos ambientes analisados, sendo o valor máximo de 13 espécies no período de seca. A região, na qual ocorreram as coletas do presente estudo, está passando por um período histórico de seca severa. Assim, a riqueza verificada pode estar sendo afetada por este fenômeno climático.

Tabela 1: Abundância (N), Frequência (F), Valor de Constância (C) e Constância (CONST), Riqueza (S) e Índice de Diversidade de Shannon (H'), de vespas sociais coletadas nas cidades de Sumé e Prata, estado da Paraíba.

Espécies	N	F (%)	C%	CONST
<i>Brachygastra lecheguana</i>	35	10.26	21.88	AL
<i>Polybia ignobilis</i>	69	20.23	68.75	C
<i>Polybia sericea</i>	43	12.61	12.50	AL
<i>Polybia occidentalis</i>	112	32.84	75.00	C
<i>Polybia sp. grupo occidentalis</i>	20	5.87	25.00	AA
<i>Protopolybia exigua</i>	21	6.16	28.13	AA
<i>Polistes canadensis</i>	34	9.97	34.38	AA
<i>Polistes simillimus</i>	1	0.29	3.13	AL
<i>Mischocyttarus cearensis</i>	3	0.88	9.38	AL
<i>Protonectarina sylveirea</i>	3	0.88	9.38	AL
Total (N)	341			
Riqueza (S)	10			
Diversidade (H')	1.85			

*C= Constante; AA= Acessória; AL= Acidental

A análise dos dados revelou que as coletas apresentaram eficiência próxima de 100% quanto à riqueza (S=10; Chao 1=10), sendo provavelmente capturadas todas as espécies estimadas para a área (Figura 1). Quando comparada com outros biomas do

país, a Caatinga apresenta uma reduzida diversidade de vespas sociais (Tabela 2). Souza & Prezoto (2006) encontraram 38 espécies no Cerrado e em floresta semidecídua, em Minas Gerais. Já Diniz & Kitayama (1994) identificaram 30 espécies na Chapada dos Guimarães, no Mato Grosso. Silva *et al.*, (2011) reportaram 31 espécies de vespas sociais no Maranhão. Rodrigues & Machado (1982) verificaram 33 espécies no estado de São Paulo, em uma área mista de cerrado, eucaliptal e mata secundária; e Tanaka Junior & Noll (2011), com 29 espécies em diferentes paisagens do mesmo estado. Marques *et al.*, (1993) registraram 20 espécies para Mata Atlântica. No estado do Pará, Silva & Silveiras (2009) encontraram 65 espécies e em outras áreas de florestas amazônicas, como em Roraima (Raw, 1992; 46 espécies) e Rondônia (Raw, 1998; 36 espécies) o número foi bem maior que o registrado no presente estudo.

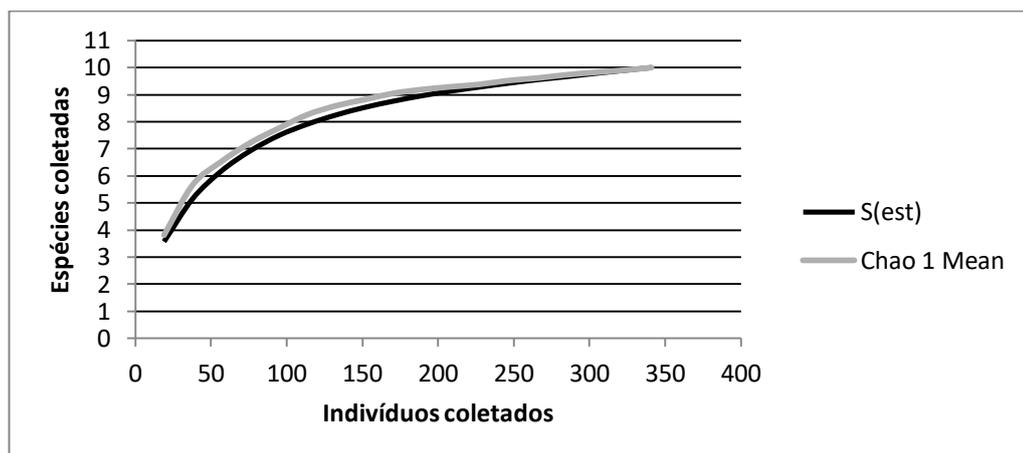


Figura 1: Curva de acúmulo das espécies de vespas sociais coletadas no Cariri Paraibano (S= diversidade observada; Chao 1= diversidade estimada)

O clima semiárido pode não favorecer a diversidade do grupo, uma vez que vespas sociais, embora apresentem o hábito generalista, são influenciadas pelas variações do ambiente. Esse fato foi verificado nas pesquisas de Santos *et al.*, (2009) e Souza *et al.*, (2012), nas quais os autores verificaram que nas duas estações do ano, seca e úmida, a comunidade vespas sociais apresentaram uma queda no número de ninhos com a diminuição das chuvas. Santos *et al.*, (2006), em experimento na Caatinga baiana, registraram uma menor visitação de forrageadoras à flores levando a uma redução no tamanho dos indivíduos no período de seca. Além disso, as observações do comportamento de forrageio de diferentes espécies de vespas sociais também

demonstraram a influência do ambiente sobre os indivíduos. Isso por que com a queda de nutrientes, associada a redução das chuvas, ocorria também a diminuição na atividade de busca por recursos (Jeanne, 1991; Resende *et al.*, 2001; Lima & Prezoto, 2003; Elisei *et al.*, 2005; Ribeiro Jr *et al.*, 2006; Elisei *et al.*, 2013).

Tabela 2: Levantamentos de vespas sociais, realizados no Brasil, em diferentes tipos de paisagens.

ESTUDOS	RIQUEZA
Silveira, 2002 (Floresta Amazônica)	79
Silva & Silveira, 2009 (Floresta Amazônica)	65
Souza <i>et al.</i> , 2014a (Cerrado)	38
Souza <i>et al.</i> , 2012 (Floresta Atlântica)	38
Souza & Prezoto, 2006 (Cerrado e Floresta Semidecidual)	38
Souza <i>et al.</i> , 2010 (Mata Ripária)	36
Simões <i>et al.</i> , 2012 (Cerrado)	32
Locher <i>et al.</i> , 2014 (Mata Ripária)	31
Jacques <i>et al.</i> , 2015 (Áreas de agricultura)	29
Elpino-Campos <i>et al.</i> , 2007 (Cerrado)	29
Aragão & Andena, 2016 (Floresta Atlântica)	26
Souza <i>et al.</i> , 2014b (Mata Ripária)	28
Jacques <i>et al.</i> , 2012 (Ambiente Urbano)	26
Grandinete & Noll, 2013 (Cerrado)	22
Freitas <i>et al.</i> , 2015 (Plantação de café)	19
Santos <i>et al.</i> , 2009 (Cerrado)	19
Bonfim & Antonialli Junior, 2012 (Mata Riparia)	18
Santos <i>et al.</i> , 2007 (Floresta Atlântica)	18
Santos <i>et al.</i> , 2007 (Restinga)	16
Silva-Pereira & Santos, 2006 (Campos Rupestres)	11
Presente estudo (Caatinga e Plantio consorciado)	10

A espécie com maior abundância foi *Polybia occidentalis* (n=112; F=32.84%), sendo seguida por *Polybia ignobilis* (n= 69; F=20.23%) (Tabela 1). No estudo de Melo *et al.*, (2015) essas espécies também foram as que apresentaram maior abundância e constância nas coletas em uma área de Caatinga no oeste da Bahia. Em outros estudos *P. occidetalis* e *P. ignobilis* também apresentaram valores que as caracterizam como

sendo espécies abundantes e constantes no bioma de semiárido do Brasil (Aguiar e Santos, 2007; Santos *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2007).

O sucesso do gênero *Polybia* está relacionando com sua característica de fundação, que ocorre por enxameagem, e por seus ninhos com envelope protetor (Richards, 1951). No presente estudo, esse grupo foi responsável por 72% das capturas (Figura 2). Além disso, neste gênero já foi reportada a capacidade de armazenamento de recursos proteicos, além de carboidratos, (Ihering, 1896; Machado, 1984), o que lhe confere resistência a períodos de stress ambiental, como o longo período de seca que passa o Cariri nos últimos anos (Jeanne, 1991).

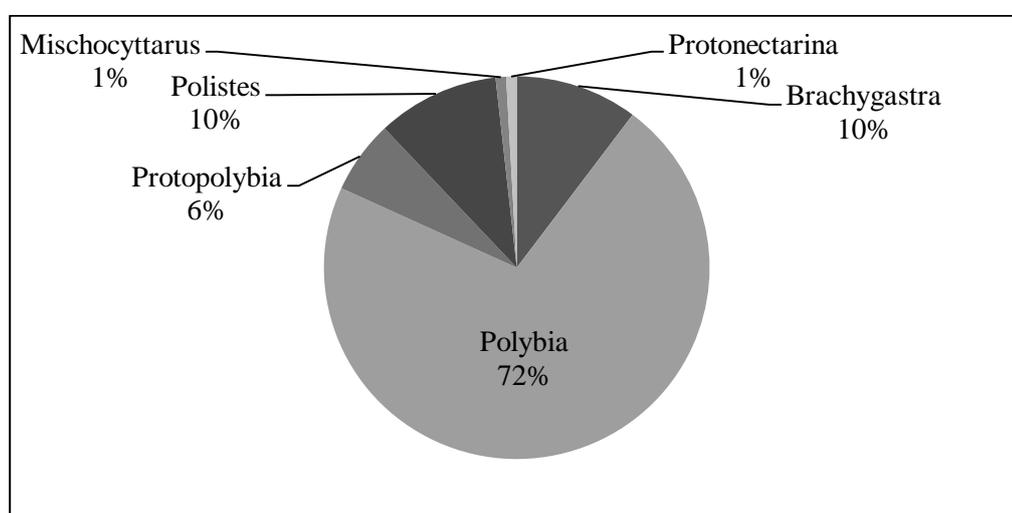


Figura 2: Distribuição dos gêneros de vespas sociais capturadas no Cariri Ocidental, nos municípios de Sumé e Prata, estado da Paraíba.

Polistes canadensis foi considerada acessória, sendo encontrada em 38% das coletas do presente estudo. Nos trabalhos de Silva- Pereira & Santos (2006), Santos *et al.*, (2007) e Santos *et al.*, (2009), todos realizados em área de Caatinga, esta espécie foi encontrada com valores de abundância e constância bastantes significativos. O gênero *Polistes* se caracteriza por construir ninhos do tipo gimnódomos, ou seja, ninhos com ausência de envelope protetor. Esta ausência pode resultar em menor controle interno das colônias com relação às variáveis ambientais (Jeanne, 1991). O período em que ocorreu o estudo foi caracterizado por um regime de chuva em até 50% abaixo das médias históricas (AESA, 2015). Esta queda na oferta de água e, como consequência, queda na oferta de nutrientes, pode ter resultado em uma diminuição deste grupo na área

de estudo. Devido a essa sensibilidade à variações do ambiente, vespas sociais podem ser utilizadas como biondicadoras de qualidade ambiental (Souza *et al.*, 2010).

Já *Polistes simillimus* apresentou a menor constância nas coletas, sendo capturada uma única vez. Esta espécie, juntamente com *Mischocyttarus cearensis*, *Polybia sericea*, *Protonectarina sylveirea* e *Brachygastra lecheguana* foram consideradas espécies acidentais (Tabela 1). No entanto, estas vespas já foram classificadas com maior constância em outras pesquisas realizadas também em áreas de Caatinga, como *B. lecheguana*, *P. sericea* e *P. sylveirea* no experimento de Santos *et al.*, (2006); *M. cearenses* e *P. simillimus* no levantamento de Melo *et al.*, (2015). A falta de dados anteriores na região de coleta dificulta uma discussão quanto uma possível redução nessas populações do Cariri paraibano.

Santos *et al.*, (2009) registraram um maior número de colônias ativas de vespas no período úmido do ano. Populações de Polistinae tendem a apresentar certa modelagem pelo ambiente, sendo aquelas euriécias as mais resistentes a variações desfavoráveis do que as estenoécias, que sofrem mais com as mudanças desfavoráveis (Souza, 2010). A presente pesquisa pode reforçar a influência de regimes de fortes secas sobre a dinâmica da comunidade de Polistinae capturada na Caatinga, resultando em uma reduzida abundância de certas populações. As previsões indicam que com o aquecimento global ocorrerá uma intensificação dos extremos de secas no nordeste (Marengo, 2006). Assim, os levantamentos de diferentes grupos na região são de importante valor para determinar a perda da biodiversidade devido a este fenômeno (Lawton *et al.*, 1998).

Análise comparativa das comunidades de vespas sociais na Caatinga e Plantio Consorciado

As duas áreas apresentaram riquezas que não se diferenciaram estatisticamente, (Wp-value =0.2994). No entanto, foi na área de plantio consorciado onde ocorreu a coleta de um único indivíduo da espécie *P. simillimus*, o que garantiu a essa área um maior índice de diversidade (Tabela 3). Foi também no plantio consorciado que ocorreu o maior número de indivíduos coletados (Tabela 3). Entretanto, não houve diferença

significativa entre as abundâncias das áreas analisadas (W_p -value = 0.4663) (Figura 3). Além disso, o teste de homogeneidade de Levene revelou que entre Caatinga e Plantio há homocedasticidade (L_p -value= 0.6562), corroborando a paridade entre as abundâncias.

Os resultados do presente estudo foram similares aos encontrados por Santos *et al.*, (2009) que verificaram que não houve diferenças significativas entre áreas de cultivo e caatinga arbustiva quanto à diversidade de Polistinae. No entanto, os autores registraram um maior número de ninhos de vespas sociais fundados na área de plantio, o que reforça a maior abundância na área cultivada da presente pesquisa.

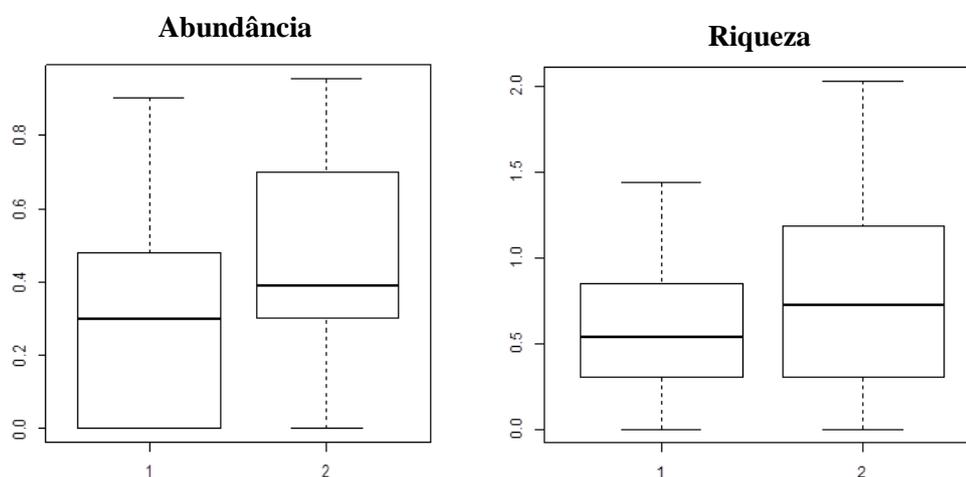


Figura 3: Abundância e Riqueza de vespas sociais capturas em área de Caatinga (1) e Plantio Consorciado (2), nos municípios de Sumé e Prata, estado da Paraíba.

É sabido que ambientes com maior heterogeneidade de plantas tendem a apresentar maior número de nichos e assim favorecer o maior número de espécies coexistindo (Latham & Ricklefs, 1993, Bragança *et al.*, 1998). A Caatinga é, em tese, o ambiente com maior heterogeneidade. No entanto, como o plantio na região se faz através de consórcios de diferentes tipos de vegetais (principalmente feijão, milho, algodão, amendoim, gergelim) a área cultivada exerceu maior atratividade de indivíduos que a área de ambiente natural. Altieri *et al.*, (1977 e 2003) destacaram a importância da biodiversidade em plantios, principalmente em áreas em que se aplica o Manejo Integrado de Pragas, uma vez que a biodiversidade favorece a manutenção de espécies inimigas naturais de espécies pragas.

Tabela 3: Abundância (N), Frequência (F), Valor de Constância (C) e Constância (CONST; C=>50%; AA=25%-50%; AL=<25%), Riqueza (S) e Índice de Diversidade de Shannon (H'), de vespas sociais coletadas na área de Caatinga e Plantio Consorciado, nas cidades de Sumé e Prata, estado da Paraíba.

Espécies	Caatinga				Plantio			
	N	F (%)	C%	CONST	N	F (%)	C%	CONST
<i>Brachygastra lecheguana</i>	6	5.41	11.11	AL	29	12.61	35.7	AA
<i>Polybia ignobilis</i>	24	21.62	55.56	C	45	19.57	85.7	C
<i>Polybia sericea</i>	8	7.21	11.11	AL	35	15.22	14.3	AL
<i>Polybia occidentalis</i>	39	35.14	77.78	C	73	31.74	71.4	C
<i>Polybia sp. grupo occidentalis</i>	8	7.21	16.67	AL	12	5.22	35.7	AA
<i>Protopolybia exigua</i>	8	7.21	27.78	AA	13	5.65	28.6	AA
<i>Polistes canadensis</i>	16	14.41	38.89	AA	18	7.83	28.6	AA
<i>Polistes simillimus</i>	0	0.00	0.00	-	1	0.43	7.1	AL
<i>Mischocyttarus cearensis</i>	1	0.90	5.56	AL	2	0.87	14.3	AL
<i>Protonectarina sylveirea</i>	1	0.90	5.56	AL	2	0.87	14.3	AL
Total (N)	111				230			
Riqueza (S)	9				10			
Diversidade (H')	1.76				1.85			

*C= Constante; AA= Acessória; AL= Acidental

Em levantamento de vespas sociais em monoculturas foi registrado uma menor diversidade de vespas sociais quando comparadas às vegetações naturais que compunham a paisagem (Santos, 1996; Souza, *et al.*, 2011; Silva, *et al.*, 2013). Assim, o cultivo consorciado pode ter exercido papel importante na manutenção da comunidade de Polistinae na Caatinga paraibana. Vespas sociais são inimigas naturais de espécies pragas, sendo importante a sua conservação em ambientes com agriculturas orgânicas (Parra *et al.*, 2002).

A espécie mais abundante foi *P. occidentalis* tanto no plantio como na Caatinga, sendo classificada como constante também em ambas (Tabela 3). Essa espécie já foi reportada como visitante floral e por realizar predação de lagartas desfolhadora de plantas cultivadas, exercendo assim, papel importante na produção vegetal (Gravena, 1983, Gobbi *et al.*, 1984; Resende *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2006; Nádia *et al.*, 2007).

A Caatinga é uma área ainda negligenciada quanto ao conhecimento de sua biodiversidade, necessitando de mais estudos e com maior aprofundamento acerca de diversos grupos, como o de vespas sociais. Estes estudos podem incrementar planos de conservação do bioma. O presente estudo elevou o número de Polistinae registrado para o estado da Paraíba. Além disso, a comparação entre a comunidade de vespas sociais do ambiente natural (Caatinga) e o plantio consorciado reforçou a importância da diversidade nos cultivos, sendo esses os mais atrativos em paisagens com matriz antropizadas, favorecendo a manutenção da diversidade dos grupos residentes nessas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C. M.L. & Santos, G. M. de M. 2007. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, 36(6):836-842.
- Altieri, A.M., Silva, E.N., Nicholls, C.I. 2003. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. 1ª ed. Editora Holos. 226 p.
- Altieri, M.A., A. von Schoonhoven & J. Dolf. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop. Syst. Pans**, 13:195-205.
- Andena, S. R. and Carpenter, J. M. 2014. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro; pp169-180, in: Bravo, F. and Calor, A. (Eds). Printmídia. **Artrópodes do Semiárido, Biodiversidade e Conservação. Feira de Santana**.
- Andrade, F. R. & Prezoto, F. 2001. Horários de atividade forrageadora e material coletado por *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae), nas diferentes fases de seu ciclo biológico. **Revta. Bras. Zoociências**, 3(1): 117-128.
- Arab, A., Cabrini, I. & Andrade, C.F.S. (2010). Diversity of Polistinae wasps (Hymenoptera, Vespidae) in fragments of Atlantic Rain Forest with different levels of regeneration in southeastern Brazil. **Sociobiology**, 56: 515-525.
- Aragão, M & Andena, S. R. 2016. The social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) of a fragment of Atlantic Forest in southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History**, DOI: 10.1080/00222933.2015.1113317.
- Bonfim, M.G.C.P & Antonialli Junior, W.F. (2012). Community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Riparian Forest in Batayporã, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Sociobiology**, 59: 755-765.
- Bragança, M.A.L., Zanuncio, J. C., Picanço, M. C., Laranjeiro, A. J. 1998. Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in Eucalyptus plantations in Brazil. *For. Ecol. Manag.* 103: 287- 292.

- Brandão, C.R.F.; E.M. Cancellato, & C.I. Yamamoto. 2000. Avaliação do estado atual do conhecimento sobre a diversidade biológica de invertebrados terrestres no Brasil. Relatório final, p 141–147. In: Lewinsohn, T. (Ed.). **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. MMA- GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP.
- Brasil. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2014.
- Brasil. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2014.
- Carpenter, J. M. 1982. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, 7:11-38.
- Carpenter, J.M. & Marques, O.M. 2001. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. Publicações digitais, 2. Universidade Federal da Bahia.
- Diniz, I.R. & K. Kitayama. 1994. Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brasil (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of Hymenoptera Research**, 3: 133-143.
- Elisei T., Albuquerque, F. A., Andena, S. R., Martins, C. F. 2015. New records of social wasps in the state of Paraíba, Brazil. **Check List**, 11(2): 1600.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2010. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores do eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 45(9): 958-964.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2013. What is the Ideal Weather for Social Wasp *Polistes versicolor* (Olivier) go to Forage?. **EntomoBrasilis**, 6 (3): 214-216.
- Elisei, T.; Guimarães, D.L.; Ribeiro Jr., C. & Prezoto, F. 2005. Foraging activity and

- nesting of swarm-founding wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). **Sociobiology**, 46(2): 317-327.
- Elpino-Campos, A., Del-Claro, K. & Prezoto, F. (2007). Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 685-692.
- Freitas, J. de L.; Pires, E. P.; Oliveira, T. T. C. de; Santos, N. L. dos; Souza, M. M. de. 2015. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) no Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, 7 (3), 67-77.
- Gobbi, N., Machado, V.L.L. & Tavares-Filho, J.A.. 1984. Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hym., Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 13: 63-69.
- Grandinete, Y.C. & Noll, F.B.2013. Checklist of social (Polistinae) and solitary (Eumeninae) wasps from a fragment of Cerrado “Campo Sujo” in the State of Mato Grosso do Sul. **Sociobiology**, 60: 101-106.
- Gravena, S. 1983. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842): I Dinâmica populacional e inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 12: 61-71.
- Ihering, H. von, 1896. E'état das guêpes sociales du Brésil. **Bulletin de la Société zoologique de France**, 21: 159-162.
- Jacques, G.C., Castro, A.A., Souza, G.K., Silva-Filho, R., Souza, M.M. & Zanuncio, J.C. 2012. Diversity of social wasps in the Campus of the “Universidade Federal de Viçosa” in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, 59: 1053-1062.
- Jacques, G.C., Souza, M.M., Coelho, H.J., Vicente, L.O., Silveira, L.C.P. 2015. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an Agricultural Environment in Bambuí, Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology** 62(3): 439-445.
- Jeanne, R. L. 1991. The swarm-founding Polistinae. In: ROSS, K. G., MATTHEWS, R. W. (eds.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, p. 191-231.

- Latham, R. E., and R. E. Ricklefs. 1993. Global patterns of tree species richness in moist forests: energy-diversity theory does not account for variation in species richness, **Oikos** 67: 325-333.
- Lawson, F.R.; Rabb, R.L.; Guthrie, F.E. & Bowery, T.G. 1961. Studies of an integrated control system for hornworms on tobacco. **Journal of Economic Entomology**, 54:93-97.
- Lawton, J. H., Bignell, D. E., Bolton, B., Bloemers, G. F., Eggleton, P., Hammond, P. M., & Stork, N. E. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, 391(6662), 72-76.
- Leal, I.R., M. Tabarelli & J.M.C. Silva. 2003. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco.
- Lewinsohn, T. (Ed.). 2000. **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. MMA- GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP. 520p.
- Lima, A. C. O. 2008. **Sobre a diversidade das vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em fragmentos florestais remanescentes do noroeste e do nordeste do estado de São Paulo, e o seu possível uso como indicadores de conservação da biodiversidade**, M.S. THESIS, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil.
- Lima, A. C. O., Castilho-Noll, M. S. M., Gomes B., Noll F. B. 2010. Social wasp diversity (Vespidae, Polistinae) in a forest fragment in the northeast of São Paulo state sampled with different methodologies, **Sociobiology**, 55(2) 613– 626.
- Lima, M.A.P. & Prezoto, F. 2003. Foraging activity rhythm in the Neotropical swarm-founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 42(3): 745-752.
- Locher, G.A., Togni, O.C., Silveira, O.T. & Giannotti, E. 2014. The social wasp fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 61: 225-233.
- Machado, V.L.L. 1984. Análise populacional de colônias de *Polybia (Myrapetra) paulista* (Ihering 1896) (Hymenoptera, Vespidae). **Rev Bras Zool** 2:187-201

- Marengo, J. R. 2006. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI**. Brasília: MMA, 212 p.
- Marque, O. M.; Carvalho, C., A., L.; Santos, G., M., M., & Bichara-Filho, C., C. 2005. Defensive behavior of caterpillars of *Heraclides anchysiades capys* (Lepidoptera: Papilionidae) against the social wasp *Polistes versicolor versicolor* (Hymenoptera: Vespidae). **Magistra**, 17(1): 28-32.
- Marques, O. M.; CARVALHO, C. A. L. DE & COSTA, J. M. DA 1993. Levantamento das espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Município de Cruz das Almas- Estado da Bahia. **Insecta** 2(1):1-9
- Melo, A.M., B.C. Barbosa, M.M. Castro, G.M.M. Santos, F. Prezoto, 2015. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) and new distribution record of *Polybia ruficeps* in an area of Caatinga Biome, northeastern Brazil. **Check List- Online**, 11: 1530.
- Nadia, T. L., Machado, I. C. Lopes, A. V. 2007. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasil. Bot.**, 30(1): 89-100.
- Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Correa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. S. 2002. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Editora Manole, São Paulo. 609p.
- Pereira Filho, J. M. , Silva, A. M. de A. , César, M. F. 2013. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 4: 77-90.
- Prezoto, F. & Clemente, M. A. 2010. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **MG Biota** 3(4) 22-32

- Prezoto, F., ; Santos-Prezoto, H. H.; Machado, V. L.L.; Zanuncio, J. C. 2006. Prey Captured and Used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) Nourishment. **Neotropical Entomology**, 35, 707-709.
- Prezoto, F., E. Giannotti & V.L.L. Machado. 1994. Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3: 11-19.
- Raw, A. 1992. The forest: savanna margin and habitat selection by Brazilian social wasps (Hymenoptera, Vespidae). In: FURLEY, P. A.; RATTER, J. A. & PROCTOR, J. eds. **The nature and Dynamics of the Forest-Savanna Boundary**. London, Chapman & Hall. p.499-511.
- Raw, A. 1998. Social wasps (Hymenoptera, Vespidae) of the Ilha de Maracá. In: MILLIKEN, W. & RATTER, J. A. eds. Maracá: **The biodiversity and environment of the Amazonian Rainforest**. Chichester, John Wiley & Sons. p.307-321
- Resende, J.J.; Santos, G.M.M.; Bichara Filho, C.C. & Gimenes, M. 2001. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zociências**, 3(1): 105-115.
- Ribeiro Jr., C.; Guimarães, D.L.; Elisei, T. & Prezoto, F. 2006. Foraging activity rhythm of the neotropical swarm-founding wasp *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 47(1): 115-123.
- Richards, O.W. & M.J. Richards. 1951. Observations on the social wasps of South America (Hymenoptera, Vespidae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 102: 1-170.
- Richards, O.W. 1978. *The social wasps of the Americas: Excluding the Vespinae*. London, British Museum, 571p.
- Richter, M. R. 2000. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, 45: 121-150.

- Rodrigues, V.M. & V.L.L. Machado. 1982. Vespídeos sociais: Espécies do Horto Florestal "Navarro de Andrade" de Rio Claro, SP. **Naturalia** 7: 173-175.
- Santos, B.B. 1996. Ocorrência de vespídeos sociais (Hymenoptera, Vespidae) em pomar em Goiânia, Goiás, Brasil. **Agrárias** 15: 43-46.
- Santos, G.M.M., Cruz, J.D., Marques, O.M & Gobbi, N. 2009. Diversidade de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, 38: 317-320.
- Santos, G.M.M., Aguiar, C.M.L. & Gobbi, N. 2006. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera: Vespidae) visiting flowers in the Caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology** 47(2): 483–494.
- Santos, G.M.M., Filho, C.C.B., Resende, J.J., Cruz, J.D. & Marques, O.M. 2007. Diversity and community structures of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 180-185.
- Sena, J.P.O.; Melo, J.S.; Lucena, D.B.; Melo, E.C.S. 2012. Comparação entre dados de chuva derivados do Climate Prediction Center e observados para a região do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2, 412-420.
- Silva, E.R. & Noda, S.C.M. 2000. Aspectos da atividade forrageadora de *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera, Vespidae): duração das viagens, especialização individual e ritmo de atividade diário e sazonal. **Revista Brasileira de Zoociências**, 2(1): 7-20.
- Silva, N.J.J., T.A. Morais, H.H. Santos-Prezoto & F. Prezoto, 2013. Inventário Rápido de Vespas Sociais em Três Ambientes com Diferentes Vegetações. **EntomoBrasilis**, 6(2): 146-149.
- Silva, S. S & Silveira, O.T. 2009. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará. **Iheringia, Série Zoologia**, 99(3):317-323.

- Silva, S. S.; Azevedo, G. G.; Silveira, O.T. 2011. Social wasps of two Cerrado localities in the northeast of Maranhão state, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Rev. Bras. entomol.** 55(4):597-602.
- Silva-Pereira, V. & Santos, G. M. M. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotrop Entomol** 35: 165-174.
- Silva-Pereira, V. & Santos, G.M.M. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, 35: 163-174.
- Silveira, O.T. (2002). Surveying Neotropical social wasps. An evaluation of methods in the “Ferreira Penna” research station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, 42: 299-323.
- Simões, M.H., Cuozzo, M.D. & Friero-Costa, F.A. (2012). Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Cerrado biome of the southern of the state of Minas Gerais, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, 102: 292-297.
- Souza, M. M. & F. Prezoto. 2006. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous Forest and Cerrado (Savanna) regions in Brazil. **Sociobiology** 47: 135-147.
- Souza, M.M., J. Louzada, J.E. Serrao & J.C. Zanuncio, 2010. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of Riparian Forests in Southeast Brazil. **Sociobiology**, 56: 387-396.
- Souza, M.M., Pires, E.P. & Prezoto, F. 2014a. Seasonal richness and composition of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Cerrado biome in Barroso, Minas Gerais, Brazil. *Bioscience Journal*, 30(2): 539-545.
- Souza, M.M., Pires, E.P., Elpino-Campos, A. & Louzada, J.N.C. 2014b. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of rio das Mortes in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum**, 36: 189-196. doi: 10.4025/

actascibiolsci.v36i2.21460.dual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. MG BIOTA, 5(1): 4-20.

Souza, M.M., Pires, E.P., Ferreira, M., Ladeira T. E., Pereira, M., Elpino-Campos, Á., & Zanuncio, J. C. 2012. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Cerrado biome in Barroso, Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, 30: 539-545.

Tanaka Junior, G. M. & F. B. Noll. 2011. Diversity of Social Wasps on Semideciduous Seasonal Forest Fragments with Different Surrounding Matrix in Brazil. **Psyche**:1-8.

Capítulo 2: Novos registros e CheckList de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) para o Estado da Paraíba

RESUMO

No Brasil, 62% das áreas susceptíveis à desertificação estão na Caatinga. O estado da Paraíba é coberto por cerca de 90% deste bioma, sendo assim um dos principais estados do Nordeste para a preservação da biodiversidade. Além da desertificação, a Caatinga sofre pela ação antrópica e intensa redução de sua área. Em adição, apesar de sua intensa antropização, é um dos biomas menos explorados quanto a sua diversidade. O presente estudo objetivou tornar conhecidos os táxons de Polistinae do estado da Paraíba. Coletas em campo, análise de materiais de coleção e levantamento bibliográfico foram utilizados para determinar as espécies de vespas. Foram identificadas 20 espécies de vespas sociais, sendo sete novos registros. Esses resultados colocam a Paraíba em segundo lugar na riqueza de Polistinae no semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Polistinae, diversidade, Caatinga

INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro está inserido no semiárido brasileiro, sendo amplamente abrangido pela Caatinga que corresponde a mais de 70% da cobertura vegetal da região. Este bioma é caracterizado pelo baixo índice pluviométrico, irregular no tempo e espaço, e vegetação xerófila adaptada ao regime de chuvas (Alcoforado-Filho *et al.*, 2003). O número de meses secos aumenta da periferia para o centro, chegando algumas localidades a experimentar frequentemente períodos de 7 a 11 meses de baixa disponibilidade de água para as plantas (Prado, 2003). No Brasil, 62% das áreas susceptíveis à desertificação estão inseridas na Caatinga (Hauff, 2010). O estado da Paraíba é coberto por cerca de 90% deste bioma, sendo assim um dos principais estados do Nordeste para a preservação da biodiversidade (IBGE, 2014).

Apesar da Caatinga estar inteiramente restrita ao território nacional, pouca atenção tem sido dada à conservação de sua paisagem e sua biodiversidade foi pouca explorada. Isso pode ser resultado da falsa perspectiva de que florestas de mata seca apresentam baixa diversidade (ver Ducke, 1907), sendo subestimada a sua contribuição para a biota brasileira (Leal *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004). Na verdade, sua flora é bastante diversificada, e as famílias Fabaceae e Euphobiaceae são aquelas com maiores riqueza e abundância, e existem espécies endêmicas com risco de extinção (Albuquerque & Andrade, 2002; Barbosa *et al.*, 2007; Moro *et al.*, 2014).

A fauna do bioma está representada por 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas (MMA, 2015), destacando-se diversas espécies endêmicas (Zanella & Martins, 2003; Zanella, 2011). Esses números ainda podem ser acrescentados de novos táxons, uma vez que 41% da região nunca foi investigada e 80% permanece subamostrada (Tabarelli & Vicente, 2004). A carência de informações sobre os grupos animais que residem na Caatinga é evidenciada quando se leva em consideração os invertebrados, como vespas sociais (Brandão *et al.*, 2000).

No Brasil, as vespas sociais são pertencentes à subfamília Polistinae, distribuída nas tribos Epiponini, Polistini e Mischocyttarini (Carpenter & Marques 2001). Para o semiárido brasileiro, a fauna de Polistinae apresenta dados mais contundentes para o estado da Bahia, onde foram realizados trabalhos de levantamento e análise de

polinizadores na Caatinga (Santos, *et al.*, 2006, Santos *et al.*, 2009, Aguiar e Santos, *et al.*, 2007). A insuficiência de levantamentos para a região semiárida nordestina ficou evidenciada no estudo recente de Rocha & Silveiras (2014), que reportaram 12 novos registros de Polistinae para a Caatinga piauiense, aumentando a riqueza do grupo no estado para 16 espécies.

O território paraibano nunca foi foco de estudos sobre a diversidade vespas sociais. No checklist realizado por Andena e Carpenter (2014) para a Paraíba foram catalogadas nove espécies de vespas sociais. Esse resultado colocou o estado em quarto lugar para a diversidade do grupo no semiárido brasileiro, atrás de Bahia, Ceará e Pernambuco. No entanto, é evidente que a carência de pesquisas na região faz com que essa riqueza não represente a real comunidade de Polistinae.

Assim, devido à importância de se explorar a Caatinga para o conhecimento da biodiversidade das florestas tropicais secas e a carência de dados acerca da diversidade de vespas sociais para a Paraíba, o presente estudo objetivou registrar os táxons de Polistinae para o estado.

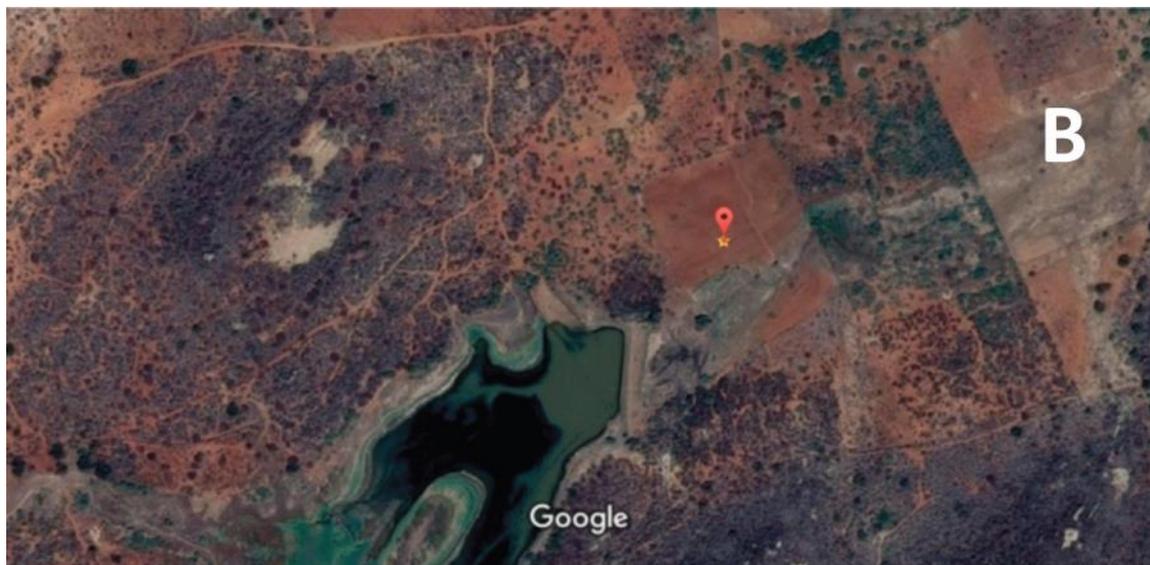
MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado durante o período de 2013 a 2015, através de experimentos de levantamento de vespas sociais em áreas de plantio consorciado e fragmentos de Caatinga, localizadas nos municípios de Sumé (7 ° 40 '18' 'S, 36 ° 52' 54 " O) e Prata (7 ° 41'27 "S, 37 ° 4'48 "O), ambos situados no Cariri Paraibano (Figuras 1 e 2). Para os levantamentos, foram adotadas as metodologias já utilizadas em outros estudos, empregando armadilhas atrativas contendo sucos de frutas concentrados e busca ativa por tempo determinado (Souza & Prezoto, 2006; Prezoto & Clemente; Locher *et al.*, 2014).

Além disso, amostras de vespas sociais das cidades de Sumé e Remígio (6° 53' 30" S; 35° 49' 51" O) do ano de 2011, ambas de áreas de Caatinga, também foram analisadas (Figura 2). Essas amostras foram cedidas pela EMBRAPA ALGODÃO, sendo refugo de armadilhas de interceptação de voos (Malaise) oriundas do projeto Polinizadores do Brasil.



Imagens ©2016 CNES / Astrium,Dados do mapa ©2016 Google 100 m



Imagens ©2016 CNES / Astrium,Dados do mapa ©2016 100 m

Figura 1: Áreas de coletas de vespas sociais (Polistinae, Vespidae), nos municípios de Sumé (A) e Prata (B), no estado da Paraíba.

Já no ano de 2016, no intuito de ampliar as áreas de coletas no estado da Paraíba, foram realizados capturas por busca ativa ad libitum no município de João Pessoa, inserido no bioma de Mata Atlântica (Figura 2).

O material coletado foi identificado com auxílio de chaves, comparação com material depositado na coleção Entomológica da Universidade Estadual de Feira de Santana e pelo especialista Dr. Sergio Andena, da mesma instituição. Os espécimes foram depositados na coleção Entomológica do DSE/UFPB.

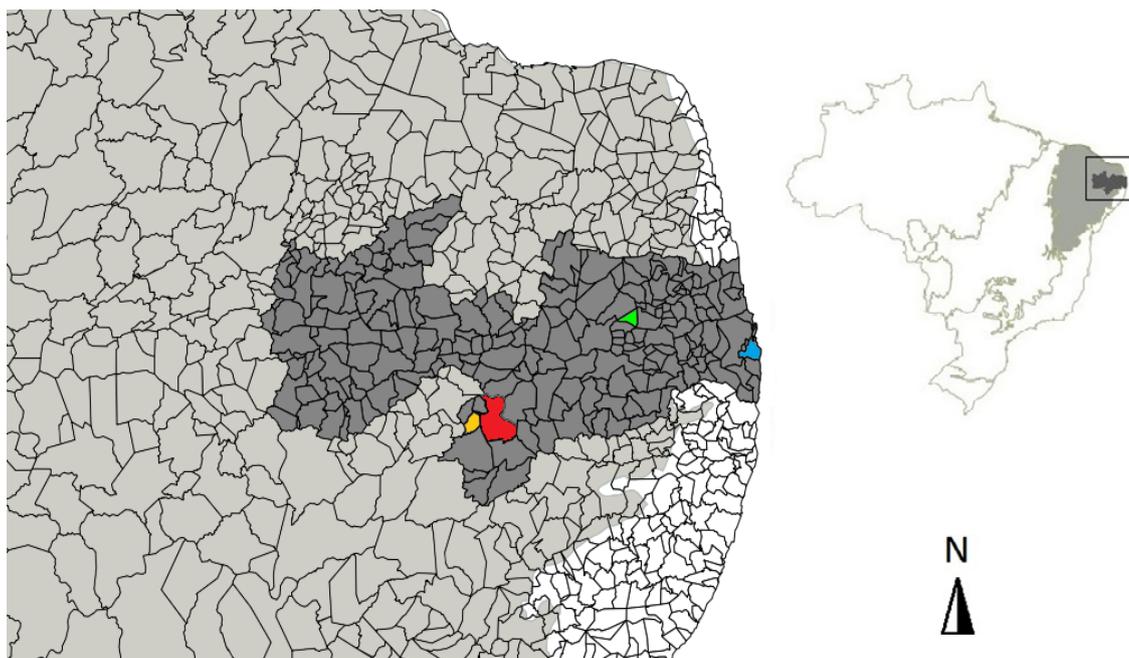


Figura 2: Mapa do estado da Paraíba (cinza escuro) com os municípios nos quais ocorreram as coletas de vespas sociais identificados como: Azul= João Pessoa; Verde= Remígio; Vermelho= Sumé; Amarelo= Prata. Ao lado, mapa do Brasil, destacando o bioma Caatinga (cinza claro).

Além do trabalho de levantamento através de coletas de vespas sociais, o presente estudo também realizou um levantamento bibliográfico dos artigos que mencionaram Polistinae como entomofauna associada. Para esse objetivo foram utilizadas as bases de pesquisas Scielo, Google Scholar, Periódicos Capes e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), utilizando seguintes palavras-chave, como vespas sociais; Caatinga; Semiárido; Paraíba; visitante floral; todas também procuradas em traduções em espanhol e inglês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas de vespas sociais na Caatinga paraibana (Armadilhas atrativas, busca ativa e Malaise) resultaram em 12 espécies de Polistinae, sendo que três foram novos registros para o estado: *Polistes simillimus*, *Mischocyttarus cearenses* e *Apoica pallida* (Figura 3). Já as coletas em João Pessoa, resultaram em sete espécies, sendo quatro novos registros, *Agelaisia pallipes*, *Mischocyttarus drewseni*, *Synoeca cyanea* e *Polybia* sp. (Figura 3).





Figura 3: Novos registros de Polistinae para o estado da Paraíba. A: Vista latera de *Polistes simillimus*; B: Vista dorsal de *Polistes simillimus*; C: Vista latera de *Mischocyttarus cearensis*; D: Vista dorsal de *Mischocyttarus cearensis*; E: Vista latera de *Agelaia pallipes*; F: Vista dorsal de *Agelaia pallipes*; G: Vista latera de *Polybia sp*; H: Vista dorsal de *Polybia sp.*; I: Vista latera de *Apoica pallens*; J: Vista dorsal de *Apoica pallens*; L: Vista latera de *Mischocyttarus drewseni*; M: Vista dorsal de *Mischocyttarus drewseni*; N: Vista latera de *Synoeca cyanea*; O: Vista dorsal de *Synoeca cyanea*.

Foram encontrados poucos estudos que citaram a diversidade de vespas sociais para a Paraíba. Os estudos são mais direcionados aos grupos de Apidae como visitante floral. No entanto, os trabalhos de Quirino (2001) e Nadia *et al.*, (2007a, 2007b, 2007c)

revelaram Polistinae visitando flores no semiárido paraibano. Assim, seis espécies foram citadas nestes estudos, sendo que apenas *Polybia ruficeps* foi registrada exclusivamente nessas pesquisas (Nadia *et al.*, 2007a; Nadia *et al.*, 2007b; Nadia *et al.*, 2007c). Dessa forma, com base nas coletas e no levantamento bibliográfico, o presente estudo encontrou um total de 20 espécies de vespas sociais, distribuídas em nove gêneros para o estado da Paraíba (Tabela 1).

A análise dos dados revelou 14 espécies pertencentes à tribo Epiponini, sendo esta a tribo com maior diversidade, resultado similar aos encontrados em outros estudos (Andena & Carpenter, 2014). Essa tribo apresenta a maior diversidade em Polistinae, sendo composta por 147 espécies registradas no Brasil, das quais 16 são endêmicas (Carpenter e Marques, 2001). Epiponini apresenta vantagens sobre as demais tribos devido a seu comportamento de fundação por enxameagem, o que garante o maior sucesso em suas fundações assim como na busca por recursos no ambiente (Jeanne 1991). Além disso, apresenta colônias que podem chegar a milhares de indivíduos, o que facilita a captura de operárias que buscam recursos no ambiente (Richter, 2000, Carpenter & Marques, 2001).

Foram registradas quatro espécies de Polistini, tribo esta que apresenta 200 espécies descritas no mundo com 38 ocorrendo no Brasil (Carpenter & Marques 2001). O presente estudo registrou a espécie *Polistes simillimus* pela primeira vez para o território paraibano (Elisei *et al.*, 2015). Esta tribo apresenta a fundação independente ou por associação de poucas fêmeas, o que resulta em colônias reduzidas, atingindo no máximo centenas de indivíduos (Gobbi & Zucchi, 1985; Giannotti & Mansur 1993; Oliveira *et al.*, 2006; Elisei *et al.*, 2008). Dessa forma, a captura de forrageadoras pode ser dificultada pela reduzida população no ambiente.

Já para Mischocyttarini foram encontradas as espécies *M. drewseni* e *M. cearensis*, sendo ambas os primeiros registros da tribo para o estado da Paraíba (Elisei *et al.*, 2015). As espécies também já foram encontradas nos estados do Ceará e Bahia, estados estes responsáveis pelos registros anteriores da tribo no semiárido brasileiro (Andena e Carpenter, 2014). Mischocyttarini apresenta grande distribuição no território brasileiro contendo 117 espécies descritas, sendo 78 endêmicas (Carpenter & Marques 2001). No entanto, em comparação com Epiponini e Polistini, essa tribo é a que

apresenta colônias com menor população, o que pode tornar os registros de seus espécimes ainda mais dificultosos (Jeanne 1991).

O presente estudo elevou o estado da Paraíba para o segundo lugar do semiárido na diversidade registrada de vespas sociais no semiárido brasileiro, ficando atrás somente do estado da Bahia, que apresenta 71 espécies registradas (Andena & Carpenter, 2014). No entanto, a maioria dos registros de Polistinae reportados no presente estudo é de pesquisas realizadas na região do Cariri Paraibano, o que pode reduzir a estimativa de espécies. Isso porque a região de Mata Atlântica, localizada na costa do estado, em tese, apresenta a maior diversidade de vespas sociais, devido às condições mais favoráveis à diversidade do grupo, como maior regime de chuvas e maior oferta de vegetação (Jeanne 1991, Santos *et al.*, 2009).

O semiárido tem papel importante na biodiversidade do Brasil, uma vez que suas espécies apresentam características singulares para suportar o clima extremo da região, o que resulta em uma elevada taxa de endemismo, como o registrado para fanerógamas, que chega a 318 espécies (Nascimento e Rodal, 2002; Prado, 2003; Marengo *et al.*, 2007). Segundo Guérnard *et al.*, (2012), a região é um hotspot para novas descobertas, apresentando baixo conhecimento acerca da biodiversidade associado a uma alta destruição de habitats. Desta forma, o estado da Paraíba, integralmente localizado no semiárido brasileiro, deve passar por intensas bioprospecções, sobretudo em grupos invertebrados, como o de vespas sociais.

Tabela 1: Diversidade de vespas sociais registradas para o estado da Paraíba.

Espécie	Região	Coleta/Identificação	Pesquisa
<u>Epiponini</u>			
<i>Agelaia pallipes</i>	Mata Atlântica	Busca ativa	Presente estudo
<i>Apoica pallida</i>	Caatinga	Armadilha	Presente estudo
<i>Apoica flavíssima</i>	-----	Coleção	Andena e Carpenter, 2014
<i>Brachygastra lecheguana</i>	Caatinga/Mata Atlântica	Armadilha, Visitante floral	Nadia <i>et al.</i> , 2007b/Nadia <i>et al.</i> , 2007c/Andena e Carpenter, 2014/ Presente estudo
<i>Polybia ignobilis</i>	Caatinga/Mata Atlântica	Armadilha, Visitante floral	Nadia <i>et al.</i> , 2007a/Nadia <i>et al.</i> , 2007b/Nadia <i>et al.</i> , 2007c/Andena e Carpenter, 2014/Presente estudo
<i>Polybia occidentalis</i>	Caatinga	Armadilha/Coleção	Andena e Carpenter, 2014/Presente estudo
<i>Polybia ruficeps</i>	Caatinga	Visitante floral	Nadia <i>et al.</i> , 2007a/Nadia <i>et al.</i> , 2007b/Nadia <i>et al.</i> , 2007c
<i>Polybia sp</i>	Mata Atlântica	Busca ativa	Presente estudo
<i>Polybia sericea</i>	Caatinga	Coleção/Armadilha	Andena e Carpenter, 2014/Presente estudo
<i>Polybia sp grupo occidentalis</i>	Caatinga	Armadilha	Nadia <i>et al.</i> , 2007b/Nadia <i>et al.</i> ,

			2007c/Presente estudo
<i>Protonectarina sylveirea</i>	Caatinga	Armadilha, Visitante floral	Nadia <i>et al.</i> , 2007a/Nadia <i>et al.</i> , 2007b/Nadia <i>et al.</i> , 2007c/Presente estudo
<i>Protopolybia exígua</i>	Caatinga	Armadilha, Visitante floral	Nadia <i>et al.</i> , 2007a/Nadia <i>et al.</i> , 2007c/Presente estudo
<i>Synoeca cyanea</i>	Mata Atlântica	Busca ativa	Presente estudo
<i>Synoeca surinama</i>	-----	Coleção	Andena e Carpenter, 2014

Mischocyttarini

<i>Mischocyttarus cearenses</i>	Caatinga	Armadilha	Presente estudo
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	Mata Atlântica	Busca ativa	Presente estudo

Polistini

<i>Polistes billardieri</i>	-----	Coleção	Andena e Carpenter, 2014
<i>Polistes brevifissus</i>	-----	Coleção	Andena e Carpenter, 2014
<i>Polistes canadensis</i>	Caatinga/Mata Atlântica	Armadilha, Visitante floral	Quirino <i>et al.</i> , 2001/Nadia <i>et al.</i> , 2007a/Nadia <i>et al.</i> , 2007b/Nadia <i>et al.</i> , 2007c/Andena e Carpenter, 2014/Presente estudo
<i>Polistes simillimus</i>	Caatinga/Mata Atlântica	Armadilha	Presente estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C. M.L. & Santos, G. M. de M. 2007. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, 36(6):836-842.
- Alcoforado-Filho, F. G.; Sampaio, E. V. de B.; Rodal, M. J. N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasílica**, 17 (2): 287-302.
- Andena, S. R. & Carpenter, J. M. 2014. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro; pp 169-180, In: Bravo, F. & Calor, A. (Eds). Printmídia. **Artrópodes do Semiárido, Biodiversidade e Conservação. Feira de Santana.**
- Albuquerque, U. P.; Andrade, L. H. C. 2002. Conhecimento botânico tradicional e conservação da caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, 16(3) 273-285.
- Barbosa, M.R.V.; Lima, I.B.; Lima; J.R.; Cunha, J.P.; Agra, M.F.; Thomas, W.W. 2007. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**; 11(3): 313-322
- Brandão, C.R.F.; E.M. Canello, & C.I. Yamamoto. 2000. **Avaliação do estado atual do conhecimento sobre a diversidade biológica de invertebrados terrestres no Brasil.** In: Lewinsohn, T. (Ed.). Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. MMA- GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP.
- Carpenter, J.M. & Marques, O.M. 2001. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae).** Publicações digitais, 2. Universidade Federal da Bahia.
- Ducke, A. 1907. Connaissance de la faune Hyménoptérologique du nord-est du Brésil. **Revue D'entomologique**, 23: 73–96.
- Elisei T., Albuquerque, F. A., Andena, S. R., Martins, C. F. 2015. New records of social wasps in the state of Paraíba, Brazil. **Check List**, 11(2): 1600.

- Elisei, T.; Daniela, L.G.; Cleber, R.J.; André, C.M.; Danielle, J.G.; Juliane, F.S.L.; Prezoto, F. 2008. Influence of Environmental Factors on the Foraging Activity of the Paper Wasp *Polistes simillimus* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 51(1): 219-230.
- Giannotti, E. & Mansur, C.B. 1993. Dispersion and foundation of new colonies in *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **An. Soc. Ent. Brasil** 22(2): 307-316.
- Gobbi, N. & R. Zucchi. 1985. On the ecology of *Polistes versicolor versicolor* (Olivier) in southern Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistini). II. Colonial productivity. **Naturalia** 10: 21-25.
- Guénard, B., Weiser, D.M., Dunn, R.R. 2012. Global models of ant diversity suggest regions where new discoveries are most likely are under disproportionate deforestation threat. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 19: 7368–7373.
- Hauff, S. N. 2010. **Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga**, IN: Sustentabilidade e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, PNUD, 54p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2014. Mapa de biomas e de vegetação. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm. Acesso em Agosto de 2015.
- Jeanne, R. L. 1991. The swarm-founding Polistinae. In: Ross, K. G., Matthews, R. W. (eds.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, p. 191-231.
- Leal, I.R., M. Tabarelli & J.M.C. Silva. 2003. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 822p.
- Locher, G.A., Togni, O.C., Silveira, O.T. & Giannotti, E. 2014. The social wasp fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 61: 225-233.

- Marengo, J.A.; Nobre, C A.; Salti, E. 2007. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. In: MMA - Mudanças climáticas globais e efeitos sobre a biodiversidade.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/Caatinga>
Acesso em Setembro de 2015.
- Moro, M.F.; Nic Lughadha E.; Filer D.L.; Araújo F.S. & Martins F.R. 2014. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa** 160: 1-118.
- Nadia, T. L., Machado, I. C., Lopes, A. V. 2007c. Partilha de Polinizadores e Sucesso Reprodutivo de *Spondias tuberosa* e *Ziziphus joazeiro*, Espécies Endêmicas da Caatinga. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 357-359.
- Nadia, T. L., Machado, I. C., Lopes, A. V. 2007b. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta bot. bras.** 21(4): 835-845.
- Nadia, T. L., Machado, I. C. Lopes, A. V. 2007a. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise dapartilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae),espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasil. Bot.**, 30(1): 89-100.
- Nascimento, L. M. & Rodal, M. J. N. 2002. Levantamento florístico da floresta serrana da Reserva Biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, 16(4): 481-500.
- Oliveira, S. A., Lopes, J. F. S., Prezoto, F. 2006. Dominance hierarchy in different stages of development in colonies of the neotropical eusocial paper wasp *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 48(2): 515-526.
- Prado, D. E. 2003. As Caatingas da América do Sul. In.: Leal, I. R. & Tabarelli, M.(Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária: UFPE.
- Prezoto, F. & Clemente, M. A. 2010. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **MG Biota** 3(4) 22-32

- Richter, M. R. 2000. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, 45: 121-150.
- Rocha, A.A. & Silveira, O. T. 2014. Current knowledge about the social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in the state of Piauí, Brazil. **EntomoBrasilis**, 7(2): 167-170.
- Santos, G.M.M., Cruz, J.D., Marques, O.M & Gobbi, N. 2009. Diversidade de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, 38: 317-320.
- Santos, G.M.M., Filho, C.C.B., Resende, J.J., Cruz, J.D. & Marques, O.M. 2006. Diversity and community structures of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 180-185.
- Silva, J.M.C., M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). 2004. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente.
- Souza, M. M. & F. Prezoto. 2006. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous Forest and Cerrado (Savanna) regions in Brazil. **Sociobiology** 47: 135-147.
- Tabarelli, M. & A. Vicente. 2004. **Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas**. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 101-111 pp.
- Zanella, F.C.V. & Martins, C.F. 2003. **Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação**. p. 75-134. In: Leal, I.R.; Tabarelli, M. & Silva J.M.C (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga. Recife, Ed. Universitária da UFPE.
- Zanella, F.C.V. 2011. **Evolução da Biota da Diagonal de Formações Abertas Secas da América do Sul**. In: Biogeografia da América do Sul - Padrões e Processos; Carvalho, C.J.B. de; Almeida, E.A.B. (Org.). 306p.

Capítulo 3: Influência de variáveis ambientais sobre a comunidade de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) em floresta de mata seca, Estado da Paraíba

RESUMO

A dinâmica de populações de vespas sociais pode ser interpretada como indicadora de qualidade ambiental. As previsões indicam que com o aquecimento global, ocorrerá uma intensificação dos extremos de secas no nordeste. Isso poderá acarretar em mudanças nos padrões de abundância e riqueza das espécies, fazendo necessário o conhecimento da diversidade do grupo em diferentes regiões do globo. O estado da Paraíba apresenta poucos dados sobre vespas sociais, sendo a diversidade do grupo representada por estudos de visitantes florais. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a influência da temperatura, insolação, pluviosidade, abundância de lepidópteros e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) sobre a abundância e riqueza de vespas sociais na Caatinga paraibana. Foram realizadas coletas nas cidades de Sumé e Prata, localizadas no Cariri Ocidental, ambas no estado da Paraíba. A comunidade de Polistinae no semiárido paraibano foi influenciada por variáveis ambientais. A temperatura e a luminosidade são fatores que provocaram redução na abundância e riqueza de Polistinae. O aumento na oferta de vegetação, fonte de carboidratos e substratos de nidificação, e de lepidópteros, principal fonte de proteína, foi relacionado com o aumento da abundância de vespas sociais na Caatinga. O mesmo resultado foi verificado com a pluviosidade, fator que resulta na redução de temperatura e insolação, e causa aumento na biomassa vegetal.

Palavras-chave: Hymenoptera, Caatinga, diversidade

INTRODUÇÃO

Vespas sociais são insetos generalistas que utilizam em sua alimentação e manutenção da colônia recursos como proteínas (provenientes da captura de insetos e outros artrópodos), carboidratos (néctar e exudatos) e água (Jeanne, 1972; Gobbi & Machado, 1985; Richter, 2000), além de celulose para construção do ninho. Devido ao fato de usarem uma gama de recursos presentes no ambiente, as vespas sociais revelam sua característica oportunista (Hermes & Köhler, 2006). Na busca pela otimização do forrageio, retornam a locais com grande oferta de recursos, obtendo assim uma diminuição no esforço de procura e tempo de forrageio (Richter, 2000). A habilidade de sair à procura destes recursos e retornar ao ninho conferiu a estes himenópteros um ganho na corrida evolutiva. Esta tarefa exige uma grande capacidade de percepção do ambiente por parte dos indivíduos, e com aquisição de experiência as vespas tornam-se mais eficientes nesta tarefa (Post *et al.*, 1998; Zara & Balestieri, 2000; Sinzato, 2002).

Diversos estudos revelaram as variações ambientais influenciando na atividade forrageadora de vespas sociais. Estes estudos foram desenvolvidos com vespas da zona Tropical, de fundação enxameante (Resende *et al.*, 2001; Lima & Prezoto, 2003; Paula *et al.*, 2003; Ribeiro Jr, 2006) e de fundação independente (Gobbi, 1977; Giannotti *et al.*, 1995; Andrade & Prezoto, 2001; Elisei *et al.*, 2005) e demonstraram que as saídas para o forrageio dessas espécies tiveram tendência a aumentar quando a temperatura estava alta e a umidade baixa.

Entretanto, a influência dos fatores ambientais sobre a comunidade de vespas sociais ainda não foi bem descrita. Algumas espécies apresentam maior capacidade de suportar regimes de escassez de nutrientes, uma vez que realizam estocagem (Jeanne, 1991). Outras sofrem com ambientes carentes de nutrientes, sendo obrigadas a passarem por um período de agregação, na qual abandonam o ninho e se concentram em um espaço seguro à espera de melhorias do ambiente (Gobbi *et al.*, 2006 e 2009).

A dinâmica de populações de vespas sociais pode ser interpretada como indicadora de qualidade ambiental (Souza *et al.*, 2010). As previsões indicam que com o aquecimento global, ocorrerá uma intensificação dos extremos de secas no nordeste. Isso poderá acarretar em mudanças nos padrões de abundância e riqueza das espécies (Marengo, 2006). O estado da Paraíba apresenta poucos dados sobre vespas sociais,

sendo a diversidade do grupo representada por estudos de visitantes florais (Andena e Carpenter, 2014; Barbosa *et al.*, 2016). Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a influência de variáveis ambientais sobre abundância e riqueza de vespas sociais na Caatinga paraibana.

HIPÓTESES

- As variáveis ambientais influenciam na dinâmica da comunidade de vespas sociais na Caatinga paraibana.
- A oferta de nutrientes e nichos de fundação influenciam na abundância e riqueza das vespas sociais no ambiente de mata seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de julho de 2013 a maio de 2015, em áreas de plantio consorciado de manejo orgânico e manchas de remanescentes de mata seca, localizadas nas cidades de Sumé (7° 40' 18" S; 36° 52' 54" O) e Prata (7°41'27"S, 37°4'48"O), no estado da Paraíba. A Região esta sobre o influencia do clima semiárido, com chuvas concentradas nos meses de fevereiro a abril (trimestre mais chuvoso), representando 49% do total anual da precipitação (Sena *et al.*, 2012).

A captura das vespas sociais ocorreu por meio de armadilhas atrativas e busca ativa, orientadas por três transectos de 100 metros, distantes em 20 metros um dos outros. Estes transectos foram repetidos nas áreas de plantio assim como na área de caatinga adjacente às lavouras. Foram instaladas 60 armadilhas, com suco de maracujá concentrado e detergente neutro, sendo 10 por transecto, distanciando uma das outras em 10 metros. Estas ficaram expostas no ambiente por um período de cinco dias por coleta. As armadilhas serviram para a captura dos himenópteros assim como para o aprisionamento de lepidópteros adultos, a fim de verificar a influência da abundância de presas sobre a comunidade das vespas sociais.

A busca ativa foi realizada com rede entomológica, por tempo determinado de 20 minutos, com a caminhada seguindo os transectos das armadilhas. A distância perpendicular de procura na trilha foi limitada em dois metros de cada lado. Os

espécimes de vespas sociais capturados nas armadilhas e busca ativa foram acondicionados em potes plásticos contendo álcool 70%.

Além do levantamento em campo, foi realizada uma análise de material capturado pela EMBRAPA ALGODÃO em áreas também de caatinga e plantios consorciados orgânicos, da cidade de Sumé. O levantamento da empresa foi realizado no ano de 2011 utilizando armadilhas Malaise como método de captura.

O material coletado foi identificado com auxílio de chaves, comparação com material depositado na coleção Entomológica do DSE/UFPB e pelo especialista Dr. Sergio Andena da UEFS. Os espécimes foram depositados na coleção Entomológica do DSE/UFPB. A coleta e transporte dos indivíduos foram autorizados e certificados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA- N° 42054-2).

Coleta de Variáveis Ambientais

Os dados utilizados no presente estudo foram padronizados como o acumulado mensal dos períodos analisados. As informações sobre a pluviometria foram adquiridas junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

As informações de insolação e temperatura foram obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Já as informações sobre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram adquiridas junto ao Departamento de Ciências Atmosférica da Universidade Federal de Campina Grande. Os dados de NDVI foram obtidos através da combinação das refletâncias dos canais 1 e 2 do sistemas de sensores AVHRR do satélite NOAA – 18 com resolução espacial de 4 Km x 4Km.

Análise dos Dados

No presente estudo, todos os testes estatísticos foram realizados no R-program 3.2.2. Os dados de pluviosidade (mês de coleta e média acumulada com mês anterior a coleta), temperatura, índice de vegetação, insolação, abundância de vespas, abundância de lepidópteros do presente estudo foram submetidos a priori ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Para a análise das variáveis ambientais atuando sobre a abundância de Polistinae foi utilizado o teste de correlação de Spearman.

A influência das variáveis ambientais sobre a abundância e riqueza das espécies foi quantificada através de uma análise de correspondência canônica (CCA), indicada como um dos métodos mais eficientes na análise direta de gradiente em comunidades (Rodríguez e Lewis, 1997). Segundo Ter Braak (1987), este método de ordenação consiste basicamente em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis. Para isso, as espécies e variáveis ambientais foram transformadas em coordenadas (scores) correspondentes à sua projeção em cada eixo de ordenação (eigenvector). Como requerido pela CCA, os dados foram organizados em matrizes, sendo uma de abundância de vespas e outra contendo as variáveis (pluviosidade, pluviosidade média acumulada, temperatura, índice de vegetação, insolação, abundância de lepidópteros. A multicolinearidade entre as variáveis foi avaliada pelo Factor Inflation Variance (VIF), indicando a ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes e as variáveis quando o resultado foi menor que 10. Os resultados aparecem em três partes, sendo que a primeira mostra a Inércia (a variação nos dados) e a proporção da inércia que é explicada pelos dados ambientais (Constrained). A segunda parte mostra os autovalores dos eixos constrained (considerando as variáveis ambientais) e a terceira mostra os autovalores dos eixos unconstrained (sem considerar as variáveis ambientais). Quanto menor o ângulo da seta em relação a um eixo, maior será a correlação daquela variável com o eixo e quanto maior a seta, mais importante é a variável para explicar a distribuição das espécies. Com base nos resultados da CCA, foi realizada uma análise de variâncias entre os valores das espécies e as variáveis ambientais através de uma ANOVA a fim de testar o modelo e verificar se as variações não ocorreram ao acaso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado no campo, fêmeas de *Polybia occidentalis* realizando o comportamento de agregação, sendo este comportamento geralmente relacionado à queda de nutrientes e assim redução na atividade forrageadora (Figura 1). Neste comportamento, as vespas se concentram em certo substrato sem ocorrer a construção de um novo ninho (Jeanne, 1991) . Hunt *et al.*, (1999) observaram este comportamento em populações de regiões frias e o relacionaram com condições ambientais, como queda de recursos. No comportamento de agregação ocorre um período de reduzida atividade

de forrageio e espera por melhoras nas condições ambientais que possibilitem novas fundações (Gobbi, 1977). Este foi o primeiro registro deste comportamento para o semiárido brasileiro, anotado em um período de estiagem prolongada na região de estudo, o que acarreta em redução na oferta de nutrientes.



Figura 1: Agregação de *Polybia occidentalis* em pedras, no ambiente de Caatinga, na cidade de Sumé, estado da Paraíba, Brasil.

- Análise de Correlação de Sperman das variáveis com a Abundância e Riqueza de Polistinae

A abundância e riqueza de vespas sociais foram influenciadas pelo ambiente, apresentando correlação significativa com as variáveis analisadas (Figura 2). A temperatura e a insolação foram variáveis que influenciaram negativamente na comunidade de Polistinae (Figuras 3 e 4). A incidência de sol esta correlacionada com o aumento de temperatura, o que reforça a ação negativa de ambas sobre a dinâmica populacional do grupo estudo (Figura 2).

A temperatura é um fator que influencia no desenvolvimento de jovens nas colônias, apresentando um valor ideal registrado em diferentes espécies (Wilson, 1971; Gibo *et al.*, 1974; Ishay & Barenholz-Paniry, 1995). Dessa forma, a temperatura pode ser um fator determinante na manutenção das espécies no semiárido. Auad *et al.*, (2010) verificaram uma queda na diversidade e riqueza de vespas sociais com o aumento da temperatura em estudo desenvolvido em silviculturas no estado de Minas Gerais. No entanto, em outras pesquisas não foi verificada essa relação entre vespas e temperatura (Clemente, 2009; Togni, 2009; Silva *et al.*, 2013). É sabido que esta variável estimula a saída das forrageiras para a busca de recursos, como água, utilizada para a refrigeração do ninho (Giannotti & Prezoto, 1995; Prezoto *et al.*, 2004; Elisei *et al.*, 2013). Entretanto, há uma escassez de informações de como é a dinâmica de forrageio em áreas de calor extremo, como o semiárido brasileiro. Todas essas pesquisas supracitadas foram realizadas em regiões de clima mais ameno que o da Caatinga paraibana, que apresenta médias de temperatura anual entre 25,1°C e 30,6°C (Nascimento & Alves, 2008). Assim, condições de forte calor e escassez de água, como o que ocorre na região em que se desenvolveu o presente estudo, podem significar uma situação prejudicial para a manutenção das colônias.

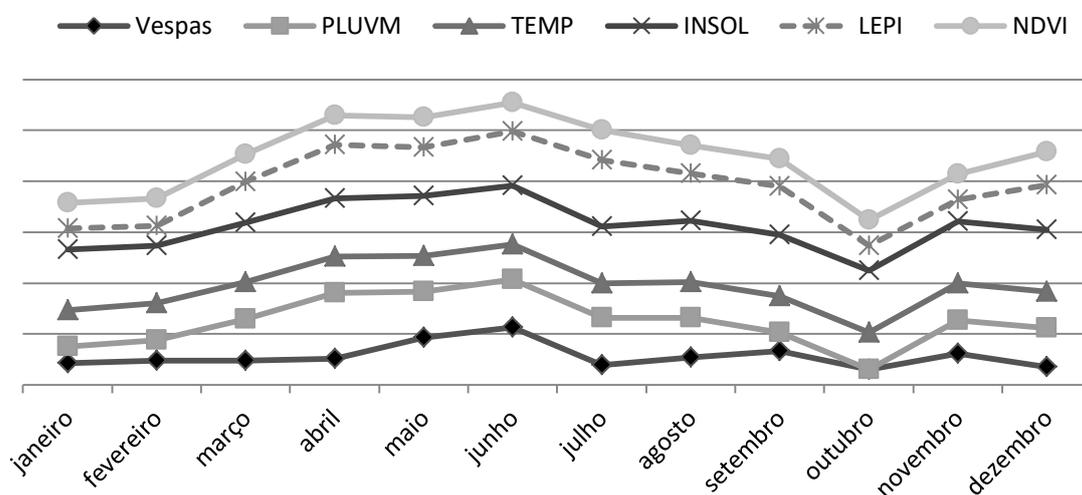


Figura 2: Médias padronizadas (log10) dos fatores ambientais e abundância de vespas sociais dos meses amostrados de coleta no semiárido do estado da Paraíba (PLUVM= Pluviosidade média acumulada; TEMP= Temperatura; INSOL= Insolação; LEPI= Abundância de lepidópteros; NDVI= Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

Já a pluviosidade apresentou correlação positiva com a abundância e riqueza de Polistinae (Figuras 3 e 4). Clemente (2009) também verificou correlação positiva entre a abundância de vespas sociais e o aumento das chuvas em estudo na Mata Atlântica de Minas Gerais. Vários autores já reportaram um aumento na riqueza de vespas sociais relacionado com o aumento das chuvas (Diniz & Kitayama, 1994, 1998; Lima *et al.*, 2000; Souza & Prezoto, 2006; Auad *et al.*, 2010). Na Caatinga, é no período chuvoso que ocorre o plantio nos agrossistemas e, além disso, as chuvas resultam em incremento de biomassa na vegetação nativa (Lopes *et al.*, 2009) (Figura 2). Dessa forma, as precipitações provavelmente estão associadas ao aumento de recursos para as vespas sociais, aumentando a disponibilidade de alimentos e de sítios para a nidificação, fatores determinantes na diversidade desses insetos (Henriques *et al.*, 1992, Santos *et al.*, 2009).

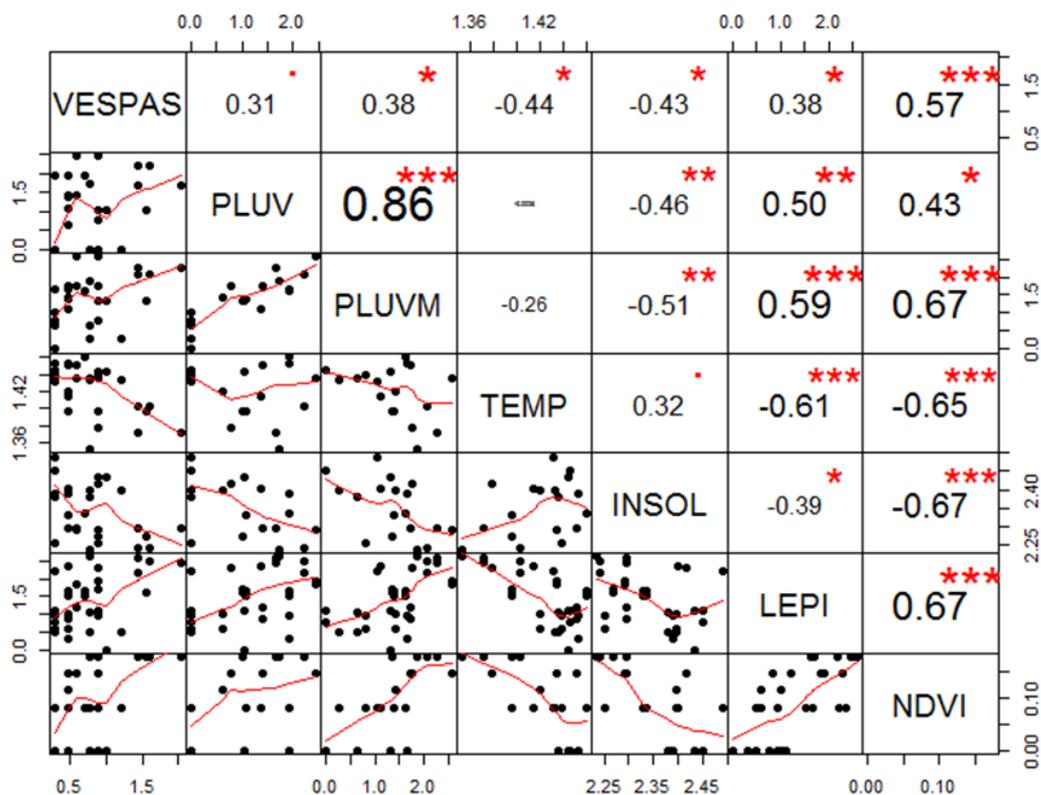


Figura 3: Correlações entre as variáveis ambientais e abundância de vespas sociais no bioma Caatinga, no estado da Paraíba. (Valores de p: 0= ***; 0.001= **, 0.01= *, 0.05= ● / O tamanho dos números representa o coeficiente de Spearman). (VESPAS= Abundância de vespas sociais; PLUV= Pluviosidade; PLUVM= Pluviosidade média acumulada; TEMP= Temperatura; INSOL= Insolação; LEPI= Abundância de lepidópteros; NDVI= Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

Imaturos de lepidópteros são as principais fonte de proteínas para as crias de vespas sociais que se desenvolvem no ninho, sendo assim de suma importância para a manutenção das colônias de Polistinae (Carpenter & Marques, 2001; Prezoto *et al.*,2006; Elisei *et al.*,2010). Dessa forma, foi verificado no presente estudo que com o aumento da oferta desse recurso ocorreu um incremento na abundância ($r_s= 0.38$; $p= 0.033$) e na riqueza de vespas sociais ($r_s=0.37$; $p=0.0356$) (Figuras 3 e 4). Os lepidópteros, adultos e imaturos, são fortemente influenciados pelo regime de chuvas, sendo o pico populacional coincidente com os períodos chuvosos (Diniz & Moraes, 1997; Pinheiro *et al.*,2002; Ribeiro *et al.*,2010; Silva *et al.*,2011). Assim, embora o presente estudo tenha capturado apenas indivíduos adultos, a abundância de lagartas também deve estar relacionada à comunidade de Polistinae na Caatinga paraibana.

Estudos indicam que a predação de vespas sociais provocam uma redução na população de lagartas, promovendo uma redução no dano aos vegetais herbivorados (Prezoto *et al.*,1994; Prezoto & Machado, 1999). Por esse comportamento, Polistinae apresenta potencial de controle biológico de pragas agrícolas. Na região de estudo, o principal modelo de plantio é o orgânico, na qual se empregam diferentes estratégias de manejo de espécies pragas. Assim, a manutenção da comunidade de vespas sociais passa a ser uma ferramenta que deve ser estimulada junto às populações que realizam esse tipo de plantio.

O índice de vegetação normalizada também apresentou correlação positiva com a abundância e riqueza, sendo essa uma variável que se correlacionou fortemente com o aumento da diversidade de indivíduos de vespas sociais no ambiente de estudo (Abundância: $r_s= 0,57$; $p=0,0007$ / Riqueza: $r_s= 0.51$; $p= 0.0031$) (Figuras 3 e 4). A vegetação exerce grande influência direta nas comunidades de vespas sociais, fornecendo suporte para a nidificação, recursos alimentares e pelos microclimas criados em suas estruturas. Há espécies de Polistinae que apresentam preferências para nidificarem em determinados tipos de vegetação, podendo ser aberta ou fechada, bem como pela forma e disposição de folhas e outras estruturas vegetais (Wenzel, 1991; Diniz & Kitayama, 1994; Dejean *et al.*, 1998; Santos & Gobbi, 1998, Santos *et al.*,2007). A vegetação é a base de uma cadeia alimentar em ecossistemas terrestres, sendo essa a variável que se correlacionou tanto com a abundância de lepidópteros quanto com comunidade de vespas sociais no ambiente de Caatinga (Figuras 3 e 4).

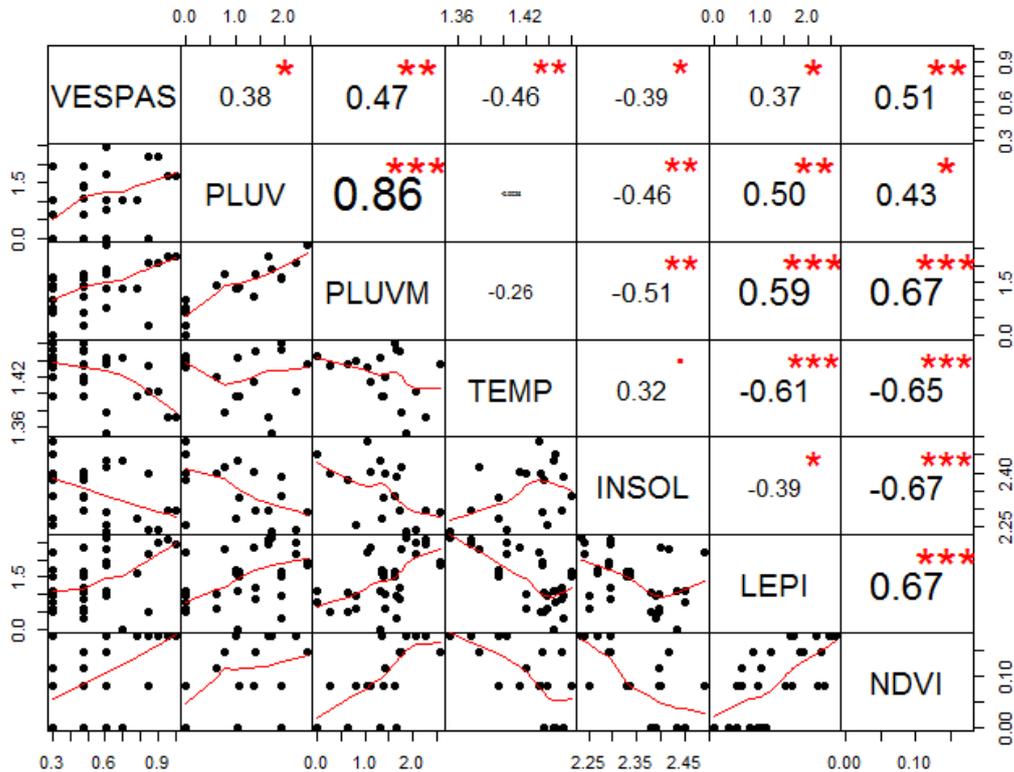


Figura 4: Correlações entre as variáveis ambientais e riqueza de vespas sociais no bioma Caatinga, no estado da Paraíba. (Valores de p: 0= ***; 0.001= **; 0.01= *; 0.05= • / O tamanho dos números representa o coeficiente de Spearman). (VESPAS= Riqueza de vespas sociais; PLUV= Pluviosidade; PLUVM= Pluviosidade média acumulada; TEMP= Temperatura; INSOL= Insolação; LEPI= Abundância de lepidópteros; NDVI= Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

A análise de correspondência canônica reforçou a importância das variáveis bióticas e abióticas na abundância das vespas sociais no cariri paraibano. Os autovalores dos três primeiros eixos de ordenação foram baixos, respectivamente, 0.2688, 0.09935 e 0.02845, o que indicou que a maioria das espécies está distribuída por todo o ambiente, variando apenas a abundância (Ter Braak, 1995).

Nesse tipo de análise estatística é necessário que os dois primeiros eixos expliquem mais que 50% da variância total para que o resultado possa ser considerado significativo (Ter Braak, 1987). O Eixo 1 explicou 65,19 % da variação na oferta dos espécimes, enquanto o Eixo 2 explicou 24,09%, sendo a abundância de lepidópteros, temperatura e vegetação aquelas que mais influenciaram no número de indivíduos

coletados no ambiente de estudo (Tabela 1). O teste de ANOVA demonstrou que as correlações da CCA não ocorreram ao acaso ($F= 2.99$, $p= 0.001$).

Tabela 1: Análise de correspondência canônica da abundância das espécies de vespas sociais e variáveis ambientais coletadas nas cidades de Sumé e Prata, na Caatinga Paraibana.

VARIÁVEIS	EIXO 1	EIXO 2
PLUVM	-0.4268	-0.12501
TEMP	0.7668	0.60850
INSOL	0.3356	0.32477
LEPI	-0.9787	-0.05612
NDVI	-0.5372	-0.50335

Algumas espécies apresentaram resistência aos fatores ambientais inibitórios à manutenção das colônias, como *Polybia ignobilis* e *Polybia occidentalis* (Figura 5). O gênero *Polybia* apresenta o hábito de fundação do tipo enxameagem, com colônias bastante numerosas e o ninho apresentando o envelope protetor. Essas características podem estar correlacionadas com a manutenção da abundância na Caatinga Paraibana mesmo em momentos de extrema insolação e elevadas temperaturas.

Dessa forma, a Análise de Correspondência Canônica, além de corroborar a influência das variáveis sobre a abundância de vespas sociais, demonstrou que a abundância de lepidópteros é o fator que mais incrementa as populações de Polistinae. Esse aumento da densidade populacional de vespas predadores devido ao aumento da abundância de presas, apoia a teoria da resposta densidade dependente (Bardner, 1978; Abrams & Ginzburg, 2000) existente entre presas e insetos predadores (Weiss *et al.*, 2004; Schenk & Bacher, 2005), assim como já reportado para lepidópteros e vespas sociais (Fernandes *et al.*, 2009).

A importância ecológica de vespas sociais foi reportada em diversos artigos, sendo um grupo que interage com variados grupos vegetais, na procura de carboidratos, e com grupos invertebrados, em que buscam as proteínas necessárias para o desenvolvimento dos imaturos das colônias. Beggs (2001) citou a ação de vespas sociais na predação de lagartas de desfolhadoras e verificou que redução de determinada espécie de lepidópteros não causaria a redução na população de vespas. Isso se deve ao

hábito generalista oportunista de Polistinae, que visitam locais de abundância de alimento, mas têm a capacidade de mudar a dieta com a escassez de determinado

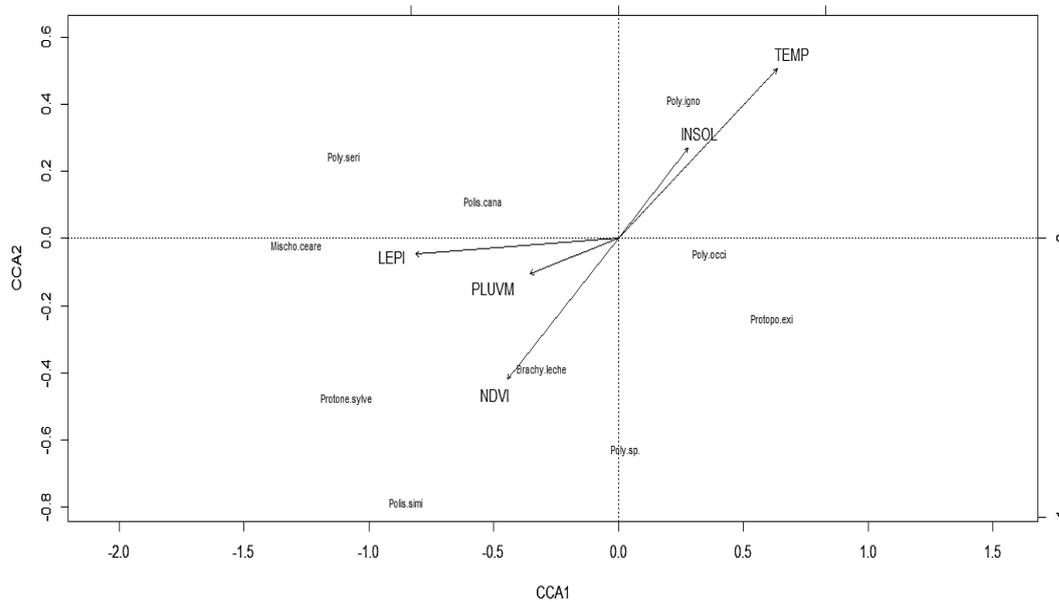


Figura 5: Eixos de ordenação produzidos pela análise de correspondência canônica dos dados das variáveis ambientais e a abundância de vespas sociais coletadas na Caatinga paraibana, estado da Paraíba, Brasil.

recurso (Richter, 2000). Portanto, a comunidade de vespas sociais pode ser mantida no semiárido paraibano mesmo com a redução na abundância de um determinado grupo de lepidópteros, fato este que poderá ocorrer com a redução nos plantios pela seca ou pelo processo de desertificação pelo qual a região está passando (Rodrigues, 2000; Pereira *et al.*, 2001).

O aumento nas médias de temperatura e redução da pluviosidade, associados a ações antrópicas, resulta em áreas de degradação extrema, gerando a desertificação (Costa *et al.*, 2009). A caatinga é fortemente impactada pela agropecuária e extração de madeira para a fabricação de carvão, sendo uma área de grande necessidade de estudos quanto à biodiversidade e os processos de manutenção das espécies que nela residem. Em recente estudo, Arribas *et al.*, (2016) reportaram a importância das mudanças climáticas na redução da diversidade de insetos. Os autores destacaram que a redução de habitats e a forma com a qual as espécies responderão às condições alteradas serão os principais fatores de extinção. No entanto, os autores registraram a carência de informações sobre grupos de insetos em diversas regiões do globo. A Paraíba, local na

qual se realizou o presente estudo, contém uma grande faixa do território inserido no bioma de mata seca, no entanto com extrema carência de informações sobre diversos grupos animais, como o de vespas sociais. Dessa forma, os dados do presente estudo podem auxiliar pesquisas que mostram a tendência de queda na biodiversidade com o processo de desertificação.

A comunidade de Polistinae no semiárido paraibano foi influenciada por variáveis ambientais. O aumento na oferta de vegetação, fonte de carboidratos e substratos de nidificação, e principalmente de lepidópteros, a principal fonte de proteína para os imaturos na colônia, foi correlacionado com o aumento da abundância de vespas sociais na Caatinga. A temperatura e luminosidade são fatores que contribuem para a redução nas populações de Polistinae. O aumento da pluviosidade, fator que resulta na redução de temperatura e insolação, e causa aumento na biomassa vegetal, promoveu o aumento na comunidade de Polistinae.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrams, P. A., Ginzburg, L. R. 2000. The nature of predation: prey dependent, ratio dependent or neither? **Trends Ecol Evol** 15: 337-341.
- Andena, S. R. and Carpenter, J. M. 2014. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro; pp 169-180, In: Bravo, F. and Calor, A. (Eds). Printmídia. **Artrópodes do Semiárido, Biodiversidade e Conservação. Feira de Santana.**
- Arribas, P., Abellán, P., Velasco, J., Millán, A., Sánchez-Fernández, D. 2016. Conservation of Insects in the Face of Global Climate Change; pg349-376, In: Johnson, Scott N., and T. Hefin Jones, (eds). *Global Climate Change and Terrestrial Invertebrates*. John Wiley & Sons Ltda.
- Auad, A. M.; Carvalho, C. A.; Clemente, M. A. & Prezoto, F. 2010. Diversity of Social Wasps in a Silvipastoral System. **Sociobiology**, 55: 627-636.
- Barbosa, B. C.; Maciel, T. T.; Detoni, M. ; Prezoto, F. 2016. Studies of social wasp diversity in Brazil: Over 30 years of research, advancements and priorities. *Sociobiology* 63(3): 858-880.
- Bardner, R.1978. Pest-control in coffee. **Pestic Sci** 9: 458-464
- Beggs, J. 2001. The ecological consequences of social wasps (*Vespula* spp.) invading an ecosystem that has an abundant carbohydrate resource. **Biological Conservation**, 99:17–28.
- Carpenter, J.M. & Marques, O.M. 2001. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. Publicações digitais, 2. Universidade Federal da Bahia.
- Clemente, M.A. 2009. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) do Parque Estadual do Ibitipoca-MG: estrutura, composição e visitação floral**. MSc. Dissertation. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. 79 pp

- Costa, T. C. C.; Oliveira, M. A. J.; Accioly, L. J. O.; Silva, F. H. B. B. 2009. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13: 961-974.
- Dejean, A., Cordoba, B., Carpenter, J. M. 1998. Nesting site selection by wasp in the Guianese rain forest. **Insectes Soc**, 45: 33-41.
- Diniz, I. R. & Morais, H. C. 1997. Lepidopteran Caterpillar fauna of cerrado host plants. **Biodiversity and Conservation** 6, 817-36
- Diniz, I.R. & K. Kitayama. 1994. Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brasil (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of Hymenoptera Research**, 3: 133-143.
- Diniz, I.R. & K. Kitayama. 1998. Seasonality of vespidae species (Hymenoptera: Vespidae) in a central Brazilian cerrado. *Rev. Biol. Trop.* 46: 109-114.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2010. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores do eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 45(9): 958-964.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2013. What is the Ideal Weather for Social Wasp *Polistes versicolor* (Olivier) go to Forage?. **EntomoBrasilis**, 6 (3): 214-216.
- Elisei, T.; Guimarães, D.L.; Ribeiro Jr., C. & Prezoto, F. 2005. Foraging activity and nesting of swarm-founding wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). **Sociobiology**, 46(2): 317-327.
- Fernandes, F.L., E.C. Mantovani, H. Bonfim Neto & V.V. Nunes 2009. Efeitos de variáveis ambientais, irrigação e vespas predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no cafeeiro. **Neotropical Entomology** 38: 410-417.
- Giannotti, E., F.; Prezoto & V.L.L. Machado. 1995. Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 24(3): 455-463.

- Gibo, D.L., Dew, H.E., Hajduk A.S. 1974. Thermoregulation in colonies of *Vespula arenaria* and *Vespula maculata* (Hymenoptera: Vespidae). II. The relation between colony biomass and calorie production. **Can. Entomol.** 106: 873–879.
- Gobbi, N.; Govone, J. S.; Pinto, N. P. O.; Prezoto, F. 2009. Produtividade em colônias de *Polistes* (*Ap hanilopterus*) *versicolor* Olivier, 1791 (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Zoociências**, 11 (3) 191-199.
- Gobbi, N.; Machado, V.L.L. 1985. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia* (*Myrapetra*) *paulista* Ihering, 1896 (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 14: 189-195.
- Gobbi, N.; Noll, F. B.; Penna, M. A. H. 2006. “Winter” aggregations, colony cycle, and seasonal phenotypic change in the paper wasp *Polistes versicolor* in subtropical Brazil. **Naturwissenschaften**, 93 (10): 487- 94.
- Gobbi, N. 1977. Ecologia de *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **Tese (Doutorado)**. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.
- Henriques, R. P. B., Diniz, I. R., Kitayama, K. 1992. Nest density of some social wasp species in cerrado vegetation of Central Brazil (Hymenoptera: Vespidae). **Entomol Gener**, 17: 265-268.
- Hermes, M. G.; Kohler, A. 2006. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira De Entomologia**, 50:2.
- Hunt, J. H.; Brodie, R. J.; Carithers, T. P.; Goldstein, P. Z.; Janzen, D. H. 1999. Dry season migration by Costa Rican lowland paper wasps to high elevation cold dormancy sites. **Biotropica**, 3: 192-196.
- Ishay, J. S., Barenholz-Paniry, V. 1995. Thermoelectric effect in hornet (*Vespa orientalis*) silk and thermoregulation in a hornet's nest. **Journal of insect physiology**, 41(9), 753-759.
- Jeanne, R. L. 1972. Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology** 144: 63-150.

- Jeanne, R. L. 1991. The swarm-founding Polistinae. In: Ross, K. G., Matthews, R. W. (eds.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, p. 191-231.
- Jeanne, R.L., Morgan, R.C., 1992. The influence of temperature on nest site choice and reproductive strategy in a temperate zone *Polistes* wasp. **Ecol. Entomol**, 17: 135-141.
- Lima, M.A.P. & Prezoto, F. 2003. Foraging activity rhythm in the Neotropical swarm-founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 42(3): 745-752.
- Lima, M.A.P., Lima, J.R. & Prezoto, F. 2000. Levantamento dos gêneros de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae), flutuação das colônias e hábitos de nidificação no campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Rev. Bras. Zociências** 2: 69-80.
- Lopes, J.F.B; Andrade E.M.; Lobato, F.A.O.; Palácios, H.A.Q.; Arraes F.D.D. 2009. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**; 3(2): 72-79.
- Marengo, J. R. 2006. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI. Brasília: MMA, 212 p.
- Nascimento, S.S.; Alves, J.J.A. 2008. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, 2 (3): 28-41.
- Paula, L.C., Andrade, F.R., Prezoto, F. 2003. Foraging behavior in the Neotropical swarm-founding wasp *Parachartergus fraternus* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini) during different phases of the biological cycle. **Sociobiology**, 42: 735-744.
- Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D. & Bandeira, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in Brazilian Cerrado. **Austral Ecology**, 27, 132-36.

- Pereira, I. M, Andrade, L. A., Costa J. R. M., Dias J.. 2001. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, Agreste Paraibano. **Acta Botanica. Bras**, 15(3) 413-425.
- Post, D. C.; R. L. Jeanne, Erickson Jr, E. R. 1998. **Variation in behavior among workers of the primitively social wasp *Polistes fuscatus variatus***, p. 283-321. In: R. L. Jeanne (ed.). Interindividual behavioral variability in social insects. Boulder, Westview Press, 456 p.
- Prezoto, F., Santos-Prezoto, H. H., Machado, V. L.L., Zanuncio, J. C. 2006. Prey Captured and Used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) Nourishment. **Neotropical Entomology**, 35, 707-709.
- Prezoto, F., Vilela, A.P.P., Lima, M.A.P., D'Ávila, S., Sinzato, D.M.S., Andrade, F.R., Santos-Prezoto, H.H. & Giannotti, E. 2004. Dominance hierarchy in different stages of development in colonies of the primitively eusocial wasp *Mischocyttarus cassununga* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology** 44: 379–390.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999a. Ação de *Polistes* (Aphanilopterus) *simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 841-851.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999b. Transferência de colônias de vespas (*Polistes simillimus* Zikán, 1951) (Hymenoptera, Vespidae) para abrigos artificiais e sua manutenção em uma cultura de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Entomologia**, 43: 239-241.
- Resende, J.J., Santos, G.M.M., Bichara Filho, C.C. & Gimenes, M. 2001. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zociências**, 3(1): 105-115.
- Ribeiro Jr., C., Guimarães, D.L., Elisei, T. & Prezoto, F. 2006. Foraging activity rhythm of the neotropical swarm-founding wasp *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 47(1): 115-123.

- Ribeiro, D. B., Prado, P. I., Brown Jr, K. S. & Freitas, A. V. L. 2010. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica** 42, 710-16.
- Richter, M. R. 2000. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, 45: 121-150.
- Rodriguez, M.A.; Lewis, W.M. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecol. Monog.** 67(1): 109-28.
- Rodrigues, V. 2000. **Desertificação: problemas e soluções**. In: Oliveira, T.S., Assis Júnior, R.N., Romero, R.E. & Silva, J.R.C., eds. Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Fortaleza, Universidade Federal Ceará, Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.137-164.
- Santos, G ,M, M., Gobbi, N. 1998. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera - Vespidae) in a caatinga area, Bahia State – Brazil. **J Adv Zool**, 19: 63-69.
- Santos, G.M.M., Cruz, J.D., Marques, O.M & Gobbi, N. 2009. Diversidade de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, 38: 317-320.
- Santos, G.M.M., Filho, C.C.B., Resende, J.J., Cruz, J.D. & Marques, O.M. 2007. Diversity and community structures of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 180-185.
- Schenk, D., Bersier, L. F., Bacher, S. 2005. An experimental test of the nature of predation: neither prey- nor ratio-dependent. **J. Anim. Ecol.** 74: 86-91.
- Sena, J.P.O., Melo, J.S., Lucena, D.B., Melo, E.C.S. 2012. Comparação entre dados de chuva derivados do Climate Prediction Center e observados para a região do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2, 412-420.

- Silva, N. A. P., Frizzas, M. R. & Oliveira, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 55, 79-87
- Silva, N.J.J., T.A. Morais, H.H. Santos-Prezoto & F. Prezoto, 2013. Inventário Rápido de Vespas Sociais em Três Ambientes com Diferentes Vegetações. **EntomoBrasilis**, 6(2): 146-149.
- Sinzato, D. M. S. & F. Prezoto. 2000. Aspectos comportamentais de fêmeas dominantes e subordinadas de *Polistes versicolor* Olivier, 1791 (Hymenoptera: Vespidae) em colônias na fase de fundação. **Revista de Etologia** 2: 121-127.
- Souza, M. M. & F. Prezoto. 2006. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous Forest and Cerrado (Savanna) regions in Brazil. **Sociobiology** 47: 135-147.
- Souza, M.M., J. Louzada, J.E. Serrao & J.C. Zanuncio, 2010a. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of Riparian Forests in Southeast Brazil. **Sociobiology**, 56: 387-396.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, 69: 69-77.
- Ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination. In: Jongman, R.H.G.; Ter Braak, C.J.F. & Van Tongeren, O.F.R. (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press. 91-173.
- Togni, O. C. 2009. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) na Mata Atlântica do litoral norte do estado de São Paulo**, M.S. THESIS, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brazil.
- Weiss, M. R., Wilson, E., Castellanos, I. 2004. Predatory wasps learn to overcome the shelter defences of their larval prey. *Anim Behav* 68: 45-54.
- Wenzel, J. W.1991. **Evolution of nest architecture**, p.480-519. In: Ross K G, Matthews R W (eds) *The social biology of wasps*. Ithaca, Cornell University, 678p.

Wilson, E.O., 1971. *The Insect Societies*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
548 pp.

Zara, J. F.; Balestieri, J. B. P. 2000. Behavioural catalogue of *Polistes versicolor*. Post emergent colonies (Vespidae: Polistinae). **Naturalia**, São Paulo, 25: 301-319.

Capítulo 4: Transferência de colônias da vespa social *Polistes canadensis* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) para abrigos artificiais

RESUMO

O uso de controle biológico de pragas ganha espaço em uma população cada vez mais preocupada com a qualidade dos alimentos, fato comprovado pelo aumento do consumo de produtos classificados como orgânicos. Assim, o conhecimento de espécies que atuam como controladoras biológicas deve ser mais intensificado nos mais diversos ecossistemas a fim de aumentar as chances do sucesso do manejo. Visando a aplicação da espécie *Polistes canadensis* em programas de manejo de pragas, o objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade de transferências de colônias da espécie, passo inicial em um programa de manejo integrado de pragas agrícolas. Foram transferidas 30 colônias de *P. canadensis*, sendo que 22 se mantiveram no abrigo por mais de sete dias, atingindo um sucesso de 73%. Não houve diferença significativa nos padrões de comportamentos exibidos por indivíduos em colônias transferidas e não transferidas. Dessa forma, os resultados obtidos no presente estudo indicam que *P. canadensis* apresenta condições de ser utilizada em programas que visem vespas sociais em manejo integrado de pragas.

Palavras chave: Agrossistemas, Manejo integrado, Controle Biológico

INTRODUÇÃO

Agrotóxicos e fitossanitários degradam ecossistemas inteiros, podendo gerar danos irreparáveis em diversas comunidades de seres vivos (Cavalcanti, 2004). O controle biológico de pragas surgiu como uma alternativa para o uso desses químicos (Parra *et al.*,2002). A técnica, que utiliza inimigos naturais para a redução de danos à agrossistemas, é uma ferramenta em Manejo Integrados de Pragas (MIP). Nesses programas, os agentes de controle podem apresentar certa especificidade, atuando principalmente sobre espécies danosas e sobre outros inimigos naturais. (Parra *et al.*,2002, Altieri *et al.*,1977, Altieri *et al.*,2003). No entanto, a especificidade pode resultar em insurgências de pragas secundárias no ambiente em que se empregará o manejo (Altieri *et al.*,2003, Fernandes *et al.*, 2008). Assim, na escolha de um agente de controle, deve-se levar em conta a relação desses indivíduos com as potenciais espécies pragas do ambiente. Nesse contexto, vespas sociais se apresentam com hábitos generalistas e oportunistas, atuando como caçadores ativos de diversos grupos de invertebrados, sendo lagartas de desfolhadores a principal presa capturada no forrageio (Richter, 2000, Elisei *et al.*,2010). Deste modo, ainda que pouco utilizada em agroecossistemas, vespas sociais podem ser empregadas como agentes de controle, participando como uma ferramenta no manejo de pragas em cultivos orgânicos.

Em Polistinae, se destaca o gênero *Polistes*, sendo o mais estudado e frequentemente empregado em pesquisas de prospecção de vespas sociais como agentes de controle biológico de pragas agrícolas. Como exemplo, colônias de *Polistes fuscatus* e *Polistes exclamans* foram empregadas em plantios e apresentaram resultados bastante expressivos na predação de lagartas de desfolhadores (Rabb & Lawson, 1957). No Brasil, *Polistes versicolor* e *Polistes simillimus* tiveram os hábitos de forrageio analisados e apresentaram resultados que evidenciaram o potencial para agentes de controle de desfolhadores (Prezoto *et al.*,1994; Prezoto e Machado 1999a; Elisei *et al.*,2010). Além disso, as espécies supracitadas também foram submetidas à translocações de colônias para abrigos artificiais e demonstraram viabilidade nas transferências (Prezoto e Machado 1999a., Elisei *et al.*,2012). As translocações fazem parte da inoculação de inimigo natural, fase inicial do processo de manejo integrado (Parra *et al.*,2002).

Ainda em Polistinae, se encontra *Polistes canadensis*, espécie abundante no semiárido brasileiro e com diversos estudos sobre sua biologia (Silva-Pereira & Santos, 2006; Santos *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2009, Torres *et al.*, 2009 e 2013). A espécie apresenta o comportamento assincrônico, ou seja, realiza fundações ao longo de todo ano, o que favorece sua presença no ambiente e nas diferentes estações do ano (Torres *et al.*, 2009b). Estas vespas são consideradas de hábito sinantrópico, utilizando as construções humanas como substratos de nidificação (Santos e Gobbi, 1998, Virgílio *et al.*, 2016). O raio de voo de *P. canadensis* foi determinado com uma distância máxima de 650 metros, apresentando uma queda acentuada no número de operárias retornando ao ninho quando ultrapassam os 250 metros (Santos *et al.*, 1994). A análise de forrageio da espécie revelou o potencial de ser utilizada em programas de manejo de pragas (Torres *et al.*, 2009b). No entanto, *P. canadensis* ainda não foi testada a fim de verificar sua aceitação quanto ao processo de transferência para abrigos artificiais.

O uso de controle biológico de pragas ganha espaço em uma população humana cada vez mais preocupada com a qualidade dos alimentos, fato comprovado pelo aumento no consumo de produtos orgânicos (Hoppe *et al.*, 2012). Assim, estudos que procuram por espécies que possam ser empregadas como controladoras biológicas devem ser intensificados nos mais diversos ecossistemas, a fim de aumentar as chances do sucesso no manejo. Visando a utilização da espécie *P. canadensis* em programas de manejo de pragas, o objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade de transferências de colônias da espécie, passo inicial em um programa de manejo integrado de pragas agrícolas e comparar os comportamentos de colônias transferidas e não transferidas a fim de se verificar a resposta da espécie ao procedimento de translocação.

HIPÓTESES

- A espécie *Polistes canadensis* apresenta viabilidade na transferência de suas colônias para abrigos artificiais.
- Há diferença de comportamento entre as colônias transferidas e colônias não manejadas.

MATERIAL E METODOS

O presente estudo foi realizado no campus I da Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa, estado da Paraíba (Latitude: 07° 06' 54" S; Longitude: 34° 51' 47" W). No período de janeiro a dezembro de 2016, 30 colônias de *P. canadensis*, todas em estágio de pós-emergência, foram transferidas para abrigos artificiais. Para o experimento, foi seguida a metodologia de coleta e posterior liberação dos indivíduos descrita no estudo de Elisei *et al.*, (2010). O procedimento se realizava no final da tarde, por volta das 18 horas, período no qual a atividade de forrageio se encontrava cessada. Começava com o ensacamento da colônia e separação do ninho do substrato, utilizando um plástico transparente e resistente e um instrumento cortante. No momento da separação do ninho do substrato, era importante a manutenção do único pedúnculo que se prendia ao substrato, uma vez que esta estrutura foi reutilizada na fixação ao abrigo.

Os indivíduos foram separados do ninho com o auxílio do fototropismo positivo das vespas, que faz com que estes insetos voem sempre na direção de uma fonte de luz, por isto, ao posicionar o ninho, já no saco plástico, opostamente a luz, as vespas migrarão em direção à maior luminosidade, deixando o ninho vazio. Neste momento, com o auxílio de uma fita adesiva, foi realizado o aprisionamento das vespas na região onde se agruparam, e o ninho vazio foi retirado do saco plástico e fixado ao abrigo. A fixação ocorreu através do uso de cola quente, material esse de alta resistência e rápida secagem.

O abrigo artificial utilizado foi um pote plástico transparente contendo 14 cm de diâmetro por 10 de altura coberto por um papelão que conferiu conforto térmico (Figura 1). O conjunto abrigo + colônia foi fixado à estacas de madeira a 120-150 cm do solo (Figura 1). O conjunto foi envolto pelo saco plástico, onde permaneceram as vespas, sendo estas liberadas do aprisionamento para retornarem ao ninho já restabelecido. O conjunto, agora formado pelo abrigo + colônia + indivíduos, permaneceu envolto pelo saco plástico até a manhã seguinte. Antes do início da atividade forrageadora da espécie manejada, por volta das cinco horas da manhã, o saco plástico foi retirado.

Para a análise dos comportamentos, foram realizadas 110 horas de filmagens, em 20 colônias, todas em estágio de pós-emergência e com, no mínimo, quatro indivíduos, sendo 61 horas em colônias transferidas e 49 horas em não transferidas. As filmagens

foram realizadas com o auxílio de duas câmeras fotográficas, sendo uma Canon SX 30IS e uma Sony DSC H7. As frequências dos comportamentos exibidos a cada minuto nas colônias foram analisadas com o intuito de verificar como os indivíduos responderam ao processo de transferência e aceitação do novo abrigo. Os comportamentos quantificados nas análises foram: Morder, Avançar, Perseguir, Passar por cima, Lutar e Vibração Lateral do abdome (West-Eberhard,1969). Para a análise comparativa dos comportamentos foi utilizado o teste de Wilcoxon e o teste de correlação de Spearman. Além disso, foi utilizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) a fim de verificar se os comportamentos exibidos apresentaram diferenças passíveis de distinção entre colônias transferidas e não transferidas. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o programa R versão 3.2.2.

Também foi calculado o índice de agressividade individual nas colônias em ambas as situações, transferidas e não transferidas.

$$\text{Índice de Agressividade individual} = \frac{\text{Número total de atos/minuto}}{\text{Número de indivíduos da colônia}}$$



Figura 1: Colônia de *P. canadensis* transferida para abrigo artificial, em João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo 30 colônias de *P. canadensis* foram transferidas para abrigos artificiais. Depois de transferidas, as vespas começaram a atividade de busca por recursos a partir do quarto dia (4-6 dias). Assim, foi estabelecido o período mínimo de sete dias após as transferências para ser considerado o sucesso no procedimento. Dessa forma, 73 % das colônias (n=22) permaneceram por mais de uma semana, representando o sucesso nas transferências de colônias de *P. canadensis*. O resultado encontrado no presente estudo foi maior do que o registrado para *Polistes versicolor*, por Butignol (1992), que obteve 60% de sucesso nas translocações. Entretanto, foi inferior ao registrado por Prezoto & Machado (1999b), para *Polistes simillimus*, e Elisei *et al.*, (2012), para *P. versicolor*, nos quais ambos experimentos obtiveram 85% de sucesso. Os dois últimos estudos supracitados foram realizados em áreas de agricultura, fato este que pode favorecer a manutenção das vespas no novo ambiente, já que neste tipo de paisagem pode haver maior abundância de recursos para a manutenção da colônia do que no ambiente urbano do presente estudo (Samways 2005 e 2007; Michelutti *et al.*, 2013).

Embora 27% das colônias transferidas abandonaram o ninho, a manutenção de vespas no ambiente foi alcançada. O fato foi verificado pela visualização de novas fundações nas proximidades dos abrigos abandonados (n=3), fato também reportado por Prezoto & Machado (1999b). Assim, mesmo quando não se mantiveram nos abrigos, as vespas realizaram as atividades de manutenção da colônia e se adaptaram ao novo ambiente.

Os abrigos foram atrativos para as vespas, isso porque ocorreram novas fundações em unidades nas quais os ninhos se desprenderam ou foram danificados (n=3), o que representa a escolha do substrato por parte de *P. canadensis*. Outro comportamento que corrobora a aceitação do substrato foi o registro de uma fundação no mesmo abrigo, ocorrendo o desmanche do ninho antigo e o emprego do material na fabricação do novo (Figura 2).



Figura 2: Nova fundação de colônia de *Polistes canadensis* em abrigo artificial (ninho menor) na qual ocorreu o reuso do material do ninho original (ninho maior), em João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil.

A longevidade média das colônias transferidas foi de 68.46 ± 50.43 (8-220, N=22) dias (Tabela 1). Os dados encontrados para *P. canadensis* foram semelhantes aos registrados por Elisei *et al.*, (2012) no qual os autores reportaram que colônias transferidas de *P. versicolor* duraram em média $64,05 \pm 38,43$ (0-123) dias no abrigo artificial. Torres *et al.*, (2009b) registraram $231,46 \pm 129,67$ (94-556) dias de duração média para colônias não transferidas de *P. canadensis* de. No mesmo estudo, Torres *et al.*, (2009b) verificaram que o tempo para emergência de novos indivíduos duravam até 56 dias. As colônias transferidas no presente estudo se encontravam em estágio de pós-emergência, já apresentando um período prévio de desenvolvimento. Esse fato pode ser a razão para a diferença na longevidade das colônias manejadas. Além disso, os dados do presente estudo sofreram interferência de fatores externos, como a destruição de abrigos por ação humana (n=3) e por ação de tempestade (n=1), além de ataque de formigas (n=2), o que reduziu a longevidade média da amostra. Segundo Henderson & Jeanne (1987), o ataque de formigas é um dos principais motivos de abandono das colônias, acontecimento também registrado nos estudos de Prezoto & Machado (1999b)

e Elisei *et al.*, (2012) em colônias transferidas de *P. simillimus* e *P. versicolor*, respectivamente.

Vespas sociais podem forragear de 13 a 16 presas ao dia, como verificado por Prezoto *et al.*,(2006) e Elisei *et al.*,(2010). Dessa forma, a presença de colônias está implicitamente relacionada com a predação realizando assim a ação de controle de populações no ambiente. Dessa forma, mesmo que em períodos breves, as colônias transferidas são capazes de realizar o objetivo principal das transferências que é a predação de lagartas nos ambientes manejados.

Tabela 1: Colônias de *Polistes canadensis* transferidas para abrigos artificiais, em João Pessoa, estado da Paraíba.

Colônia	Nº indivíduos	Transferência	Abandono	Total/dias
1	4	20/jan	21/jan	1
2	5	20/jan	28/jan	8
3	1	20/jan	23/jan	1
4	4	20/jan	11/mar	51
5	5	28/jan	06/fev	9
6	3	28/jan	29/jan	1
7	4	28/jan	29/jan	1
8	5	28/jan	29/jan	1
9	3	16/mar	05/mai	50
10	3	16/mar	17/mar	1
11	3	16/mar	12/abr	27
12	3	16/mar	17/mar	1
13	8	09/abr	05/set	149
14	3	09/abr	12/abr	3
15	5	07/mai	09/jun	33
16	9	07/mai	16/mai	9
18	10	04/jun	21/jun	17
19	7	19/jun	25/jan	220
20	10	19/jun	03/jul	14
21	7	19/jun	11/nov	145
28	5	23/jul	10/set	49
31	12	23/jul	08/set	47
32	10	22/out	25/jan	95
33	7	22/out	25/jan	95
34	4	22/out	25/jan	95
35	11	22/out	25/jan	95
38	7	03/dez	25/jan	53
39	5	03/dez	19/dez	16
40	6	03/dez	12/dez	9
41	5	03/dez	25/jan	53

- Análise dos comportamentos exibidos por indivíduos de *P. canadensis* em colônias transferidas e não transferidas.

As colônias não transferidas exibiram 2021 atos agressivos, com uma média de 0.69 ato/minuto, enquanto as transferidas apresentaram 1482, com 0.47 ato/minuto, apresentando diferenças significativas (Tabela 2). No entanto, as colônias não manejadas também foram aquelas com maior número médio de indivíduos, tal fato eleva o número de comportamentos de dominação na colônia, aumentando assim a agressividade das vespas (Suzuki, 1986). No presente estudo, o número de atos agressivos apresentou correlação com o número de indivíduos na colônia ($r_s=0.7$; $p<0.0001$).

Tabela 2: Características analisadas em colônias de *Polistes canadensis* transferidas e não transferidas para abrigos artificiais, em João Pessoa, estado da Paraíba.

	TRANSFERIDAS		NÃO TRANSFERIDAS		WILCOXON
	TOTAL	Média/min	TOTAL	Média/min	Valor de p
Morder	662	0.21	753	0.26	W = 485, p = 0.127
Avançar	198	0.05	132	0.05	W = 383, p = 0.895
Perseguir	21	0.00	9	0.00	W = 355, p = 0.431
Passar cima	91	0.03	139	0.05	W = 519, p = 0.036
Lutar	3	0.00	2	0.00	W = 418, p = 0.957
Vibração do abdome	608	0.18	986	0.33	W = 565, p = 0.004
Nº de indivíduos	249		294		W = 515, p = 0.041
Atos/indivíduos	6.28		6.49		W = 333, p = 0.341
Atos/min	0.47		0.69		W = 551, p = 0.008
Índice de stress	0.05		0.06		W = 295, p = 0.116

Não foi verificada uma diferença significativa entre o índice de agressividade das colônias transferidas e não transferidas (Figura 3, Tabela 2). O resultado da análise de componentes principais, com os eixos 1 e 2 explicando 90% da variação, também não foi capaz de separar em qual estado se encontrava a colônia analisada (Figura 4). No entanto, alguns comportamentos foram mais frequentes nas colônias transferidas do

que nas não transferidas (Tabela 2). Porém a ausência de diferença entre a agressividade das colônias indica a aceitação de *P. canadensis* ao processo de transferência, que mesmo com a mudança de substrato e de área de forrageio, manteve o padrão comportamental.

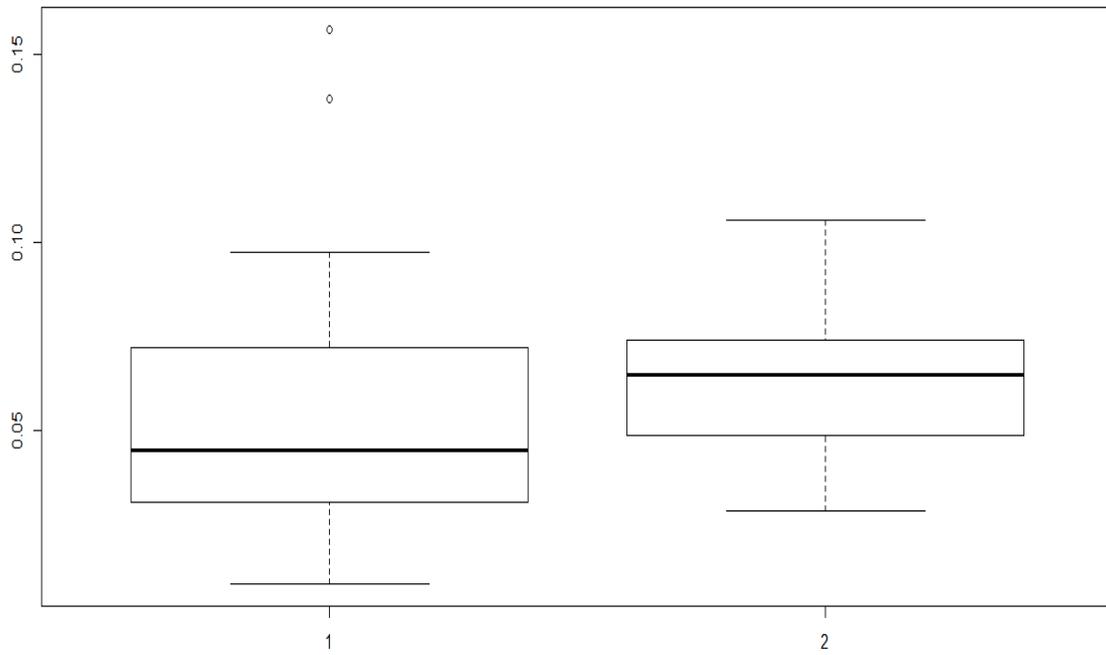


Figura 3: Boxplot com os índices de agressividade individual de colônias transferidas (1) e não transferidas (2) para abrigos artificiais, em João Pessoa, estado da Paraíba.

Após as transferências, alguns displays relacionados à agressividade foram verificados, como a larvifagia. Este comportamento, junto com ovofagia, está correlacionado à disputas hierárquicas (Zara & Balestieri, 2000), larvas com danos ou parasitadas (Giannotti, 1992) e escassez de recursos alimentares (Gobbi, 1977). Segundo Hunt (1991), o aumento da larvifagia está diretamente ligado às condições de nutrição dos adultos que podem utilizar essa fonte proteínica em sua dieta. Giannotti (1994) também verificou uma intensificação neste comportamento devido à escassez de recursos tróficos no ambiente. No presente estudo, o comportamento ocorreu em colônias antes de serem transferidas, ainda ensacadas e em algumas com vários dias pós-transferidas, sendo difícil a determinação da causa de sua exibição.

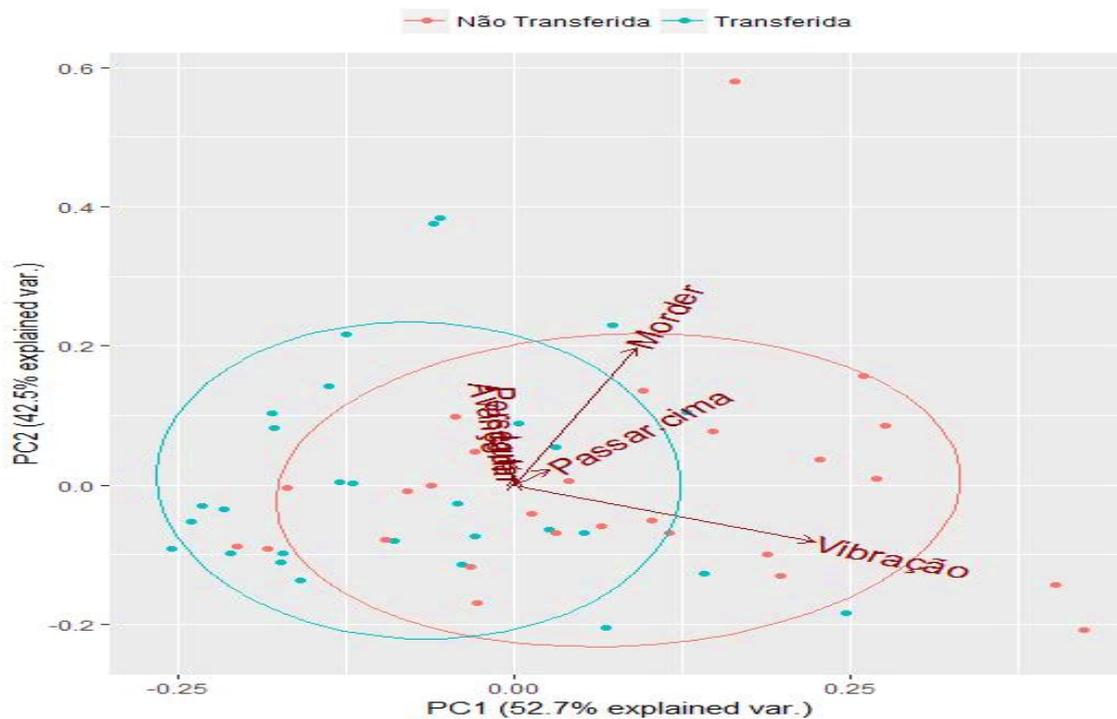


Figura 4: Análise de componentes principais dos comportamentos exibidos em colônias transferidas e não transferidas para abrigos artificiais, em João Pessoa, estado da Paraíba.

Foi verificado que as rainhas participaram pouco da atividade de forrageio em ambas as condições das colônias (transferidas e não transferidas). A reduzida atividade por rainhas também foi verificada em Torres *et al.*, (2009a), cujos autores registraram que as fêmeas dominantes realizavam principalmente atividades sociais, como dominar fisicamente as operárias e verificar células. No entanto, as rainhas são as grandes responsáveis pelos atos de agressividade.

As ofensivas realizadas pelas rainhas já foram reportadas como sendo formas de manutenção da dominância da colônia, ou para estimular, ou obrigar, a saída de operárias para o forrageio (Gamboa *et al.*, 1990; Reeve & Gamboa, 1983 e 1987; Kardile & Gadagkar, 2003; Sumana & Starks, 2004, De Souza & Prezoto, 2012a). Dessa forma, mesmo que não atuem incisivamente no ato de forragear, as rainhas participam moderando a atividade forrageadora em uma colônia.

Segundo Torres *et al.*, (2013), as rainhas de *P. canadensis* se tornam mais agressivas com as operárias à medida que envelhecem. Strassmann & Meyer (1983) verificaram uma elevação da agressividade das rainhas de *Polistes fuscatus* com

aumento da idade das colônias e chamaram esse fato de gerontocracia. No presente estudo, não foi verificada correlação entre o índice de agressividade individual e a longevidade das colônias ($r_s = 0,01$; $p = 0,96$) (Figura 5). O fato também não foi verificado nas colônias transferidas, mesmo nestas que poderiam expressar um maior número de comportamentos agressivos nos dias posteriores a translocações pelo *stress* a qual foram submetidas ($r_s = -0,1$; $p = 0,63$).

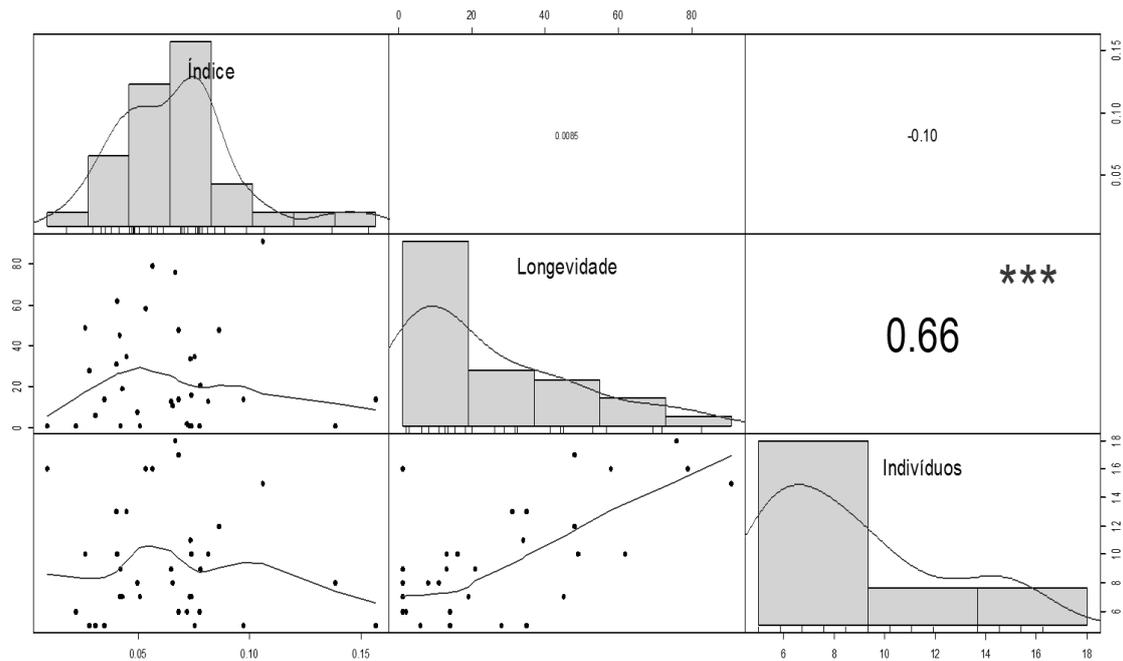


Figura 5: Relação entre as variáveis índice de agressividade individual, longevidade e número de indivíduos, em colônias de *Polistes canadensis*, em João Pessoa, estado da Paraíba, Brasil. (0= ***; 0.001= ** ; 0.01= *; 0.05= ●)

Os resultados obtidos no presente estudo revelaram que colônias de *P. canadensis* apresentam viabilidade de transferência para abrigos artificiais. A aceitação ao acondicionamento pode ser comprovada através da manutenção das colônias por longos períodos e a ausência de diferença significativa entre os comportamentos exibidos nos abrigos e em colônias não transferidas. Dessa forma, o manejo de *P. canadensis* com a finalidade de uso em controle de desfolhadores pode ser realizado por translocações de suas colônias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, A.M., Silva, E.N., C.I Nicholls. 2003. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. 1ª ed. Editora Holos. 226 p.
- Altieri, M.A., Schoonhoven, A. von, J. Dolf. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop. Syst. Pans**, 13:195-205.
- Butignol, C.A. 1992. Observações sobre a bionomia da vespa predadora *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) em Florianópolis/SC. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 19:201-206.
- Cavalcanti, C. 2004. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. **Ambiente & Sociedade**, 7(1): 149-156.
- De Souza, A. R., Figueiredo, B. B. M., Ribeiro, B., Pinheiro, R., Justino, L., Castro, M. Monteiro, Prezoto, F. 2011. The Performance of Dominance Indices for Constructing Dominance Hierarchies in *Mischocyttarus* and *Polistes* Wasps (Hymenoptera, Vespidae). *Florida Entomologist*, 94(4):869-873.
- De Souza, A. R., Prezoto, F. 2012a. Regulation of worker activity in the social wasp *Polistes versicolor*. **Insect. Soc**, 59:193–199.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2010. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores do eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 45(9): 958-964.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2012. Management of Social Wasp Colonies in Eucalyptus Plantations (Hymenoptera:Vespidae). **Sociobiology**, 59(4): 1167-1174.
- Fernandes, M.E.S., F.L. Fernandes, M.C. Picanço, R.B. Queiroz, R.S. Silva & A.A.G. Huertas, 2008. Physiological selectivity of insecticides to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Protonectarina sylveirae* (Hymenoptera: Vespidae) in citrus. *Sociobiology*, 51: 765-774.

- Gamboa, G. J.; Wacker, T. L.; Scope, J. A.; Cornell, T. J.; Shellman-Reeve, J. S. 1990. The mechanism of queen regulation of foraging by workers in paper wasps (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera, Vespidae). **Ethology**, (85): 335–343.
- Giannotti, E. 1992. Estudos biológicos e etológicos da vespa social neotropical *Polistes* (*Aphanilopterus*) *lanio lanio* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera, Vespidae). Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brazil.
- Giannotti, E. 1994. Notes on the biology of *Polistes simillimus* Zikán (Hymenoptera:Vespidae). **Bioikos**, 8(1/2):201-206.
- Gobbi, N.1977. Ecologia de *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **Tese (Doutorado)**. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.
- Hoppe, A.; Barcellos, M. D.; Vieira, L. M.; Matos, C. A. 2012. Comportamento do consumidor de produtos orgânicos: Uma aplicação da teoria do comportamento planejado. **Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, 9(2): 174-18.
- Hunt J.H., Brown, P.A., Sago, K.M., Kerker, J.A. 1991. Vespidae wasps eat pollen (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 64(2): 127–130.
- Kardile, S. P.; Gadagkar, R. 2003. Regulation of worker activity in the primitively eusocial wasp *Ropalidia cyathiformis*. **Behaviour**, (140): 1219–1234.
- Michelutti, K.B., Montagna, T.S., Antonialli-Junior, W.F. 2013. Effect of habitat disturbance on colony productivity of the social wasp *Mischocyttarus consimilis* Zikán (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 60: 96-100.
- Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Correa-Ferreira, B. S., Bento, J. M. S. 2002. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole, São Paulo. 609p.
- Prezoto, F., E. Giannotti & V.L.L. Machado. 1994. Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3: 11-19.

- Prezoto, F., Santos-Prezoto, H. H., Machado, V. L.L., Zanuncio, J. C. 2006. Prey Captured and Used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) Nourishment. **Neotropical Entomology**, 35, 707-709.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999a. Ação de *Polistes* (Aphanilopterus) *simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 841-851.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999b. Transferência de colônias de vespas (*Polistes simillimus* Zikán, 1951) (Hymenoptera, Vespidae) para abrigos artificiais e sua manutenção em uma cultura de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Entomologia**, 43: 239-241.
- Rabb, R.L. & Lawson, F.R. 1957. Some factors influencing the predation of *Polistes* wasps on tobacco hornworm. **Journal of Economic Entomology**, 50: 778-784.
- Reeve, H. K.; Gamboa, G. J. 1983. Colony activity integration in primitively eusocial wasps: the role of the queen (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera: Vespidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, (13): 63–74.
- Reeve, H. K.; Gamboa, G. J. 1987. Queen regulation of worker foraging in paper wasp: a social feedback control system (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera: Vespidae). **Behaviour**, (106): 147–167.
- Santos, G. M. M. & Gobbi, N. 1998. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera - Vespidae) in a caatinga area, Bahia State – Brazil. **J Adv Zool**, 19: 63-69.
- Santos, G. M. M.; Marques, O. M. & Carvalho, C. A. L. 1994. Raio de ação de *Polistes canadensis canadensis* (L., 1758) (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3, 20-24.
- Santos, G.M.M., Filho, C.C.B., Resende, J.J., Cruz, J.D. & Marques, O.M. 2007. Diversity and community structures of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 180-185.

- Santos, G.M.M., Cruz, J.D., Marques, O.M & Gobbi, N. 2009. Diversidade de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, 38: 317-320.
- Silva-Pereira ,V. & Santos, G. M. M.2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotrop Entomol** 35: 165-174.
- Strassmann, J. E. & Meyer, D. C. 1983. Gerontocracy in the social wasp, *Polistes exclamans*. **Animal Behaviour** 31: 431–438.
- Sumana, A.; Starks, P. T. 2004. The function of dart behavior in the paper wasp, *Polistes fuscatus*. **Naturwissenschaften**, (91): 220–223.
- Samways, M.J. 2005. **Insect diversity conservation**. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 342p.
- Samways, M.J. 2007. Insect Conservation: A synthetic management approach. **Annual Review of Entomology**, 52: 465- 487.
- Suzuki, T. 1986. Production schedules of males and reproductive females, investments sex ratios, and worker-queen conflict in paper wasps. **Amer. Nat.** 128:366-378.
- Torres V. O., Antonialli-Junior, W.F. & Giannotti, E. 2009a. Division of labor in colonies of the neotropical social wasp *Polistes canadensis canadensis* Linnaeus (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 53(4): 593–599.
- Torres V. O., Antonialli-Junior, W.F. & Giannotti, E. 2013. Temporal Polyethism and Life Expectancy of Workers in the Eusocial Wasp *Polistes canadensis canadensis* Linnaeus (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology** 60(1): 107-113.
- Torres V. O., Montagna, T. S., Bortoluzzi, G., Antonialli-Junior, W.F. 2009b. Aspectos bionômicos da vespa social Neotropical *Polistes canadensis canadensis* (Linnaeus) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 53(1): 134-138.
- West-Eberhard, M. J. 1969. The social biology of Polistine wasps. **Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology**, University of Michigan, 140: 1–100.

Virgínio, F., T.T. Maciel & Barbosa, B.C. 2016. Hábitos de Nidificação de *Polistes canadensis* (Linnaeus) (Hymenoptera: Vespidae) em Área Urbana. **EntomoBrasilis**, 9 (2): 81-83.

Zara, J. F.; Balestieri, J. B. P. 2000. Behavioural catalogue of *Polistes versicolor*. Post emergent colonies (Vespidae: Polistinae). **Naturalia**, São Paulo, 25: 301-319.

Capítulo 5: Análise do forrageio de *Polistes canadensis* (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em colônias transferidas e não transferidas para abrigos artificiais

RESUMO

A dinâmica de forrageio de vespas sociais é regulada pela demanda da colônia e por condições climáticas. O grupo se destaca por estudos que revelaram a ação de predação de Polistinae em diversos grupos de invertebrados, principalmente lagartas, utilizando a proteína animal provinda destas presas na alimentação de suas crias. A principal medida de ataque a lepidópteros é o uso de fitossanitários. A prática que gera inúmeros danos ao meio ambiente é um dos principais redutores de biodiversidade nos ecossistemas associados às áreas de cultivo, levando a eliminação de insetos polinizadores e o desenvolvimento de espécies de pragas resistentes. O manejo integrado de pragas agrícolas (MIP) surge como uma alternativa para a redução do uso de químicos nas lavouras, diminuindo assim o impacto em áreas de agroecossistemas. O objetivo deste estudo foi analisar a atividade de busca por recursos e os materiais forrageados por colônias de *P. canadensis* translocadas e não translocadas. Não houve diferença na resposta às variáveis ambientais entre as colônias transferidas e aquelas não translocadas. A espécie estudada na presente pesquisa demonstrou ter a atividade de forrageamento influenciada pela variação da umidade do ar e por comportamentos agressivos apresentados tanto por rainhas como por operárias. A principal fonte de recurso proteico utilizado na alimentação dos imaturos foi oriunda da predação de lagartas. A análise do forrageio revelou a possibilidade do uso de *P. canadensis* em programas que visem a utilização de processos ecológicos no controle de pragas agrícolas.

Palavras-chave: Manejo de pragas, Controle Biológico, Lepidóptera

INTRODUÇÃO

A dinâmica de forrageio de vespas sociais é regulada pela demanda da colônia e por condições climáticas. Estudos revelaram a influência da temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar sobre a saída de vespas do ninho para o forrageio (Lima & Prezoto 2003; Paula *et al.*, 2003; Elisei *et al.*, 2005; Ribeiro Jr. *et al.*, 2006, Elisei *et al.*, 2013). Outras pesquisas reportaram a influência da agressividade das rainhas no padrão de atividade diária em colônias de vespas sociais (Kardile & Gadagkar, 2003; Sumana & Starks, 2004, De Souza & Prezoto, 2012). No forrageio, as vespas sociais interagem com o ambiente na procura por recursos, que podem ser divididos em alimentos, como néctar (carboidratos) e larvas de artrópodes (proteína animal), e material para construção e manutenção do ninho, como fibras vegetais e água (Sakagami & Fukushima, 1957; Jeanne, 1972; Gobbi & Machado, 1985; Elisei *et al.*, 2010). Na alimentação, os Polistinae utilizam ampla diversidade de recursos presentes no ambiente e por essa característica revelam seu hábito oportunista generalista (Machado *et al.*, 1987). Na busca pela otimização do forrageio, retornam a locais com grande oferta de recursos, obtendo assim uma diminuição no esforço de procura e tempo de forrageio (Richter, 2000).

O comportamento de saída para forrageio é resultado da interação de fatores intrínsecos e extrínsecos à colônia. Assim, a atividade forrageadora pode ser determinada tanto por variáveis ambientais quanto por demandas internas à colônia. Richter (2000), em revisão de estudos sobre os padrões de forrageio de vespa sociais, afirmou que o grande número de pesquisas sobre o comportamento de vespas sociais revela a ampla gama de mecanismos de busca do grupo e demonstra que o ambiente é uma das variáveis que afetam tais mecanismos. Assim, há grandes chances de, em diferentes regiões do globo, vespas sociais da mesma espécie exibirem padrões de forrageio diferentes o que reforça a necessidade de estudos de comportamento para o grupo.

Vários estudos revelaram a ação de predação de vespas sociais em diversos grupos de invertebrados, utilizando a proteína animal provinda destas presas na alimentação de suas crias (Prezoto *et al.*, 1994; Giannotti *et al.*, 1995; Andrade & Prezoto, 2001, Prezoto *et al.*, 2006, Elisei *et al.*, 2010). Campos-Farinha & Pinto (1996), Marques (1996) e Marques *et al.*, (2005), Prezoto *et al.*, (2006) e Santana Junior

et al., (2012) relataram a predação de lagartas por Polistinae, sugerindo o uso do grupo em programas de controle biológico de pragas agrícolas.

Dentre os gêneros de Polistinae, se destaca *Polistes*, sendo este o mais estudado para a aplicabilidade de vespas sociais no controle de pragas em agrossistemas (Butignol, 1992; Prezoto *et al.*, 1994, Giannotti *et al.*, 1995; Prezoto & Machado, 1999a,b; Andrade & Prezoto, 2001, Elisei *et al.*, 2010). Além disso, tem se demonstrado que o gênero é um dos mais resistentes a inseticidas, o que reforça importância do grupo em programas de manejo integrado (Gonring *et al.*, 1999; Gusmão *et al.*, 2000).

A espécie *Polistes canadensis* é uma das mais frequentes e abundantes no ambiente semiárido (Santos *et al.*, 2009, Melo *et al.*, 2015). Santos *et al.*, (1994) estimaram que *P. canadensis* apresenta o raio de ação de 125 metros, sendo que uma colônia pode abranger cerca de 49km² de área de ação. A espécie já foi relatada com nidificações em áreas de cultivo, exibindo características de habituação a ambientes antropizados e possível uso em manejo de pragas (Santos & Gobbi, 1998; Santos *et al.*, 2009).

O manejo integrado de pragas agrícolas (MIP) é uma alternativa para a redução no uso de químicos nas lavouras, diminuindo assim o impacto em áreas que utilizam o modelo de agroecossistemas (Parra *et al.*, 2002, Altieri *et al.*, 2003). No MIP, o uso de inimigos naturais é um das ferramentas mais utilizadas no controle de pragas. Existem inúmeras estratégias utilizadas pelos cientistas se valendo das relações ecológicas de controladores, que podem ser competidores, parasitoides, parasitos e predadores, principalmente atuando sobre desfolhadores, como lagartas (Parra *et al.*, 2002).

A principal medida de ataque aos lepidópteros desfolhadores é o uso de fitossanitários. A prática gera inúmeros danos ao meio ambiente, sendo um dos principais redutores de biodiversidade nos ecossistemas associados às áreas de cultivo, levando a eliminação de insetos polinizadores e o desenvolvimento de espécies resistentes (Kremen, 2004; Zhou, 2008, Freitas *et al.*, 2009). Outro problema que o uso de agrotóxicos causa nas lavouras é promover o surgimento de pragas secundárias, devido a não seletividade de sua ação (Fernandes *et al.*, 2008). Como alternativa ao uso de métodos químicos de controle, a agricultura orgânica ou agroecológica é uma saída

para a sustentabilidade ecológica e manutenção de ambientes naturais (Castro Neto *et al.*, 2010).

Dessa forma, visando a prospecção por inimigos naturais para a utilização em MIP, o objetivo deste estudo foi analisar a atividade de busca por recursos e analisar os materiais forrageados por colônias de *P. canadenses* transferidas para abrigos artificiais e comparar com oforrageio de colônias não transferidas.

HIPÓTESES

- O comportamento de forrageio é influenciado por variáveis ambientais.
- Não há diferença entre o padrão de atividade de colônias transferidas e não transferidas

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na cidade de João Pessoa, estado da Paraíba (Latitude: 07° 06' 54" S; Longitude: 34° 51' 47" W). No período de outubro de 2015 a novembro de 2016 foram realizadas 163 horas de observação da atividade forrageadora de colônias de *P. canadensis*, todas em estágio de pós-emergência, fase de desenvolvimento da colônia no qual já emergiram os primeiros adultos, intensificando assim o forrageio por materiais (Jeanne, 1972). As colônias se encontravam em duas condições de análises, sendo observadas 10 transferidas para abrigos artificiais e 14 não transferidas, ou seja, que estavam residentes em ambientes selecionados pelas fundadoras.

Para os registros dos comportamentos das vespas foram utilizadas observações diretas e filmagens (câmeras Canon SX 30IS e Sony DSC H7) resultando em um total de 163 horas, sendo 71 horas em colônias não transferidas e 92 horas em transferidas. As observações ocorreram no período de fotofase, que se iniciava a partir das 5:00 e se encerrava às 17:30h. Os dados ambientais (temperatura, umidade relativa do ar) foram aferidos através do uso de termohigrometro digital, enquanto a variação da luminosidade foi adquirada junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A). Os números de saídas e retornos assim como as medidas ambientais

foram registrados em período de 30 minutos de observação. Além das variáveis ambientais, também foram analisados os comportamentos agressivos apresentados nas colônias a fim de verificar a influência dos atos sobre o número de saídas para o forrageio. Os comportamentos quantificados foram: Morder, Avançar, Perseguir, Passar por cima, Lutar e Vibração Lateral (West-Eberhard, 1969). Também foi calculado o índice de agressividade individual (IAI) nas colônias em ambas as situações, transferidas e não transferidas, a fim de verificar a influência desses comportamentos sobre o número de saídas. O índice foi obtido através da fórmula:

$$\text{Índice de agressividade individual} = \frac{\text{Número de atos/minuto}}{\text{Número de indivíduos da colônia}}$$

- Identificação dos materiais forrageados.

A identificação dos materiais forrageados pelas forrageiras seguiu a metodologia proposta por Prezoto *et al.*, (1994). Assim, o recurso “proteína” foi identificado como grandes massas redondas compartilhadas com outras operárias na colônia, enquanto “fibra vegetal” foi uma massa pequena, depositada diretamente no ninho seguido pela construção da célula. Os retornos com materiais líquidos também foram qualificados pelo comportamento desenvolvido pela operária ao retornar para o ninho, sendo a “água” depositada em forma de gota na parede da célula; e “carboidratos” quando ocorria trofalaxis entre larvas e/ou adultos. Foi calculado o índice de eficiência no forrageio, adotando a fórmula de Giannotti *et al.*, (1995):

$$\text{Índice de eficiência} = \frac{\text{Número de retornos com materiais} \times 100}{\text{Número de retornos}}$$

- Coleta e identificação das presas forrageadas.

A interceptação das forrageadoras retornando ao ninho com um macerado de presas foi realizada através de rede entomológica, durante os horários de maior atividade (das 10 às 15 horas). As vespas capturadas soltavam as presas forrageadas na malha da rede entomológica, sendo libertadas posteriormente. Uma amostra de 46 macerados foi fixada em álcool 70% em frascos plásticos tipo *ependorf* (5ml) para a

posterior verificação sob estereomicroscópio. Os indivíduos foram identificados até o menor táxon possível utilizando as informações contidas em Treadwell (1996) , e pesados em balança de precisão. Foi calculada a capacidade de carga de *P. canadensis*, utilizando a relação entre o peso médio das massas proteicas coletadas e o peso médio de 10 indivíduos oriundos de 10 diferentes colônias. Para a pesagem, os itens foram secos do álcool no qual estavam imersos, ficando expostos ao ar por 20 minutos.

- Análise dos dados

Os dados de número de saídas, retornos e os tipos de materiais forrageados das colônias transferidas e não transferidas foram submetidos a priori ao teste de normalidade Shapiro Wilks e a posteriori ao teste de Wilcoxon a fim de verificar a possíveis diferenças entre as atividades de forrageio das colônias. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade também foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilks. A partir do resultado do teste de normalidade, foi realizado o teste de correlação de Spearman a fim de verificar a influência das variáveis sobre o número de saídas para o forrageio. Os mesmos testes de normalidade e de correlação foram aplicados sobre os dados de comportamento para analisar a agressividade da colônia na regulação da saída de forrageiras para a busca de recursos. Todas as análises foram realizadas no programa R- v. 3.2.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Influência de variáveis e comportamentos agressivos no padrão de forrageio de *P. canadensis*.

Não houve diferença entre os padrões de forrageio de colônias transferidas para abrigos e aquelas que não foram transferidas, os dois grupos responderam de forma igualitária às variáveis analisadas e com números de forrageio semelhantes ($W = 22$, $p\text{-value} = 0.2041$) (Tabela 1). No entanto, as colônias que não sofreram manejo apresentaram ritmo de atividade superior, exceto o retorno com água que apresentou maior frequência em colônias em abrigos artificiais. A diferença pode ser devido aos estados de desenvolvimento das colônias, sendo que a maioria das colônias observadas sem a transferência já se encontrava bem estabelecida, enquanto que as transferidas se

encontravam ainda em desenvolvimento, apresentando menor número de indivíduos ($W = 515.5$, $p\text{-value} = 0.04196$) (Tabela 1). A dinâmica de forrageio é uma resposta ao ambiente e as necessidades internas da colônia (Richter 2000). Assim, de acordo com a maturação da colônia, aumento do número de imaturos e adultos, aumentam também as necessidades de materiais para sua manutenção (Jeanne, 1972).

Tabela 1: Atividade de forrageio de colônias de *Polistes canadensis* transferidas para abrigos artificiais e não transferidas, em João Pessoa, estado da Paraíba.

	Não transferida		Transferida		Total	
	Total	Média/Hora	Total	Média/Hora	Total	Média/Hora
Saída	236	3.23	197	2.19	433	2.656442
Retorno	259	3.55	209	2.31	479	2.871166
Proteína	76	1.04	36	0.41	112	0.687117
Carboidrato	157	2.15	117	1.30	274	1.680982
Fibra	3	0.04	4	0.04	7	0.042945
Vegetal						
Água	1	0.01	29	0.32	30	0.184049
Sem carga visível	27	0.37	29	0.32	56	0.343558
Número de indivíduos	294	10.88	249	8.58	-----	-----

Devido a não diferenciação nos comportamentos das colônias transferidas e não transferidas, a análise do forrageio foi realizada de forma conjunta, utilizando os dados de ambas as situações. Assim, a atividade de forrageio de *P. canadensis* foi registrada tendo início por volta das 5:00 horas e se estendendo até as 17:00 horas. O horário de atividade foi diferente ao encontrado na literatura para outros Polistinae, que iniciaram a atividade em torno de 6:00, coincidindo com o clareamento do dia nas regiões de estudos (Prezoto *et al.*, 1994; Giannotti *et al.*, 1994; Silva & Noda 2000; Andrade & Prezoto 2001; Elisei *et al.*, 2013). Esse comportamento pode ser resultado da influência do nascer do sol, que acontece antes das 5:00 da manhã no estado da Paraíba. No entanto, a saída para o forrageio não foi influenciado pela variação de luminosidade

durante o dia de atividade ($r_s = 0.051$, $p = 0.1913$) (Figura 1). Em outros estudos realizados com vespas sociais essa variável foi um fator estimulante na atividade diária de busca por recursos (Giannotti *et al.*, 1995; Elisei *et al.*, 2005; Elisei *et al.*, 2013).

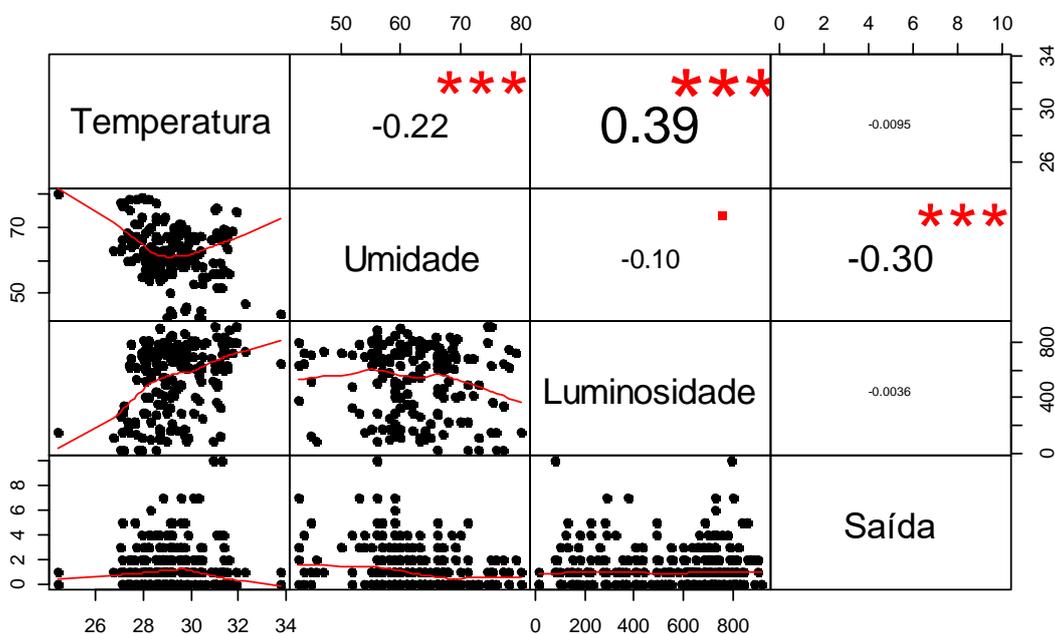


Figura 1: Correlação de Spearman entre o número de saídas para o forrageio de indivíduos de *Polistes canadensis* e as variáveis climáticas, Temperatura, Umidade relativa do ar e Luminosidade. (0= ***; 0.001= ** ; 0.01= *; 0.05= • / O tamanho dos números representa o coeficiente de Spearman)

A temperatura também foi outro fator que não influenciou na atividade de busca por recursos ($r_s = 0.0095$, $p = 0.92$) (Figura 1). Essa variável apresentou correlação com a variação da luminosidade diária, sendo essas as medidas ambientais que menos influenciaram no número de saídas para o forrageio. No entanto, outros estudos revelaram a temperatura como um importante fator de determinação no comportamento de Polistinae, sendo positivamente correlacionada ao número de saídas (Prezoto *et al.*, 1994; Giannotti *et al.*, 1999; Silva & Noda 2000; Andrade & Prezoto 2001; Elisei *et al.*, 2013). Porém, além de se encontrar em uma faixa favorável à atividade das vespas (Jeanne & Morgan, 1992), a variação da temperatura foi muito pequena ao longo do período de observação, com 29.28 ± 1.41 (24.4 - 33.8°C), fato comum nas regiões próximas ao equador. Essa baixa amplitude pode ser a causa da ausência de correlação desse fator ao número de saídas.

Já a umidade relativa do ar apresentou correlação negativa com a atividade de forrageio de *P. canadensis* ($r_s = -0.29$, $p = 0.00001$) (Figura 1). Em outros experimentos, a umidade apresentou a mesma correlação negativa com a busca diária por recursos (Andrade & Prezoto 2001; Resende *et al.*, 2001; Lima & Prezoto 2003; Paula *et al.*, 2003; Elisei *et al.*, 2005; Ribeiro Jr. *et al.*, 2006, Elisei *et al.*, 2013). A queda na umidade está relacionada à diminuição na possibilidade de chuvas, evento que limita a capacidade de voo das vespas, interferindo no comportamento de forrageio (Silva & Noda 2000, Klein *et al.*, 2004).

Os resultados revelaram uma correlação entre os comportamentos agressivos com o número de saídas para forrageio ($R = 0.32$; $p = 0.01$) (Figura 2). Em De Souza e Prezoto (2012a) os autores verificaram que *P. versicolor* apresentou um aumento no número de saídas orientado pelos retornos de operárias com recursos forrageados. Nas observações realizadas no presente estudo, algumas poucas vezes, as vespas saíram para forragear logo após a realização de trofálix com o indivíduo que retornou com recurso. Os autores supracitados também propuseram que a agressividade na colônia também pode ser um fator de estímulo à atividade de busca por recursos.

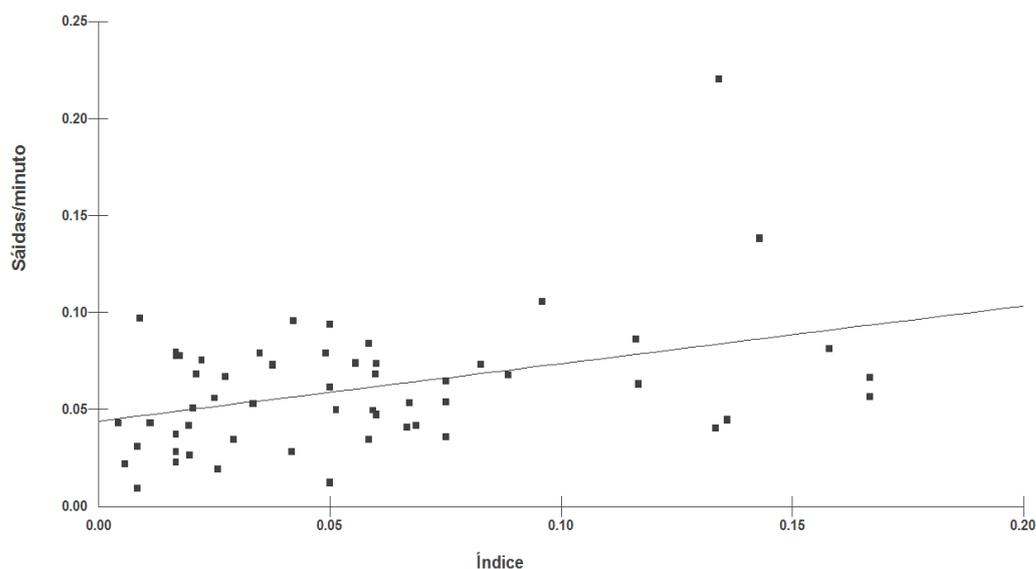


Figura 2: Relação entre o índice de stress e o número de saídas para o forrageio em colônias de *P. canadensis*, observadas em João Pessoa, Paraíba.

O comportamento que mais influenciou a saída foi morder (Figura 3). O ato de morder foi o mais agressivo entre os registrados, sendo talvez aquele que mais explique o comportamento da dominadora sobre seus subordinados. A correlação entre o índice de agressividade individual e a partida para o forrageio corrobora a agressividade como um fator estimulante para *P. canadensis* procurar recursos no ambiente.

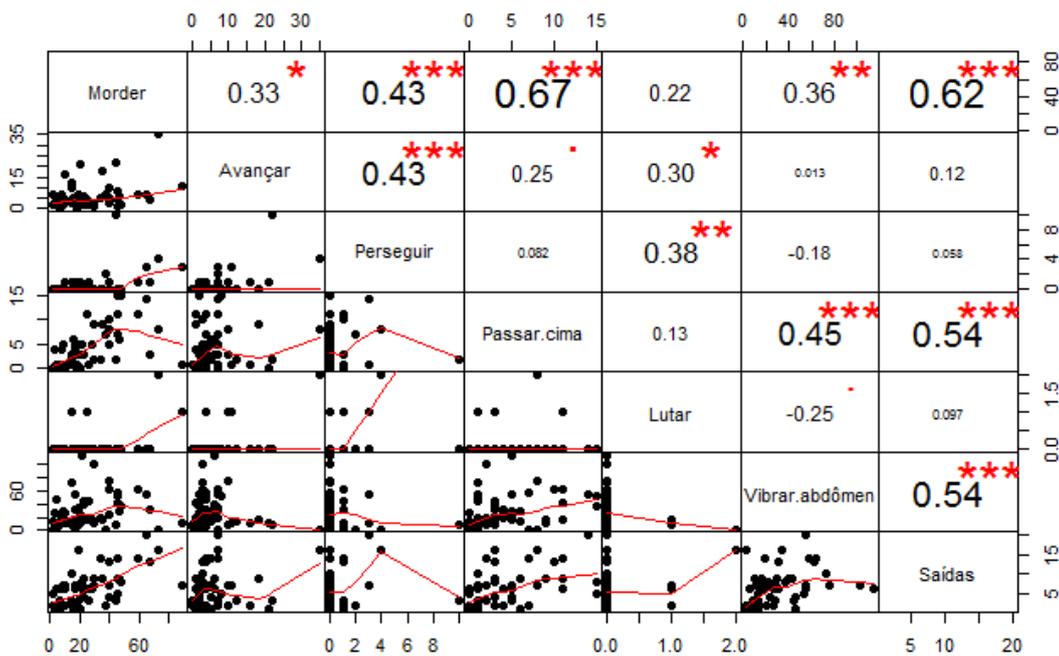


Figura 3: Correlações de Spearman entre os atos comportamentais e o número de saídas registradas para colônias de *P. canadensis* em João Pessoa, estado da Paraíba. (0= ***; 0.001= **; 0.01= *; 0.05= ● / O tamanho dos números representa o coeficiente de Spearman)

- Análise dos recursos forrageados por colônias de *P. canadensis*

Foram registrados 479 retornos, sendo que 57% ocorreram com carboidratos (Tabela 1). Esse alimento é uma fonte de energia para os adultos, sendo uma alternativa em períodos de estiagem para a alimentação dos imaturos (Richter, 2000). Prezoto *et al.*, (1994), para *P. simillimus* (Zikán, 1951), identificaram 28,5% dos retornos das operárias com carboidratos. Já Andrade & Prezoto (2001), em estudo com colônias de *Polistes ferreri* (Saussure, 1853), registraram 54,2% de carboidratos no material

forrageado. Esse material apresenta variação ao longo do ano, sendo o principal nutriente na estação fria e seca (Prezoto & Gobbi, 2003; Elisei *et al.*, 2010).

O segundo item mais forrageado por *P. canadensis* foi proteína, representando 23% dos retornos. Esse recurso foi coletado, em média, $1,35 \pm 1.03$ (1-7) por hora, podendo ser capturadas mais de dez presas em um dia de atividade. Dessa forma, uma única colônia de *P. canadensis* é capaz de forragear mais de 300 presas por mês. Este valor é próximo ao encontrado por Prezoto *et al.*, (1994), que registraram um fluxo de 16,9 presas por dia em *P. simillimus*, espécie citada como agente biológico controlador de populações de herbívoros (Prezoto & Machado, 1999a). A frequência de retornos com proteína foi similar aos registrados para *P. simillimus*, *P. lanio* e *P. versicolor* (respectivamente: Prezoto *et al.*, 1994; Giannotti *et al.*, 1995; Elisei *et al.*, 2010) mesmo o presente estudo sendo feito em área urbana, o que pode representar menor abundância de recursos.

Não foram registrados retornos com presas inteiras, apenas macerados, como registrado por Elisei *et al.*, (2010). Através da análise das massas proteicas capturadas por *P. canadensis* foi possível a identificação de 78% como sendo oriundas da predação de lagartas. As presas identificadas apresentavam características do grupo, como presença de pináculos e anéis esclerotizados, final do abdome recoberto por escamas e o máximo de cinco pares de larvópodes abdominais com a presença de colchetes (ganchos apicais) (Stehr, 1987; Solis, 2006). Assim, os registros do presente estudo colocam *P. canadensis* no grupo de potenciais agentes de controle biológico exercido por vespas sociais, junto com outras espécies já reportadas em vários estudos (Gravena, 1983; Gobbi *et al.*, 1984; Gobbi & Machado, 1985; Gobbi & Machado, 1986; Giannotti *et al.*, 1995; Campos-Farinha & Pinto, 1996; Marques, 1996; Prezoto & Machado, 1999; Prezoto *et al.*, 2006; Elisei *et al.*, 2010; Picanço *et al.*, 2011; Santana Junior *et al.*, 2012, Ward & Ramón-Laca, 2013).

O item fibra vegetal está relacionado com a ampliação e/ou manutenção dos ninhos. No entanto, durante todo o período de observação, foram registrados apenas 2% (n= 7) dos retornos com esse recurso. Em regiões com estações do ano bem definidas, ocorre um aumento na coleta desse material na estação quente/úmida, já que esta favorece a oferta de recursos, o que determina a ampliação da colônia (O'Donnell & Joyce 2001; Elisei *et al.*, 2010). No estudo de Giannotti *et al.*, (1994) com *P. simillimus*,

os autores registraram uma taxa de construção de 7, 5 de células por dia. Gobbi & Zucchi (1985) verificaram uma taxa de 1,4 célula/dia para *P. versicolor*. Já Torres *et al.*,(2009) analisando colônias de *P. canadensis*, registraram uma média de 0,54 célula/dia. Esses dados sugerem que a espécie analisada no presente estudo apresenta uma taxa de crescimento bem mais lenta que outras espécies, o que corrobora a reduzida frequência de coletas de fibras de madeira pelas forrageadoras. Além disso, a espécie apresenta elevada taxa de reutilização de células para o desenvolvimento de imaturos, o que reduz a necessidade de ampliação do ninho (Jeanne, 1979; Santos e Gobbi, 1998; Torres *et al.*, 2009).

A água foi um recurso pouco utilizado pelas colônias, representando 6% do material forrageado. Esse recurso está associado à refrigeração do ninho e é utilizado principalmente em dias de calor intenso (Giannotti *et al.*,1995). Todas as colônias nidificadas fora dos abrigos artificiais se encontravam protegidas do sol, recebendo os raios solares somente pela manhã. Tal hábito também foi reportado por Virgínio *et al.*, (2016) no qual foi registrado um número maior de colônias nidificando em construções humanas, tendo assim proteção à insolação e intempéries. Assim, as colônias não transferidas e protegidas de elevadas temperaturas, tiveram baixa demanda por água quando comparadas às colônias acondicionadas nos abrigos (Não transferidos N= 1; Transferidos N= 29).

O retorno sem carga visível, ou seja, aquele no qual a operária não apresentou nenhum dos comportamentos indicativos de recursos, ocorreram em 12% (N= 56). O retorno sem um material visível pode ser resultado de ambientes desfavoráveis, excesso de agressividade na colônia ou voos exploratórios por indivíduos jovens (Giannotti *et al.*, 1995, Prezoto *et al.*, 2006). Além disso, segundo Zara & Balestieri (2000), as vespas saem do ninho para defecar, o que pode resultar em um número expressivo nos retornos sem material forrageados.

O índice de eficiência de forrageio observado foi de 88.03, similar ao de outras espécies do gênero *Polistes* (Giannotti *et al.*, 1995, Elisei *et al.*, 2010). A eficiência no forrageio está associada à oferta de recursos no ambiente e à habilidade da forrageira em encontra-los (Richter 2000). Assim, mesmo em um ambiente urbano, *P. canadensis* apresentou elevada eficiência na captura de materiais para a manutenção da colônia.

A espécie estudada na presente pesquisa demonstrou ter a atividade de forrageio influenciada pela variação da umidade do ar e pelos comportamentos agressivos expressados na colônia, em particular o comportamento de morder. A análise do material forrageado revelou a possibilidade do uso de *P. canadensis* em programas que visem a aplicação de processos ecológicos no controle de pragas agrícolas. Esse manejo pode ocorrer com a introdução da espécie estudada ou a simples manutenção da população residente nas áreas de plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, A.M., Silva, E.N., C.I Nicholls. 2003. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. 1ª ed. Editora Holos. 226 p.
- Andrade, F. R. & Prezoto, F. 2001. Horários de atividade forrageadora e material coletado por *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae), nas diferentes fases de seu ciclo biológico. **Revta. Bras. Zoociências**, 3(1): 117-128.
- Butignol, C.A. 1992. Observações sobre a bionomia da vespa predadora *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) em Florianópolis/SC. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 19:201-206.
- Campos-Farinha, A.E.C.; Pinto, N.P.O. 1996. Natural enemies of *Chlosyne lacinia saundersii* Doubl. & Hew. (Lepidoptera: Nymphalidae) in the State of São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.165-168.
- Castro Neto, N.; Denuzi, V.S.S.; Rinaldi, R.N. E Staduto, J.A.R. Produção orgânica: uma potencialidade estratégia para a agricultura familiar. 2010. **Revista Percursos**, 2(2), 73-95.
- De Souza, A. R., Prezoto, F. 2012a. Regulation of worker activity in the social wasp *Polistes versicolor*. **Insect. Soc**, 59:193–199.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2013. What is the Ideal Weather for Social Wasp *Polistes versicolor* (Olivier) go to Forage?. **EntomoBrasilis**, 6 (3): 214-216.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2010. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores do eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 45(9): 958-964.
- Elisei, T.; Guimarães, D.L.; Ribeiro Jr., C. & Prezoto, F. 2005. Foraging activity and nesting of swarm-founding wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). **Sociobiology**, 46(2): 317-327.

- Fernandes, M.E.S., F.L. Fernandes, M.C. Picanço, R.B. Queiroz, R.S. Silva & A.A.G. Huertas, 2008. Physiological selectivity of insecticides to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Protonectarina sylveirae* (Hymenoptera: Vespidae) in citrus. *Sociobiology*, 51: 765-774.
- Freitas, B.M.; Imperatriz-Fonseca, V.L.; Medina, L.M.; Kleinert, A.M.P.; Galleto, L.; Natesparra, G. & Quezada-Euán, J.J.G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, 40: 332-346.
- Giannotti, E. 1994. Notes on the biology of *Polistes simillimus* Zikán (Hymenoptera:Vespidae). *Bioikos*, 8(1/2):201-206.
- Giannotti, E., F.; Prezoto & V.L.L. Machado. 1995. Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 24(3): 455-463.
- Gobbi, N. & R. Zucchi. 1985. On the ecology of *Polistes versicolor versicolor* (Olivier) in southern Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistini). II. Colonial productivity. *Naturalia* 10: 21-25.
- Gobbi, N., Machado, V.L.L. & Tavares-Filho, J.A. 1984. Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hym., Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 13: 63-69.
- Gobbi, N.; Machado, V.L.L. 1985. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia* (Myrapetra) paulista Ihering, 1896 (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 14: 189-195.
- Gobbi, N.; Machado, V.L.L. 1986. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia* (Trichothorax) ignobilis (Haliday, 1836) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 15: 117-124.
- Gonring, A. H. R. ; Picanço, M. C. ; Zanuncio, J. C. ; Puiatti, M. ; Semeão, A. A. 2003 Natural biological control and key mortality factors of the Pickleworm, *Diaphania nitidalis* Stoll (Lepidoptera: Pyralidae), in cucumber. **Biological Agriculture And Horticulture**, 20, 365-380.

- Gravena, S. 1983. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842): I Dinâmica populacional e inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 12: 61-71.
- Gusmão, M. R.; Picanço, M.; Gonring, A. H. R.; Moura, M. F. 2000. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35(4): 681-686.
- Gusmão, M.R., Picanço, M.C., Gonring, A.H.R. & Moura, M.F. 2000. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do coffee leafminer do cafeeiro, **Pesq. Agropec. Bras**, 35: 681-686.
- Jeanne, R. L. 1972. Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology** 144: 63-150.
- Jeanne, R. L. 1979. Construction and utilization of multiple combs in *Polistes canadensis* in relation to the biology of a predaceous moth. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 4: 293–310.
- Kardile, S. P.; Gadagkar, R. 2003. Regulation of worker activity in the primitively eusocial wasp *Ropalidia cyathiformis*. **Behaviour**, 140: 1219–1234.
- Klein, A. M., Steffan-Dewenter, I., Tschardt T. 2004. Foraging trip duration and density of megachilid bees, eumenid wasps and pompilid wasps in tropical agroforestry systems. **J Anim Ecol**, 73: 517-525.
- Kremen, C. 2004. **Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits?** P: 115-124. In: Freitas, B. M. & Portela, J.O.B. (Eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária UFC, Fortaleza. 285p.
- Lima, M.A.P. & Prezoto, F. 2003. Foraging activity rhythm in the Neotropical swarm-founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 42(3): 745-752.

- Machado, V. L. L.; Gobbi, N.; Simões, D. 1987. Material capturado e utilizado na alimentação de *Stelopolybia pallipes* (Olivier, 1791) (Hymenoptera – Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 16(1): 73-79.
- Marques, O. M., Carvalho, C. A. L. DE & Costa, J. M. DA. 1993. Levantamento das espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Município de Cruz das Almas- Estado da Bahia. **Insecta** 2(1):1-9.
- Marques, O. M., Carvalho, C., A., L., Santos, G., M., M., & Bichara-Filho, C., C. 2005. Defensive behavior of caterpillars of *Heraclydes anchysiadescapys* (Lepidoptera: Papilionidae) against the social wasp *Polistes versicolor versicolor* (Hymenoptera: Vespidae). **Magistra**, 17(1): 28-32.
- Marques, O.M. 1996. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae): características e importância em agrossistemas. **Insecta**, 5: 13-39.
- Melo, A.M., B.C. Barbosa, M.M. Castro, G.M.M. Santos, F. Prezoto, 2015. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) and new distribution record of *Polybia ruficeps* in an area of Caatinga Biome, northeastern Brazil. **Check List- Online**, 11: 1530.
- O' Donnell, S. & F. J. Joyce. 2001. Seasonality and colony composition in a Montane Tropical eusocial wasp. **Biotropica** 33: 727–732.
- Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Correa-Ferreira, B. S., Bento, J. M. S. 2002. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole, São Paulo. 609p.
- Paula, L.C., Andrade, F.R. & F. Prezoto, 2003. Foraging behavior in the Neotropical swarm-founding wasp *Parachartergus fraternus* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini) during different phases of the biological cycle. **Sociobiology**, 42: 735-744.
- Paula, L.C., Andrade, F.R. & F. Prezoto, 2003. Foraging behavior in the Neotropical swarm-founding wasp *Parachartergus fraternus* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini) during different phases of the biological cycle. **Sociobiology**, 42: 735-744.

- Picanço, M.C., Bacci, L., Queiroz R.B., Silva, G.A., Miranda, M.M.M., Leite, G.L.D., Suinaga, F.A. 2011. Social wasp predators of *Tuta absoluta*. **Sociobiology**, 58: 621-634.
- Prezoto, F., E. Giannotti & V.L.L. Machado. 1994. Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3: 11-19.
- Prezoto, F., N. Gobbi. 2003. Patterns of honey storage in nests of the neotropical paper wasp *Polistes simillimus* Zikan, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 41: 437-442.
- Prezoto, F., Santos-Prezoto, H. H., Machado, V. L.L., Zanuncio, J. C. 2006. Prey Captured and Used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) Nourishment. **Neotropical Entomology**, 35, 707-709.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999a. Ação de *Polistes* (Aphanilopterus) *simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 841-851.
- Rafael, J. A., Melo, G. A. R., Carvalho, C. D., Casari, S. A., & Constantino, R. 2012. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos.
- Resende, J.J., Santos, G.M.M., Bichara Filho, C.C. & Gimenes, M. 2001. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zociências**, 3(1): 105-115.
- Ribeiro Jr., C., Guimarães, D.L., Elisei, T. & Prezoto, F. 2006. Foraging activity rhythm of the neotropical swarm-founding wasp *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 47(1): 115-123.
- Ribeiro Jr., C., Guimarães, D.L., Elisei, T. & Prezoto, F. 2006. Foraging activity rhythm of the neotropical swarm-founding wasp *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 47(1): 115-123.
- Richter, M. R. 2000. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual**

Review of Entomology, 45: 121-150.

Sakagami, S.F.; Fukushima, K. 1957. Reciprocal thieving found in *Polistes jadwigae* (Dalla Torre) (Hym., Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 30: 140-151.

Santana Junior, P.A., Goring, A.H.R., Picanço, M.C., Ramos, R.S., Martins, J.C., Ferreira, D.D. 2012. Natural biological control of *Diaphania spp.* (Lepidoptera: Crambidae) by social wasps. **Sociobiology** 59: 561-571.

Santos, G ,M, M.& Gobbi, N. 1998. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera - Vespidae) in a caatinga area, Bahia State – Brazil. **J Adv Zool**, 19: 63-69.

Santos, G. M. M.; Marques, O. M. & Carvalho, C. A. L. 1994. Raio de ação de *Polistes canadensis canadensis* (L., 1758) (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3, 20-24.

Santos, G. M. M.; Marques, O. M. Carvalho, C. A. L. (1994), Raio de ação de *Polistes canadensis canadensis* (L., 1758) (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3, 20-24.

Santos, G.M.M., Cruz, J.D., Marques, O.M & Gobbi, N. 2009. Diversidade de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, 38: 317-320.

Silva, E.R. & Noda, S.C.M. 2000. Aspectos da atividade forrageadora de *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera, Vespidae): duração das viagens, especialização individual e ritmo de atividade diário e sazonal. **Revista Brasileira de Zoociências**, 2(1): 7-20.

Solis, M. A. 1999. Key to selected Pyraloidea (Lepidoptera) larvae intercepted at U.S. ports of entry: Revision of Pyraloidea in "Keys to Some Frequently Intercepted Lepidopterous Larvae" by D.M. Weisman 1986. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 101(3): 645-686.

Stehr, F.W. 1987. **Order Lepidoptera**. In: STEHR, F.W. (Ed.), Immature Insects. Vol. 1. Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubuque, p. 288–305.

- Sumana, A. & Starks, P. T. 2004. The function of dart behavior in the paper wasp, *Polistes fuscatus*. **Naturwissenschaften**, 91: 220–223.
- Torres V. O., Montagna, T. S., Bortoluzzi, G., Antonialli-Junior, W.F. 2009. Aspectos bionômicos da vespa social Neotropical *Polistes canadensis canadensis* (Linnaeus) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 53(1): 134-138.
- Treadwell, L. 1996. **An introduction to the Identification of Caterpillars Introductory Entomology Lab Handout and Key**. University Maine, Orono, 4pp.
- Virgínio, F., Maciel, T. T. & Barbosa, B. C. 2016. Hábitos de Nidificação de *Polistes canadensis* (Linnaeus) (Hymenoptera: Vespidae) em Área Urbana. **EntomoBrasilis**, 9 (2): 81-83.
- Ward, D. F. & Ramón-Laca, A. 2013. Molecular identification of the prey range of the invasive Asian paper wasp. *Ecology and Evolution*, 3 (13): 4408-4414.
- West-Eberhard, M. J. 1969. The social biology of Polistine wasps. **Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology**, University of Michigan, 140: 1–100.
- Zara, J. F.; Balestieri, J. B. P. 2000. Behavioural catalogue of *Polistes versicolor*. Post emergent colonies (Vespidae: Polistinae). **Naturalia**, São Paulo, 25: 301-319.
- Zhuri, A. 2008. Justiça ambiental, diversidade cultural e accountability: desafios para a governança ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, 23(68): 97-107.

Conclusão (Geral)

- As vespas sociais apresentam reduzida diversidade na floresta de mata seca quando comparada com outros biomas brasileiros. Isso pode ser resultado do clima quente e seco, o que reduz a oferta de substratos para a nidificação e nutrientes no ambiente.

- Alguns grupos de Polistinae apresentam maior resistência a ambientes quentes e secos, como verificado para o gênero *Polybia*. Espécies deste gênero apresentam um envelope protetor no ninho, o que pode favorecer o microclima interno e assim gerando um maior sucesso na sobrevivência no ambiente semiárido.

- Embora possa apresentar uma biodiversidade menor quando comparada a outros biomas, o número de espécies no Semiárido brasileiro pode estar subestimada, uma vez que no presente estudo, mesmo sobre o forte período de seca na qual passa a região, sete novos registros de vespas sociais foram encontrados para a Paraíba.

- *P. canadensis* exibiu boa aceitação ao manejo de suas colônias, não apresentando diferenças comportamentais nas colônias transferidas e não transferidas. Dessa forma, juntamente com a predileção por predação principalmente lagartas, a espécie demonstrou ter potencialidade para a aplicação em sistema de manejo integrado de pragas.

Referências Bibliográficas (Geral)

- Andena, S. R. and Carpenter, J. M. 2014. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro; pp 169-180, in: Bravo, F. and Calor, A. (Eds). Printmídia. **Artrópodes do Semiárido, Biodiversidade e Conservação. Feira de Santana.**
- Andrade, L.A.; Pereira, I. M; Leite, U.T; Barbosa, M.R.V. 2005. Análise da cobertura de duas fisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, 11(3) 253 – 262.
- Aguiar, C. M.L. & Santos, G. M. de M. 2007. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, 36(6):836-842.
- Albuquerque, U. P. & Andrade, L. H. C. 2002. Conhecimento botânico tradicional e conservação da caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 16(3) 273-285.
- Alcoforado-Filho, F. G.; Sampaio, E. V. de B.; Rodal, M. J. N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botânica Brasilica**, 17 (2): 287-302.
- Altieri, A.M., Silva, E.N., C.I Nicholls. 2003. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. 1ª ed. Editora Holos. 226 p.
- Altieri, M.A., A. von Schoonhoven & J. Dolf. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop. Syst. Pans**, 13:195-205.
- Alves, J. M. A, Araújo, N. P., Uchôa, S.C. P., Albuquerque, J. A. A., Silva, A. J., Rodrigues G. S., Oliveira, D.C. S. 2009. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, 3(01): 15-30.

- Andena, S. R. and Carpenter, J. M. 2014. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro; pp 169-180, in: Bravo, F. and Calor, A. (Eds). Printmídia. **Artrópodes do Semiárido, Biodiversidade e Conservação. Feira de Santana.**
- Anderson, C.; Mcshea, D. W. 2001. Individual versus social complexity, with particular reference to ant colonies. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophy Society*, (76): 211–237.
- Andrade, F. R. & Prezoto, F. 2001. Horários de atividade forrageadora e material coletado por *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae), nas diferentes fases de seu ciclo biológico. **Revta. Bras. Zoociências**, 3(1): 117-128.
- Arab, A., Cabrini, I. & Andrade, C.F.S. (2010). Diversity of Polistinae wasps (Hymenoptera, Vespidae) in fragments of Atlantic Rain Forest with different levels of regeneration in southeastern Brazil. **Sociobiology**, 56: 515-525.
- Aragão, M & Andena, S. R. 2016. The social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) of a fragment of Atlantic Forest in southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History**, DOI: 10.1080/00222933.2015.1113317.
- Assis, R. L. de; Romeiro, A. R. 2002. **Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 6: 67-80.
- Auad, A. M.; Carvalho, C. A.; Clemente, M. A. & Prezoto, F. 2010. Diversity of Social Wasps in a Silvipastoral System. **Sociobiology**, 55: 627-636.
- Barbosa, M.R.V.; Lima, I.B.; Lima; J.R.; Cunha, J.P.; Agra, M.F.; Thomas, W.W. 2007. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**; 11(3): 313-322.
- Barbosa, B. C.; Maciel, T. T. ; Detoni, M. ; Prezoto, F. 2016. Studies of social wasp diversity in Brazil: Over 30 years of research, advancements and priorities. **Sociobiology** 63(3): 858-880.
- Beggs, J. 2001. The ecological consequences of social wasps (*Vespula* spp.) invading an ecosystem that has an abundant carbohydrate resource. *Biological Conservation*, 99:17–28.

- Bezerra Neto, F.; Robichaux, R.H. 1996. Spatial arrangement and density effects on an annual cotton/cowpea/maize intercrop. I. Agronomic efficiency. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 31(10): 729-741.
- Bichara-Filho, C. C., Santos, G. M. M., Resende, J. J., Dantas, C. J., Gobbi, N., Machado, V. L. L. 2009. Foraging behavior of the swarm-founding wasp, *Polybia* (*Trichothorax*) *sericea* (Hymenoptera, Vespidae): prey capture and load capacity. **Sociobiology** 53: 61–69.
- Bodenheimer, F.S. 1938. **Problems of animal ecology**. Oxford. Univ. Press, 179p.
- Bragança, M.A.L., Zanuncio, J. C., Picanço, M. C., Laranjeiro, A. J. 1998. Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in Eucalyptus plantations in Brazil. *For. Ecol. Manag.* 103: 287- 292.
- Brandão, C.R.F.; E.M. Canello, & C.I. Yamamoto. 2000. **Avaliação do estado atual do conhecimento sobre a diversidade biológica de invertebrados terrestres no Brasil**. In: Lewinsohn, T. (Ed.). Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. MMA- GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Lei Federal no 10.831 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 dez 2003. Seção 1, p.11
- Brasil. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2014.
- Brugger, B.P., L.S.S. Araújo, A.R. de Souza & F. Prezoto, 2011. Social wasps *Synoeca cyanea* damaging *Psidium* sp. (Myrtaceae) fruits in Minas Gerais state, Brazil. **Sociobiology**, 57: 533-535.
- Boiça Junior, A. L. Jesus, F.G. de; Janini, J.C.; Silva, A.G. da; Alves, G.C.S. 2012. Resistência de variedades de algodão ao curuquerê do algodoeiro *Alabama argilacea* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Cere**,59: 48-55.

- Bonfim, M.G.C.P & Antonialli Junior, W.F. (2012). Community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Riparian Forest in Batayporã, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Sociobiology**, 59: 755-765.
- Borguini, R. G. & Torres, E.A. F. S.2006. Alimentos Orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 13(2): 64-75.
- Butignol, C.A. 1992. Observações sobre a bionomia da vespa predadora *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) em Florianópolis/SC. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 19:201-206.
- Campos-Farinha, A.E.C.; Pinto, N.P.O. 1996.Natural enemies of *Chlosyne lacinia saundersii* Doubl. & Hew. (Lepidoptera: Nymphalidae) in the State of São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.165-168.
- Carpenter, J. M. 1982. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, 7:11-38.
- Carpenter, J.M. & Marques, O.M. 2001. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. Publicações digitais, 2. Universidade Federal da Bahia.
- Carpenter, J. M. 2004. Synonymy of the Genus Marimbonda Richards, 1978, with Leipomeles Mobius, 1856 (Hymenoptera:Vespidae:Polistinae), and a New Key to the Genera of Paper Wasps of the New World. **American Museum Novitates**, 16: 16.
- Castro Neto, N.; Denuzi, V.S.S.; Rinaldi, R.N. E Staduto, J.A.R. Produção orgânica: uma potencialidade estratégia para a agricultura familiar. 2010. **Revista Percursos**, 2(2), 73-95.
- Cavalcanti, C. 2004. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. **Ambiente & Sociedade**, 7(1): 149-156.

- Clemente, M.A. 2009. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) do Parque Estadual do Ibitipoca-MG: estrutura, composição e visitação floral.** MSc. Dissertation. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. 79 pp
- Clemente, M. A., Lange, D., Dáttilo, W., Del-Claro, K., Prezoto, F. 2013. Social wasp-flower visiting guild interactions in less structurally complex habitats are more susceptible to local extinction. **Sociobiology**, 337-344
- Collin, R. Ontogenetic changes in subtle skeletal asymmetries during development of the sand dollar *Dendraster excentricus*. **Evolution**, 51(3): 999-1005, 1997
- Collignon, B., Deneubourg J.L., Detrain C. 2012. Leader-based and self-organized communication: modeling group-mass recruitment in ants. **J. Theor. Biol.** 313: 79-86.
- Couvillon, M.J. 2012. The dance legacy of Karl von Frisch. **Insectes Sociaux**, 59: 297–306.
- Cornell, J. C., Stamp, N. E., & Bowers, M. D. 1987. Developmental change in aggregation, defense and escape behavior of buckmoth caterpillars, *Hemileuca lucina* (Saturniidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 20(6), 383-388.
- Costa, T. C. C.; Oliveira, M. A. J.; Accioly, L. J. O.; Silva, F. H. B. B. 2009. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13: 961-974.
- Cruz, I.; Figueiredo, M. L. C.; Matoso, M. J. 1999. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. **Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica**, 30: 40.
- Dejean, A., Cordoba, B., Carpenter, J. M. 1998. Nesting site selection by wasp in the Guianese rain forest. **Insectes Soc**, 45: 33-41.
- Dejean. A., Céréghino, R., Carpenter J.M., Corbara, B., Hérault, B. 2011. Climate Change Impact on Neotropical Social Wasps. **PLoS ONE**, 6(11): e27004.

- De Souza, A. R., Rocha, J. V. A., Rodrigues, I. L., Prezoto, F. 2010. Dominance interactions among females of the neotropical eusocial wasp *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, (55): 547- 555.
- De Souza, A. R., Figueiredo, B. B. M., Ribeiro, B., Pinheiro, R., Justino, L., Castro, M. Monteiro, Prezoto, F. .2011. The Performance of Dominance Indices for Constructing Dominance Hierarchies in *Mischocyttarus* and *Polistes* Wasps (Hymenoptera, Vespidae). *Florida Entomologist*, 94(4):869-873.
- De Souza, A. R., Prezoto, F. 2012a. Regulation of worker activity in the social wasp *Polistes versicolor*. **Insect. Soc**, 59:193–199.
- De Souza, A. R., Prezoto, F. 2012b. Aggressive interactions for a decentralized regulation of foraging activity in the social wasp *Polistes versicolor*. **Insect. Soc.** (2012) 59:463–467
- Diniz, I.R. & K. Kitayama. 1994. Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brasil (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of Hymenoptera Research**, 3: 133-143.
- Diniz, I. R. & Morais, H. C. 1997. Lepidopteran Caterpillar fauna of cerrado host plants. **Biodiversity and Conservation** 6, 817-36
- Diniz, I.R. & K. Kitayama. 1998. Seasonality of vespidae species (Hymenoptera: Vespidae) in a central Brazilian cerrado. *Rev. Biol. Trop.* 46: 109-114.
- Ducke, A. 1907. Connaissance de la faune Hyménoptérologique du nord-est du Brésil. **Revue D'entomologique**, 23: 73–96.
- Elisei, T.; Guimarães, D.L.; Ribeiro Jr., C. & Prezoto, F. 2005. Foraging activity and nesting of swarm-founding wasp *Synoecca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). **Sociobiology**, 46(2): 317-327.
- Elisei, T.; Daniela, L.G.; Cleber, R.J.; André, C.M.; Danielle, J.G.; Juliane, F.S.L.; Prezoto, F. 2008. Influence of Environmental Factors on the Foraging Activity of the Paper Wasp *Polistes simillimus* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 51(1): 219-230.

- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2010. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores do eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 45(9): 958-964.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2012. Management of Social Wasp Colonies in Eucalyptus Plantations (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, 59(4): 1167-1174.
- Elisei T., Nunes J.V., Ribeiro Junior C., Fernandes Junior A.J. & Prezoto F. 2013. What is the Ideal Weather for Social Wasp *Polistes versicolor* (Olivier) go to Forage?. **EntomoBrasilis**, 6 (3): 214-216.
- Elisei T., Albuquerque, F. A., Andena, S. R., Martins, C. F. 2015. New records of social wasps in the state of Paraíba, Brazil. **Check List**, 11(2): 1600.
- Elpino-Campos, A., Del-Claro, K. & Prezoto, F. 2007. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 685-692.
- Fernandes, F.L., E.C. Mantovani, H. Bonfim Neto & V.V. Nunes 2009. Efeitos de variáveis ambientais, irrigação e vespas predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no cafeeiro. **Neotropical Entomology** 38: 410-417.
- Fernandes, M.E.S., F.L. Fernandes, M.C. Picanço, R.B. Queiroz, R.S. Silva & A.A.G. Huertas, 2008. Physiological selectivity of insecticides to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Protonectarina sylveirae* (Hymenoptera: Vespidae) in citrus. **Sociobiology**, 51: 765-774.
- Freitas, B.M.; Imperatriz-Fonseca, V.L.; Medina, L.M.; Kleinert, A.M.P.; Galleto, L.; Natesparra, G. & Quezada-Euán, J.J.G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, 40: 332-346.
- Freitas, J. L.; Pires, E. P.; Oliveira, T. T. C.; Santos, N. L.; Souza, M. M. 2015. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) no Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, 7 (3), 67-77.

- Furtado, G. de F., Souza, A. dos S., Sousa Júnior, J. R. de, Sousa, J.s R. M. de, Lacerda, R. R. de A., & Silva, S. S. 2014. Rendimento e correlações da mamoneira consorciada com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18(9), 892-898
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira-Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E. Berti-Filho, J.R.P. Parra, S.B. Alves, J.D. Vendramin, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes, C. Omoto. 2002. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba, Fealq, 649p.
- Gamboa, G. J.; Wacker, T. L.; Scope, J. A.; Cornell, T. J.; Shellman-Reeve, J. S. 1990. The mechanism of queen regulation of foraging by workers in paper wasps (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera, Vespidae). **Ethology**, (85): 335–343.
- Giannotti, E. 1992. Estudos biológicos e etológicos da vespa social neotropical *Polistes* (*Aphanilopterus*) *lanio lanio* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera, Vespidae). Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brazil.
- Giannotti, E. & Mansur, C.B. 1993. Dispersion and foundation of new colonies in *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **An. Soc. Ent. Brasil** 22(2): 307-316.
- Giannotti, E. 1994. Notes on the biology of *Polistes simillimus* Zikán (Hymenoptera:Vespidae). **Bioikos**, 8(1/2):201-206.
- Giannotti, E., F.; Prezoto & V.L.L. Machado. 1995. Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 24(3): 455-463.
- Gibo, D.L., Dew, H.E., Hajduk A.S. 1974. Thermoregulation in colonies of *Vespula arenaria* and *Vespula maculata* (Hymenoptera: Vespidae). II. The relation between colony biomass and calorie production. **Can. Entomol.** 106: 873–879.
- Guénard, B., Weiser, D.M., Dunn, R.R. 2012. Global models of ant diversity suggest regions where new discoveries are most likely are under disproportionate deforestation threat. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 19: 7368–7373.

- Gobbi, N.1977. Ecologia de *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **Tese (Doutorado)**. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.
- Gobbi, N., Machado, V.L.L. & Tavares-Filho, J.A. 1984. Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hym., Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 13: 63-69.
- Gobbi, N.; Machado, V.L.L. 1985. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia* (Myrapetra) paulista Ihering, 1896 (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 14: 189-195.
- Gobbi, N.; Machado, V.L.L. 1986. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia* (Trichothorax) ignobilis (Haliday, 1836) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 15: 117-124.
- Gobbi, N. & R. Zucchi. 1985. On the ecology of *Polistes versicolor versicolor* (Olivier) in southern Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistini). II. Colonial productivity. **Naturalia** 10: 21-25.
- Gobbi, N.; Noll, F. B.; Penna, M. A. H. 2006. “Winter” aggregations, colony cycle, and seasonal phenotypic change in the paper wasp *Polistes versicolor* in subtropical Brazil. **Naturwissenschaften**, 93 (10): 487- 94.
- Gobbi, N.; Govone, J. S.; Pinto, N. P. O.; Prezoto, F. 2009. Produtividade em colônias de *Polistes* (Ap hanilopterus) *versicolor* Olivier, 1791 (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Zootecias**, 11 (3) 191-199.
- Gomez, S. A., Moscardi, F., Sosa-Gómez, D. R. 1999. Suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* a isolados geográficos de um vírus de poliedrose nuclear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34(9), 1539-1544.
- Gomes, B. & Noll, F.B. 2009. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: 428-431.
- Gonring, A. H. R. ; Picanço, M. C. ; Zanuncio, J. C. ; Puiatti, M. ; Semeão, A. A. 2003 Natural biological control and key mortality factors of the Pickleworm, *Diaphania*

nitidalis Stoll (Lepidoptera: Pyralidae), in cucumber. **Biological Agriculture And Horticulture**, 20, 365-380.

Grandinete, Y.C. & Noll, F.B.2013. Checklist of social (Polistinae) and solitary (Eumeninae) wasps from a fragment of Cerrado “Campo Sujo” in the State of Mato Grosso do Sul. **Sociobiology**, 60: 101-106.

Gravena, S. 1983. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842): I Dinâmica populacional e inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 12: 61-71.

Gravena, S. 1992. Controle biológico no Manejo Integrado de Pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 27: 281-299.

Grazinoli, D. J., De Souza, A. R., Prezoto, F. 2010. Dominance hierarchy and division of work in colonies of *Polistes simillimus* (Hymenoptera, Vespidae) **Sociobiology**, 56(2): 507-514.

Greene A. 1991. *Dolichovespula* and *Vespula*. In: **The Social Biology of Wasps** (Ross K.G. and Mathews R.W., Eds). Comstock Publishing Associates, Ithaca, NY. pp 263–305.

Gusmão, M. R.; Picanço, M.; Gonring, A. H. R.; Moura, M. F. 2000. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35(4): 681-686.

Hauff, S. N. 2010. **Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga**, IN: Sustentabilidade e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, PNUD, 54p.

Hamilton, W. D. 1964a. Genetical Evolution Of Social Behaviour I. **Journal of Theoretical Biology** 7, 1-&.

Hamilton, W. D. 1964b. Genetical Evolution Of Social Behaviour 2. **Journal of Theoretical Biology** 7, 17-&.

- Henriques, R. P. B., Diniz, I. R., Kitayama, K. 1992. Nest density of some social wasp species in cerrado vegetation of Central Brazil (Hymenoptera: Vespidae). **Entomol Gener**, 17: 265-268.
- Hermes, M. G.; Kohler, A. 2006. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira De Entomologia**, 50:2.
- Hofling, J. C. & Miranda, I. C. 1987. Novos dados sobre a ação predatória de *Polybia ignobilis* (Haliday, 1836) (Hymenoptera Vespidae). **Bioikos**, 1: 51–53
- Holanda Júnior, E.V. 2006. Sistemas de produção de pequenos ruminantes no semiárido do Nordeste brasileiro. **Embrapa Caprinos**, 49p.
- Hoppe, A.; Barcellos, M. D.; Vieira, L. M.; Matos, C. A. 2012. Comportamento do consumidor de produtos orgânicos: Uma aplicação da teoria do comportamento planejado. **Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, 9(2): 174-18.
- Hunt J.H., Brown, P.A., Sago, K.M., Kerker, J.A. 1991. Vespidae wasps eat pollen (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 64(2): 127–130.
- Hunt, J. H.; Brodie, R. J.; Carithers, T. P.; Goldstein, P. Z.; Janzen, D. H. 1999. Dry season migration by Costa Rican lowland paper wasps to high elevation cold dormancy sites. **Biotropica**, 3: 192-196.
- Ihering, H. von, 1896. E'état das guêpes sociales du Brésil. **Bulletin de la Société zoologique de France**, 21: 159-162.
- Ishay, J. S., Barenholz-Paniry, V. 1995. Thermoelectric effect in hornet (*Vespa orientalis*) silk and thermoregulation in a hornet's nest. **Journal of insect physiology**, 41(9), 753-759.
- Jacques, G.C., Souza, M.M., Coelho, H.J., Vicente, L.O., Silveira, L.C.P. 2015. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an Agricultural Environment in Bambuí, Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, 62(3): 439-445.

- Jacques, G.C., Castro, A.A., Souza, G.K., Silva-Filho, R., Souza, M.M. & Zanuncio, J.C. 2012. Diversity of social wasps in the Campus of the “Universidade Federal de Viçosa” in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, 59: 1053-1062.
- Jeanne, R. L. 1972. Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, 144: 63-150.
- Jeanne, R. L. 1979. Construction and utilization of multiple combs in *Polistes canadensis* in relation to the biology of a predaceous moth. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 4: 293–310.
- Jeanne, R. L. 1991. The swarm-founding Polistinae. In: Ross, K. G., Matthews, R. W. (eds.). **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Cornell University Press, p. 191-231.
- Jha, S.; Casey-Ford, R.; Pedersen, J. S.; Platt, T. G.; Cervo, R.; Queller, D. C.; Strassmann, J. 2006. The queen is not a pacemaker in the small-colony wasps *Polistes instabilis* and *P. dominulus*. **Animal Behaviour**, (71): 1197–1203.
- Karel, A.K. 1993. Effects of intercropping with maize on the incidence and damage caused by pod borers common beans. **Environmental Entomology**, 22(5): 1076-1083.
- Kardile, S. P.; Gadagkar, R. 2003. Regulation of worker activity in the primitively eusocial wasp *Ropalidia cyathiformis*. **Behaviour**, (140): 1219–1234,
- Kowalczyk, J. K., Watala, C. 1989. Content of Some Heavy Metal Ions in Various Developmental Stages of the Social Wasp *Dolichovespula Saxonica* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 43(3):415-420.
- Kremen, C. 2004. **Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits?** P: 115-124. In: Freitas, B. M. & Portela, J.O.B. (Eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária UFC, . 285p.

- Latham, R. E., and R. E. Ricklefs. 1993. Global patterns of tree species richness in moist forests: energy-diversity theory does not account for variation in species richness, **Oikos** 67: 325-333.
- Landolt, P.J; Heath, R.R; Reed, H.C.; Manning K. 1995. Pheromonal Mediation of alarm in the eastern yellwacket (hymenoptera:Vespidae). **Florida Entomologist**, 78(1)101-108.
- Lawson, F.R.; Rabb, R.L.; Guthrie, F.E. & Bowery, T.G. 1961. Studies of an integrated control system for hornworms on tobacco. **Journal of Economic Entomology**, 54:93-97.
- Lawton, J. H., Bignell, D. E., Bolton, B., Bloemers, G. F., Eggleton, P., Hammond, P. M., & Stork, N. E. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature**, 391(6662), 72-76.
- Leal, I.R., M. Tabarelli & J.M.C. Silva. 2003. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco.
- Lewinsohn, T. (Ed.). 2000. **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. MMA- GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP. 520p.
- Lewinsohn, T. M.; Prado, P. I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, 1: 36-42.
- Lima, M.A.P., Lima, J.R. & Prezoto, F. 2000. Levantamento dos gêneros de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae), flutuação das colônias e hábitos de nidificação no campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Rev. Bras. Zoociências** 2: 69-80.
- Lima, M.A.P. & Prezoto, F. 2003. Foraging activity rhythm in the Neotropical swarm-founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 42(3): 745-752.
- Lima, A. C. O. 2008. **Sobre a diversidade das vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em fragmentos florestais remanescentes do noroeste e do nordeste do estado de São Paulo, e o seu possível uso como indicadores de conservação da biodiversidade**, M.S. THESIS, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil.

- Lima, A. C. O., Castilho-Noll, M. S. M., Gomes B., Noll F. B. 2010. Social wasp diversity (Vespidae, Polistinae) in a forest fragment in the northeast of São Paulo state sampled with different methodologies, **Sociobiology**, 55(2) 613– 626.
- Locher, G.A., Togni, O.C., Silveira, O.T. & Giannotti, E. 2014. The social wasp fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 61: 225-233.
- Lolato, A., Moraes, J. C. 1997. Ocorrência da “lagarta minadora das folhas de citros” *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracilariidae) em Lavras, sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, 21(4): 521-522.
- Lopes, J.F.B; Andrade E.M.; Lobato, F.A.O.; Palácios, H.A.Q.; Arraes F.D.D. 2009. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**; 3(2): 72-79.
- Magalhães, I. D., S., C. S., Costa, F. E., Almeida, A.E. S., Oliveira, A. B., Vale, L.S. 2013. Viabilidade do consórcio mamona-gergelim para a agricultura familiar no semiárido paraibano: Influência de diferentes épocas de plantio, **Rev. Bras. de Agroecologia**, 8(1): 57- 65.
- Machado, V.L.L. 1984. Análise populacional de colônias de *Polybia (Myrapetra) paulista* (Ihering 1896) (Hymenoptera, Vespidae). **Rev Bras Zool** 2:187-201
- Machado, V. L. L.; Gobbi, N.; Simões, D. 1987. Material capturado e utilizado na alimentação de *Stelopolybia pallipes* (Olivier, 1791) (Hymenoptera – Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 16(1): 73-79.
- Mendes, B. V. 1997. Importância social, econômica e ecológica da caatinga. **Simpósio brasileiro sobre o meio ambiente e desenvolvimento sustentável do semi-árido**, 1, 26-35.
- Moeskopsa, B. *et al.*, 2010. Soil microbial communities and activities under intensive organic and conventional vegetable farming in West Java, Indonesia. **Applied Soil Ecology**, 45(2) 112-120.
- Moreira, J.N., Lira, M.A., Santos, M.V.F, Ferreira, M. de A.; Araújo, G.G. L. de;

- Ferreira, R. L. C., Silva, G. C. 2006. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41(11), 1643-1651.
- Marengo, J. R. 2006. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI. Brasília: **MMA**, 212 p.
- Marengo, J.A.; Nobre, C A.; Salti, E. 2007. Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Em **MMA - Mudanças climáticas globais e efeitos sobre a biodiversidade** – MMA-Brasília.
- Marques, O. M., Carvalho, C. A. L. DE & Costa, J. M. DA. 1993. Levantamento das espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Município de Cruz das Almas- Estado da Bahia. **Insecta** 2(1):1-9
- Marques, O.M. 1996. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae): características e importância em agrossistemas. **Insecta**, 5: 13-39.
- Marques, O. M., Carvalho, C., A., L., Santos, G., M., M., & Bichara-Filho, C., C. 2005. Defensive behavior of caterpillars of *Heraclides anchysiadescapys*(Lepidoptera: Papilionidae) against the social wasp *Polistes versicolor versicolor*(Hymenoptera: Vespidae). **Magistra**, 17(1): 28-32.
- Mechi, M. R. 1996. **Levantamento da fauna de vespas Aculeata na vegetação de duas áreas de cerrado**, Ph.D. THESIS, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brazil.
- Mechi, M. R. 2005. Comunidade de vespas Aculeata (Hymenoptera) e suas fontes florais, In: **O Cerrado Pé-de-Gigante: Ecologia e Conservação**—Parque Estadual de Vassununga, V. R. Pivello and E. M. Varanda, Eds., pp. 256–265, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, Brazil.

- Mello, M. A.R., Santos, G. M. de M., Mechi, M.R., Hermes, M.G. 2011. High generalization in flower-visiting networks of social wasps, **Acta Oecologica** 37: 37-42.
- Melo, A.M., B.C. Barbosa, M.M. Castro, G.M.M. Santos, F. Prezoto, 2015. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) and new distribution record of *Polybia ruficeps* in an area of Caatinga Biome, northeastern Brazil. **Check List- Online**, 11: 1530.
- Michelutti, K.B., Montagna, T.S., Antonialli-Junior, W.F. 2013. Effect of habitat disturbance on colony productivity of the social wasp *Mischocyttarus consimilis* Zikán (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 60: 96-100.
- Morimoto, R. 1960a. Polistes wasps as natural enemies of agricultural and forest pests. I. Studies on the social Hymenoptera of Japan. **X Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ.** 18: 109-116.
- Morimoto, R. 1960b. Polistes wasps as natural enemies of agricultural and forest pests. II. Studies on the social Hymenoptera of Japan. **XI Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ.** 18: 117-132.
- Morimoto, R. 1961. Polistes wasps as natural enemies of agricultural and forest pests. III. Studies on the social Hymenoptera of Japan. **XII Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ.** 18: 243-252.
- Moro, M.F.; Nic Lughadha E.; Filer D.L.; Araújo F.S. & Martins F.R. 2014. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa** 160: 1-118.
- Nadia, T. L., Machado, I. C. Lopes, A. V. 2007a. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasil. Bot.**, 30(1): 89-100.
- Nadia, T. L., Machado, I. C., Lopes, A. V. 2007b. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e

- de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta bot. bras.** 21(4): 835-845.
- Nadia, T. L., Machado, I. C., Lopes, A. V. 2007c. Partilha de Polinizadores e Sucesso Reprodutivo de *Spondias tuberosa* e *Ziziphus joazeiro*, Espécies Endêmicas da Caatinga. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 357-359.
- Nascimento, L. M.; Rodal, M. J. N. 2002. Levantamento florístico da floresta serrana da Reserva Biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, 16(4): 481-500.
- Nascimento, F. S., I. C. Tannure-Nascimento & S. Mateus. 2008. **Vespas Sociais Neotropicais: padrões comportamentais, regulação social e arquitetura de ninho**, p. 47–67. In: E. F Vilela, I. A. dos Santos, J. H. Schoereder, J. E. Serrão, L. A. de O. Campos & J. Lino-Neto (Eds). Insetos sociais: da biologia à aplicação. Viçosa, Editora UFV, 442 p.
- Nascimento, S.S.; Alves, J.J.A. 2008. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, 2 (3): 28-41.
- Noll, F. B., Gomes, B. 2009. An improved bait method for collecting Hymenoptera, especially social wasps (Vespidae, Polistinae). **Neotropical Entomology**, 38,477-481.
- O'Donnell S. 1995. Necrophagy by Neotropical swarm-founding wasps (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Biotropica**, 27:133–136.
- O' Donnell. 2001. Worker biting interactions and task performance in a swarm-founding eusocial wasp (*Polybia occidentalis*, Hymenoptera: Vespidae). **Behavioral Ecology**, 12(3): 353–359.
- O' Donnell, S. & F. J. Joyce. 2001. Seasonality and colony composition in a Montane Tropical eusocial wasp. **Biotropica**, 33: 727–732.
- O'Donnell, S., Hunt, J. H. 2013. Group hunting by workers of two Neotropical swarm-founding paper wasps, *Parachartergus apicalis* and *Agelaia sp.* **Insectes Sociaux**, 60: 369–372.

- Oliveira, S. A., Lopes, J. F. S., Prezoto, F. 2006. Dominance hierarchy in different stages of development in colonies of the neotropical eusocial paper wasp *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 48(2): 515-526.
- Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Correa-Ferreira, B. S., Bento, J. M. S. 2002. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole, São Paulo. 609p.
- Paula, L.C., Andrade, F.R. & F. Prezoto, 2003. Foraging behavior in the Neotropical swarm-founding wasp *Parachartergus fraternus* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini) during different phases of the biological cycle. **Sociobiology**, 42: 735-744.
- Pedigo, L. P. 1999. **Entomology and pest management**. 3. ed. Englewood: Prentice Hall. 691 p.
- Pereira, I. M., Andrade, L. A., Costa J. R. M., Dias J. 2001. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, Agreste Paraibano. **Acta Botanica. Bras**, 15(3) 413-425.
- Pereira Filho, J. M. , Silva, A. M. de A. , Cézar, M. F. 2013. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 4: 77-90.
- Picanço, M.C., Oliveira, I.R., Rosado, J.F., Silva, F.M., Gontijo, P. C., Silva, R.S. 2010. Natural biological control of *Ascia monuste* by the social wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, 56 (1): 67-76.
- Picanço, M.C., Bacci, L., Queiroz R.B., Silva, G.A., Miranda, M.M.M., Leite, G.L.D., Suinaga, F.A. 2011. Social wasp predators of *Tuta absoluta*. **Sociobiology**, 58: 621-634.
- Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D. & Bandeira, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in Brazilian Cerrado. **Austral Ecology**, 27, 132-36.
- Post, D. C.; R. L. Jeanne & E. R. Erickson Jr. 1988. **Variation in behavior among workers of the primitively social wasp *Polistes fuscatus variatus***, p. 283-321. In: R. L. Jeanne (ed.). Interindividual behavioral variability in social insects. Boulder,

Westview Press, 456 p.

- Prado, D. E. 2003. As Caatingas da América do Sul. In.: Leal, I. R. & Tabarelli, M.(Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária: UFPE.
- Prezoto, F. & Clemente, M. A. 2010. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *MG Biota* 3(4) 22-32
- Prezoto, F., Santos-Prezoto, H. H., Machado, V. L.L., Zanuncio, J. C. 2006. Prey Captured and Used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera: Vespidae) Nourishment. **Neotropical Entomology**, 35, 707-709.
- Prezoto, F., Vilela, A.P.P., Lima, M.A.P., D'Ávila, S., Sinzato, D.M.S., Andrade, F.R., Santos-Prezoto, H.H. & Giannotti, E. 2004. Dominance hierarchy in different stages of development in colonies of the primitively eusocial wasp *Mischocyttarus cassununga* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology** 44: 379–390.
- Prezoto, F., N. Gobbi. 2003. Patterns of honey storage in nests of the neotropical paper wasp *Polistes simillimus* Zikan, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, 41: 437-442.
- Prezoto, F., E. Giannotti & V.L.L. Machado. 1994. Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3: 11-19.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999a. Ação de *Polistes* (Aphanilopterus) *simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16: 841-851.
- Prezoto, F.; Machado, V.L.L. 1999b. Transferência de colônias de vespas (*Polistes simillimus* Zikán, 1951) (Hymenoptera, Vespidae) para abrigos artificiais e sua manutenção em uma cultura de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Entomologia**, 43: 239-241.
- Quirino, Z. G. M., & Machado, I. C. 2001. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). **Revista brasileira de Botânica**, 24, 181-193.

- Quirino, E. S., & Soares, J. J. 2001. Efeito do ataque de *Alabama argilacea* no crescimento vegetativo e sua relação com a fenologia do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36(8): 1005-1010.
- Rabb, R.L. & Lawson, F.R. 1957. Some factors influencing the predation of *Polistes* wasps on tobacco hornworm. **Journal of Economic Entomology**, 50: 778-784.
- Ramalho, F. de S., Azeredo, T. L., Fernandes, F. S., Nascimento Júnior, J. L., Malaquias, J. B., Nascimento, A. R. B., Silva, C. A. D. da, Zanuncio, J. C. 2011. Food intake and utilization of *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on cotton cultivars with colored fibers. **Journal of Pest Science**, 84: 199-205.
- Ratnieks F. L. W., Wenseleers T. 2008 Altruism in insect societies and beyond: voluntary or enforced? **Trends in Ecology & Evolution**, 23: 45–52.
- Raw, A. 1992. The forest: savanna margin and habitat selection by Brazilian social wasps (Hymenoptera, Vespidae). In: Furley, P. A., Ratter, J. A. & Proctor, J. eds. **The nature and Dynamics of the Forest-Savanna Boundary**. London, Chapman & Hall.499-511.
- Raw, A.1998. Social wasps (Hymenoptera, Vespidae) of the Ilha de Maracá. In: Milliken, W. & Ratter, J. A. eds. Maracá: **The biodiversity and environment of the Amazonian Rainforest**. Chichester, John Wiley & Sons. p.307-321.
- Reeve, H. K.; Gamboa, G. J. 1983. Colony activity integration in primitively eusocial wasps: the role of the queen (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera: Vespidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, (13): 63–74.
- Reeve, H. K.; Gamboa, G. J. 1987. Queen regulation of worker foraging in paper wasp: a social feedback control system (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera: Vespidae). **Behaviour**, (106): 147–167.
- Reis, P. R.; Chiavegato, L. G.; Moraes, G. J.; Alves, E. B.; Sousa, E. O. 1998. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai*

- Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina*, 27(2): 265-274.
- Rebouças, A. C. 1997. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, 11(29): 127-154.
- Resende, J.J., Santos, G.M.M., Bichara Filho, C.C. & Gimenes, M. 2001. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, 3(1): 105-115.
- Reddy S.J. 1983. Climatic classification: the semi-arid tropics and its environment - a review. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 18 (8): 823-847.
- Rigotto, R. M., Vasconcelos, D. P., Rocha, M. M. 2014. Pesticide use in Brazil and problems for public health. **Cadernos de Saúde Pública**, 30(7), 1360-1362.
- Ribeiro Jr., C., Guimarães, D.L., Elisei, T. & Prezoto, F. 2006. Foraging activity rhythm of the neotropical swarm-founding wasp *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in different seasons of the year. **Sociobiology**, 47(1): 115-123.
- Ribeiro, D. B., Prado, P. I., Brown Jr, K. S. & Freitas, A. V. L. 2010. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica** 42, 710-16.
- Richards, O.W. 1978. *The social wasps of the Americas: Excluding the Vespinae*. London, British Museum, 571p.
- Richards, O.W. & M.J. Richards. 1951. Observations on the social wasps of South America (Hymenoptera, Vespidae). *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 102: 1-170.
- Richter, M. R. 2000. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, 45: 121-150.
- Richetti, A., Melo Filho, G.A., Lamas, F.M., Staut, L.A., Fabrício, A.C. 2004.

- Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados: Embrapa Pecuária Oeste. **Embrapa, Comunicado Técnico**, 9116.
- Rigotto, R. M., Vasconcelos, D. P., & Rocha, M. M. 2014. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Cad Saúde Pública**, 30(7), 1-3.
- Rocha, A.A., Silveira, O. T. 2014. Current knowledge about the social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in the state of Piauí, Brazil. **EntomoBrasilis**, 7(2): 167-170.
- Rodrigues, V.M. & V.L.L. Machado. 1982. Vespídeos sociais: Espécies do Horto Florestal "Navarro de Andrade" de Rio Claro, SP. **Naturalia** 7: 173-175.
- Rodrigues, V. 2000. **Desertificação: problemas e soluções**. In: Oliveira, T.S., Assis Júnior, R.N., Romero, R.E. & Silva, J.R.C., eds. Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Fortaleza, Universidade Federal Ceará, Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.137-164.
- Rodríguez, M.A.; Lewis, W.M. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecol. Monog.** 67(1): 109-28.
- Sakagami, S.F.; Fukushima, K. 1957. Reciprocal thieving found in *Polistes jadvigae* (Dalla Torre) (Hym., Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 30: 140-151.
- Sampaio, E.V.S.B. 2003. **Caracterização da caatinga e fatores ambientais que afetam a ecologia das plantas lenhosas**. In: Sales VC (Ed.). Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora. 129-142.
- Sanchez, D., Nieh, J.C., Vandame, R. 2011. Visual and chemical cues provide redundant information in the multimodal recruitment system of the stingless bee *Scaptotrigona mexicana* (Apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**, 58: 575–579.

- Santana Junior, P.A., Goring, A.H.R., Picango, M.C., Ramos, R.S., Martins, J.C., Ferreira, D.D. 2012. Natural biological control of *Diaphania spp.* (Lepidoptera: Crambidae) by social wasps. **Sociobiology** 59: 561-571.
- Santos, G. M. M.; Marques, O. M. & Carvalho, C. A. L. 1994. Raio de ação de *Polistes canadensis canadensis* (L., 1758) (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, 3, 20-24.
- Santos, B.B. 1996. Ocorrência de vespídeos sociais (Hymenoptera, Vespidae) em pomar em Goiânia, Goiás, Brasil. **Agrárias** 15: 43-46.
- Santos, G ,M, M.& Gobbi, N. 1998. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera - Vespidae) in a caatinga area, Bahia State – Brazil. **J Adv Zool**, 19: 63-69.
- Santos, G.M.M., Filho, C.C.B., Resende, J.J., Cruz, J.D. & Marques, O.M. 2007. Diversity and community structures of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, 36: 180-185.
- Santos, G.M.M., Cruz, J.D., Marques, O.M & Gobbi, N. 2009. Diversidade de vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, 38: 317-320.
- Santos, G. M. de M., Aguiar, C. M. L. Mello, M. A.R. 2010. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants, **Apidologie** 41: 466–475.
- Samways, M.J. 2005. **Insect diversity conservation**. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 342p.
- Samways, M.J. 2007. Insect Conservation: A synthetic management approach. **Annual Review of Entomology**, 52: 465- 487.
- Sena, J.P.O., Melo, J.S., Lucena, D.B., Melo, E.C.S. 2012. Comparação entre dados de chuva derivados do Climate Prediction Center e observados para a região do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2, 412-420.

- Shang-Chiu .1976. A preliminary study on the bionomics of hunting wasps and their utilization in cotton insect control. **ActaEntomol. Sinica**.19: 313-318. (Inst. Agr.For.Sci. SHANG-CHIU Dist. Honan Prov., Inst. Agr.For.Sci. Yu-Cheng Co., Sci. Res. Sta. Degng, Jiao Prod.Brig., Ku-Chen Peop.Comm. Shang-Chiu Co.)
- Silva, E.R. & Noda, S.C.M. 2000. Aspectos da atividade forrageadora de *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera, Vespidae): duração das viagens, especialização individual e ritmo de atividade diário e sazonal. **Revista Brasileira de Zoociências**, 2(1): 7-20.
- Silva, J.M.C., M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). 2004. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente.
- Silva-Pereira ,V. & Santos, G. M. M.2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotrop Entomol** 35: 165-174.
- Silva, S. S, Azevedo, G. G., Silveira, O.T. 2011. Social wasps of two Cerrado localities in the northeast of Maranhão state, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Rev. Bras. entomol.** 55(4):597-602.
- Silva, N. A. P., Frizzas, M. R. & Oliveira, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 55, 79-87
- Silva, S. S & Silveira, O.T. 2009. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará. **Iheringia, Série Zoologia**, 99(3):317-323.
- Silva, N.J.J., T.A. Morais, H.H. Santos-Prezoto & F. Prezoto, 2013. Inventário Rápido de Vespas Sociais em Três Ambientes com Diferentes Vegetações. **EntomoBrasilis**, 6(2): 146-149.

- Silva-Pereira, V. & Santos, G.M.M. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, 35: 163-174.
- Silveira, O.T. 2002. Surveying Neotropical social wasps. An evaluation of methods in the “Ferreira Penna” research station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, 42: 299-323.
- Sinzato, D. M. S. & F. Prezoto. 2000. Aspectos comportamentais de fêmeas dominantes e subordinadas de *Polistes versicolor* Olivier, 1791 (Hymenoptera: Vespidae) em colônias na fase de fundação. **Revista de Etologia** 2: 121-127.
- Simões, M.H., Cuozzo, M.D. & Friero-Costa, F.A. 2012. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Cerrado biome of the southern of the state of Minas Gerais, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, 102: 292-297.
- Soares, J. J.; Freire, E. C.; Santos, I. F. dos; Moulin M. C.; Alencar, A. R. de; Silva, M. S.; Silva, E. B. Resultados da pesquisa com algodão herbáceo em Barreiras, BA: safra 2000/2001. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2002. 3p. **EMBRAPA Algodão. Comunicado Técnico, 144.**
- Souza, M. M. & F. Prezoto. 2006. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Semideciduous Forest and Cerrado (Savanna) regions in Brazil. **Sociobiology** 47: 135-147.
- Souza, M.M., J. Louzada, J.E. Serrao & J.C. Zanuncio, 2010a. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of Riparian Forests in Southeast Brazil. **Sociobiology**, 56: 387-396.
- Souza, M. M., T. E. Ladeira, A. Elpino-Campos, P. C. Campos and J. Louzada. 2010b. Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campo Rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. **MGBiota** 3: 01–30.
- Souza, M.M., Pires, E.P., Ferreira, M., Ladeira T. E., Pereira, M., Elpino-Campos, Á., & Zanuncio, J. C. 2012. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera:

- Vespidae) do Parque Esta(Hymenoptera: Vespidae) in areas of Cerrado biome in Barroso, Minas Gerais, Brazil. **Bioscience Journal**, 30: 539-545.
- Souza, A.R., D.F.A. Venâncio, J.C. Zanuncio & F. Prezoto. 2011. Sampling methods for assessing social wasps species diversity in a eucalyptus plantation. *Journal of Economic Entomology* 104(3): 1120–1123.
- Souza, M. M. de & J. C. Zanuncio. 2012. **Marimbondos: vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae)**. Editora UFV, 79 p
- Souza, M.M., Pires, E.P., Elpino-Campos, A. & Louzada, J.N.C. 2014. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of rio das Mortes in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum**, 36: 189-196. doi: 10.4025/actasciobiolsci.v36i2.21460.dual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *MG BIOTA*, 5(1): 4-20.
- Spradbery, J. P. 1973. **Wasps: an account of the biology and natural history of solitary and social wasps**. Seattle, University of Washington Press, xvi+408 p.
- Stotz, E. N.2012. Os limites da agricultura convencional e as razões de sua persistência: estudo do caso de Sumidouro, RJ. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 37 (125): 114-126.
- Strassmann, J. E. & Meyer, D. C. 1983. Gerontocracy in the social wasp, *Polistes exclamans*. **Animal Behaviour** 31: 431–438.
- Sühs, R. B., Somavilla, A., Köhler, A., Putzke, J. 2009. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 7(2).
- Sujii, E. R., Beserra, V. A., Ribeiro, P. H., Santos, P. V. da S., Pires, C. S. S., Schimidt, F. G. V., Fontes, E. M. G., Laumann, R. A. 2006. Comunidade de inimigos naturais e controle biológico natural do pulgão, *Aphisgossypii*Glover (Hemiptera: Aphididae) e do curuquerê, *Alabama argilacea* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodão no Distrito Federal. **Arq. Inst. Biol.**, 74(4): 329-336.

- Suzuki, T. 1986. Production schedules of males and reproductive females, investments sex ratios, and worker-queen conflict in paper wasps. **Amer. Nat.** 128:366-378.
- Sumana, A. & Starks, P. T. 2004. The function of dart behavior in the paper wasp, *Polistes fuscatus*. **Naturwissenschaften**, (91): 220–223.
- Tabarelli, M. & A. Vicente. 2004. **Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas**. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 101-111 pp.
- Tanaka Junior, G. M. & F. B. Noll. 2011. Diversity of Social Wasps on Semideciduous Seasonal Forest Fragments with Different Surrounding Matrix in Brazil. **Psyche**:1-8.
- Taylor B.J., Brus E.J., Jeanne R.L. 2012. Introduction of a scented carbohydrate resource into the nest increases departure rate in *Polybia occidentalis*. **Insectes Sociaux**, 59: 151–157.
- Taylor B.J., Nordheim E.V., Jeanne R.L. 2012. Allocation of colony-level foraging effort in *Vespula germanica* in response to food resource quantity, quality, and associated olfactory cues. **Ethology**, 118: 594–605
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, 69: 69-77.
- Ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination. In: Jongman, R.H.G.; Ter Braak, C.J.F. & Van Tongeren, O.F.R. (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press. 91-173.
- Togni, O. C. 2009. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) na Mata Atlântica do litoral norte do estado de São Paulo**, M.S. THESIS, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brazil.
- Torres V. O., Antonialli-Junior, W.F. & Giannotti, E. 2009a. Division of labor in colonies of the neotropical social wasp *Polistes canadensis canadensis* Linnaeus (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 53(4): 593–599.

- Torres V. O., Montagna, T. S., Bortoluzzi, G., Antonialli-Junior, W.F. 2009b. Aspectos bionômicos da vespa social Neotropical *Polistes canadensis canadensis* (Linnaeus) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 53(1): 134-138.
- Torres V. O., Antonialli-Junior, W.F. & Giannotti, E. 2013. Temporal Polyethism and Life Expectancy of Workers in the Eusocial Wasp *Polistes canadensis canadensis* Linnaeus (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology** 60(1): 107-113.
- Torres, J. B. 2008. Controle de pragas do algodão: expectativas de mudanças. **Ciência Agrícola**, 8 (1): 37-49.
- Quinderé, M.A.W. & Santos, J.H.R. 1986. Efeito da época relativa de plantio no consórcio milho X caupi sobre a presença de insetos úteis e manejo econômico das pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 21(4) 355-368.
- Vandermeer, J. 1989. **The ecology of intercropping**. New York: Cambridge. 247p.
- Wenzel J W.1991. **Evolution of nest architecture**, p.480-519. In: Ross K G, Matthews R W (eds) *The social biology of wasps*. Ithaca, Cornell University, 678p
- Wenzel, J.W. 1998. **A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae:Vespinae, Polistinae)**. *American Museum Novitates*, 3224: 1–39.
- West-Eberhard, M. J. 1969. The social biology of Polistine wasps. **Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology**, University of Michigan, 140: 1–100.
- Wilson, E. O.1971. *The insect societies*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Wilson, D. S. e Wilson, E. O. 2007. **Rethinking the theoretical foundation of sociobiology**. *Quarterly Review of Biology* 82, 327-348.
- Urbini A., Sparvoli, E, Turillazzi S. 2006. Social paper wasps as bioindicators: a preliminary research with *Polistes dominulus* (Hymenoptera Vespidae) as a trace metal accumulator. **Chemosphere**, 64(5): 697-703.

- Veiga, M. M., Silva, D. M., Veiga, L. B. E., Faria, M. V. C. 2006. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, 22 (11) 2391-2399.
- Virgínio, F., Maciel, T. T. & Barbosa, B. C. 2016. Hábitos de Nidificação de *Polistes canadensis* (Linnaeus) (Hymenoptera: Vespidae) em Área Urbana. **EntomoBrasilis**, 9 (2): 81-83
- Vitali-Veiga, M. J., & Machado, V. L. L. 2001. Entomofauna visitante de *Gleiditsia triacanthos* L.–Leguminosae durante o seu período de floração. **Revista Bioikos**, 15(1), 29-38.
- Zanella, F.C.V. & Martins, C.F. 2003. **Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação**. p. 75-134. *In*: Leal, I.R.; Tabarelli, M. & Silva J.M.C (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga. Recife, Ed. Universitária da UFPE.
- Zanella, F.C.V. 2011. **Evolução da Biota da Diagonal de Formações Abertas Secas da América do Sul**. *In*: Biogeografia da América do Sul - Padrões e Processos; Carvalho, C.J.B. de; Almeida, E.A.B. (Org.). 306p.
- Zara, J. F.; Balestieri, J. B. P. 2000. Behavioural catalogue of *Polistes versicolor*. Post emergent colonies (Vespidae: Polistinae). **Naturalia**, São Paulo, 25: 301-319.
- Zhour, A. 2008. Justiça ambiental, diversidade cultural e accountability: desafios para a governança ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, 23(68): 97-107.