

2017-10-20

# Atividade de forrageamento e morfometria de *Atta sexdens rubropilosa* (forel, 1908) (Hymenoptera: formicidae) em Bandeirantes-PR

Matsuyama, Simone dos Santos

Universidade Estadual do Norte do Paraná

---

MATSUYAMA, Simone dos Santos. Atividade de forrageamento e morfometria de *Atta sexdens rubropilosa* (forel, 1908) (Hymenoptera: formicidae) em Bandeirantes-PR.

Orientadora: Jael Simões Santos Rando. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2017.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/481>

*Baixado de Repositório Institucional UENP*



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**SIMONE DOS SANTOS MATSUYAMA**

**ATIVIDADE DE FORRAGEAMENTO E MORFOMETRIA DE *Atta sexdens*  
*rubropilosa* (FOREL, 1908) (HYMENOPTERA: *FORMICIDAE*) EM  
BANDEIRANTES-PR**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL**

**2017**

SIMONE DOS SANTOS MATSUYAMA

**ATIVIDADE DE FORRAGEAMENTO E MORFOMETRIA DE *Atta sexdens rubropilosa* (FOREL, 1908) (HYMENOPTERA: *FORMICIDAE*) EM BANDEIRANTES-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jael Simões Santos Rando

BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2017

**Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.**

M434a Matsuyama, Simone dos Santos

Atividade de forrageamento e morfometria da *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) em Bandeirantes-PR / Simone dos Santos Matsuyama. – Bandeirantes, 2017.

53f. ilustr.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jael Simões Santos Rando.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2017.

Banca: Dr<sup>a</sup>. Jael Simões Santos Rando, Dr<sup>a</sup>. Laila Herta Mihsfeldt, Dr. Amarildo Pasini.

1. Formigas cortadeiras. 2. Saúva-limão. 3. Seleção. 4. Carga. 5. Transporte. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

CDD – 595.796

SIMONE DOS SANTOS MATSUYAMA

**ATIVIDADE DE FORRAGEAMENTO E MORFOMETRIA DE *Atta sexdens rubropilosa* (FOREL, 1908) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM BANDEIRANTES-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 20 / 10 /2017

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jael Simões Santos Rando

UENP

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Laila Herta Mihsfeldt

UENP

Prof. Dr. Amarildo Pasini

UEL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jael Simões Santos Rando  
Orientadora  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus* Luiz Meneghel

Dedicatória

Ao Netto...

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades a mim oferecidas.

À minha família, amigos e professores que me ajudaram a chegar até aqui.

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Jael, que apresentou sua paixão dedicada as formigas: os meus sinceros agradecimentos por toda ajuda, paciência e sabedoria transmitidos nestes anos.

Ao meu noivo Netto, por toda ajuda e incentivo.

Às amigas Mariana e Maria Eliza, companheiras durante a graduação e o mestrado.

Ao meu amigo Miike, pela amizade e contribuição neste trabalho.

Às professoras Laila Herta Mihsfeldt e Viviane Sandra Alves pela avaliação e sugestões.

Ao Programa de Mestrado em Agronomia da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

À Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

Ao Dr. Roberto Camargo, pela ajuda na organização dos dados e elaboração da estatística.

À todos não mencionados aqui, mas que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!

Não é verdade que as pessoas param de perseguir os sonhos porque estão a ficar velhas, elas estão a ficar velhas porque pararam de perseguir os sonhos.

Gabriel García Márquez

MATSUYAMA, Simone dos Santos. **Atividade de forrageamento e morfometria de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) em Bandeirantes-PR.** 2017. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2017.

## RESUMO

As formigas-cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa*, conhecidas como saúva-limão, são consideradas pragas devido a atividade de forrageamento por elas executada. Durante esta atividade as formigas selecionam material vegetal, cortam e o transportam para o interior de seus ninhos, onde será utilizado como substrato para o fungo que cultivam. As formigas envolvidas nesta atividade exploram o ambiente externo e encontram uma gama de espécies vegetais, realizam então uma seleção entre as espécies encontradas e entre as estruturas desta fonte de recurso selecionado. Posteriormente ocorre o corte e transporte desta carga. No forrageamento, participam formigas de diferentes tamanhos que transportam cargas de peso variado. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar qual estrutura vegetal é forrageada com maior frequência, e paralelamente, com o estudo da morfometria do inseto, identificar a possível existência de relação entre a massa da formiga e massa da carga transportada. Para isto, foram selecionados em diferentes locais, três ninhos de *A. sexdens rubropilosa* (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>): N<sub>1</sub> em área arborizada; N<sub>2</sub> em área de Integração Lavoura-Pecuária, e o N<sub>3</sub> em área cultivada com *Triticum aestivum* (trigo). As coletas ocorreram durante seis meses, onde semanalmente, em cada ninho, coletou-se vinte formigas e suas respectivas cargas, nas trilhas próximas ao olheiro de entrada. Posteriormente, as formigas foram pesadas e, com auxílio de um paquímetro digital, coletadas as medidas do corpo (cabeça + tórax + pecíolo + gáster) e largura da cápsula cefálica (maior distância entre os espinhos occipitais). Para a tabulação dos dados do recurso vegetal, cada carga foi pesada e classificada em folha, pecíolo, vagem, semente, fruto, broto e haste, sendo que para folhas também houve a classificação entre folha jovem ou madura. Ao fim dos seis meses de coleta, totalizou-se 1440 formigas e suas respectivas cargas. Os resultados indicam que nos três ninhos o fragmento vegetal transportado em maior frequência foram as folhas maduras. E os resultados referentes a relação entre massa da formiga e massa da carga não sustentam a hipótese de que sempre as formigas de maior massa serão as responsáveis por transportarem as cargas mais pesadas.

Palavras-chave: Formigas-cortadeiras. Saúva-limão. Seleção. Carga. Transporte.

MATSUYAMA, Simone dos Santos. **Foraging activity and morphometry of *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) in Bandeirantes-PR.** 2017. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2017.

### ABSTRACT

Leaf-cutting ants of the species *Atta sexdens rubropilosa*, known as saúva-limão, are considered pests due to foraging activity performed by them. During this activity the ants select plant material, cut and transport it to the interior of their nests, where it will be used as a substrate for the fungus that they cultivate. The ants involved in this activity explore the external environment and find a range of plant species, then perform a selection between the species found and between the structures of this selected resource source. Subsequently occurs the cut and transport of this load. In foraging, participate ants of different sizes that carry loads of varied weight. In view of the above, the objective of this work was to identify which plant structure is most frequently foraged, and in parallel, with the study of insect morphometry, to identify the possible existence of a relationship between the ant mass and the mass of the transported load. In order to do this, three nests of *A. sexdens rubropilosa* (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>) were selected: N<sub>1</sub> in wooded area; N<sub>2</sub> in area of crop-livestock integration and N<sub>3</sub> in an area cultivated with *Triticum aestivum* (wheat). The collections took place during six months, where weekly, in each nest, twenty ants and their respective loads were collected, in the tracks next to the entrance scout. Later, the ants were weighed and the measurements of the body (head + thorax + petiole + gaster) and width of the cephalic capsule (greater distance between the occipital spines) were collected with the aid of a digital caliper. For the tabulation of the vegetal resource data, each load was weighed and classified in leaf, petiole, pod, seed, fruit, bud and stem, and for the leaves there was also the classification between young or mature leaf. At the end of the six months of collection, there were 1440 ants and their respective loads. The results indicate that in the three nests the most frequently transported plant fragment was the mature leaves. And the results concerning the relation between ant mass and mass of the load do not support the hypothesis that always the ants of greater mass will be responsible for carrying the heavier loads.

Keywords: Leaf-cutting ants. Saúva-limão. Selection. Load. Transport.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Demarcação dos ninhos N <sub>1</sub> e N <sub>2</sub> de <i>A. sexdens rubropilosa</i> : N <sub>1</sub> localizado no Setor de Produção Vegetal e N <sub>2</sub> na área de Integração Lavoura-Pecuária, ambos no CLM – Bandeirantes/PR. ....	25
<b>Figura 2</b> - Localização dos três ninhos de <i>A. sexdens rubropilosa</i> , N <sub>1</sub> e N <sub>2</sub> no CLM; e N <sub>3</sub> no Sítio Miike, ambos no município de Bandeirantes-PR. ....	26
<b>Figura 3</b> - a) Aferição com paquímetro do comprimento total do corpo de <i>A. sexdens rubropilosa</i> ; b) Comprimento da largura da cápsula cefálica (maior distância entre os espinhos occipitais). ....	28
<b>Figura 4</b> - Estruturas vegetais de soja, eucalipto e serralha forrageadas por <i>A. sexdens rubropilosa</i> , durante os meses de abril a setembro de 2016 no ninho 2 (N <sub>2</sub> ), localizado na área de ILP do CLM em Bandeirantes/PR. ....	31
<b>Figura 5</b> - Estruturas vegetais de trigo, eucalipto, grevilha e soja, forrageadas por <i>A. sexdens rubropilosa</i> durante os meses de abril a setembro de 2016 no ninho 3 (N <sub>3</sub> ). ....	31
<b>Figura 6</b> - Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas nos três ninhos de <i>A. sexdens rubropilosa</i> de abril a setembro de 2016 em Bandeirantes/PR. ....	33
<b>Figura 7</b> - Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas por <i>A. sexdens rubropilosa</i> no ninho 1 (N <sub>1</sub> ) de abril a setembro de 2016, em Bandeirantes/PR. ....	34
<b>Figura 8</b> - Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas por <i>A. sexdens rubropilosa</i> no ninho 2 (N <sub>2</sub> ) de abril a setembro de 2016, em Bandeirantes/PR. ....	35
<b>Figura 9</b> - Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas por <i>A. sexdens rubropilosa</i> no ninho 3 (N <sub>3</sub> ) de abril a setembro de 2016, em Bandeirantes/PR. ....	36
<b>Figura 10</b> - Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de <i>A. sexdens rubropilosa</i> ; e suas cargas nos três ninhos, em abril de 2017, primeiro mês de coletas. ....	37

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Médias de temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, velocidade do vento e índice pluviométrico nos meses de fevereiro a setembro de 2016 em Bandeirantes /PR. ....27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 FORMIGAS CORTADEIRAS .....	14
2.2 ATTA SEXDENS RUBROPILOSA (FOREL, 1908).....	16
2.3 FORRAGEAMENTO E SELEÇÃO DE MATERIAL VEGETAL.....	17
2.4 MORFOMETRIA DE ATTA SEXDENS .....	19
<b>3. ARTIGO: ATIVIDADE DE FORRAGEAMENTO E MORFOMETRIA DE <i>Atta sexdens rubropilosa</i> (FOREL, 1908) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM BANDEIRANTES-PR.....</b>	<b>22</b>
3.1 RESUMO.....	22
<b>3.2 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.3.1 ANÁLISE DOS VEGETAIS COLETADOS .....	28
3.3.2 ANÁLISE MORFOMÉTRICA .....	28
3.3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	29
<b>3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
3.4.1 ANÁLISE DOS VEGETAIS COLETADOS .....	30
3.4.2 PREFERÊNCIA DE CORTE.....	30
3.4.3 FOLHAS JOVENS X FOLHAS MADURAS .....	33
3.4.4 ANÁLISE MORFOMÉTRICA .....	36
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>
APÊNDICES .....	48
APÊNDICE A.....	49
APÊNDICE B:.....	50
APÊNDICE C.....	51
APÊNDICE D.....	52
APÊNDICE E .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

As formigas são insetos pertencentes a ordem Hymenoptera, e devido a três características: divisão de trabalho num sistema de castas; cuidado com a prole e a existência de sobreposições de gerações, são definidas como insetos eussociais (Hölldobler e Wilson, 1990). Deste modo, ocorre entre os indivíduos da colônia, um comportamento social, onde interagem de alguma maneira entre si (Gullan e Cranston, 2012).

Agrupadas na família Formicidae (Hölldobler e Wilson, 1990), e divididas em subfamílias e tribos, a tribo denominada Attini, compreende as formigas cultivadoras de fungo (Nickele et al., 2013), e estão presentes entre as latitudes 44<sup>o</sup> N e 44<sup>o</sup> S, desde o centro da Argentina até os Estados Unidos (North, 1997).

Dentre os atínios, os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, conhecidos no Brasil como saúvas e quenquéns, cortam e transportam para o interior de seus ninhos, fragmentos vegetais frescos (Della Lucia e Fowler, 1993; Mueller, 2002) e por este comportamento, são chamadas de formigas-cortadeiras (Della Lucia e Souza, 2011).

Os fragmentos vegetais selecionados, cortados e transportados para o interior dos ninhos, passarão por nova seleção e serão utilizados como substrato para o fungo cultivado nas painéis subterrâneas (Hölldobler e Wilson, 1990; Forti e Boaretto, 1997; Peternelli, 2007). Esta massa de fungos servirá como fonte de alimento para a colônia (Moreira et al., 2011). A relação mutualística entre formiga e fungo data de aproximadamente 50 milhões de anos (Nickele et al., 2013) e tornou-se tão especializada que formiga e fungo não existem separadamente (Moreira et al., 2011).

As formigas-cortadeiras são consideradas entre os insetos-praga, um dos mais importantes desfolhadores da região Neotropical (Baccaro et al., 2015), podendo até levar a morte da planta, dependendo do nível de desfolha por ela causado (Della Lucia et al., 1993; Ferreira, 2015). Contudo, não podem ser consideradas somente como nocivas ao ambiente, pois desempenham seu papel ecológico no espaço onde habitam (Leal et al., 2012), como engenheiras do ecossistema (Ferreira, 2015), pois modificam as propriedades químicas e físicas dos solos devido a arquitetura de construção dos ninhos (Verchot et al., 2003; Sternberg et al., 2007; Forti et al., 2011), atuam como dispersoras secundárias de sementes e conseqüentemente interferem na dinâmica das comunidades vegetais próximas a seus ninhos (Leal et al., 2012).

Entre as atividades executadas por estes insetos, a atividade de forrageamento, que tem a finalidade de coletar no exterior do ninho material vegetal para o desenvolvimento do fungo, é uma atividade complexa (Roces e Hölldobler, 1994; Ribeiro e Marinho, 2011) onde as ações individuais e coletivas interagem (Traniello, 1989). Durante o forrageamento, as formigas encontram diferentes plantas (North et al., 1997), e acabam por preferir uma e rejeitar outras (Cherrett, 1972). Todo este processo envolve diferentes hipóteses que sugerem o modo pelo qual ocorre a seleção do material vegetal, como por exemplo, a presença de compostos prejudiciais ao inseto e ao fungo ou as características mecânicas do material vegetal (Della Lucia e Oliveira, 1993).

Outro aspecto do forrageamento, tem relação com a morfometria dos insetos que participam da atividade, indicando uma possível relação entre formiga e carga transportada (Caldato, 2010; Cherrett, 1972; Dussutour et al., 2009). Em seu estudo Burd (2000), sugere a existência de uma relação positiva entre inseto e carga no gênero *Atta*, onde maiores formigas seriam as responsáveis pelas maiores cargas, porém, existem estudos controversos que ainda não deixaram este ponto totalmente claro entre os pesquisadores (Hölldobler e Wilson, 2011).

Deste modo, os objetivos do trabalho foram identificar qual estrutura vegetal foi selecionada em maior quantidade durante o forrageamento e a possível existência de uma relação entre formiga e sua carga, no período de seis meses, em ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*, localizados no município de Bandeirantes-PR.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Formigas Cortadeiras

As formigas são insetos pertencentes à ordem Hymenoptera e devido as características de divisão de trabalho, cuidado com a prole, superposição de gerações e existência de castas temporárias (reprodutivas) e permanentes (estéreis), são considerados insetos eussociais (Hölldobler e Wilson, 1990; Forti e Boaretto, 1997).

Estes himenópteros estão agrupados na família Formicidae, e divididos em 21 subfamílias, dentre estas, encontra-se a Myrmicinae, destacando-se entre as tribos que a compõe, a tribo Attini (Hölldobler e Wilson, 1990).

As formigas Attini são nativas do Novo Mundo, distribuídas nas áreas tropicais e subtropicais da América, ausentes somente no Chile, Canadá e algumas ilhas das Antilhas (Mariconi, 1970).

Esta tribo caracteriza-se por ser um grupo monofilético e inclui aproximadamente 230 espécies agrupadas em 14 gêneros, divididos em atíneos superiores e inferiores (Barros, 2010). Os inferiores, representados pelos gêneros *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta*, *Apterostigma*, *Kalathomyrmex*, *Paramyctophylax*, *Mycetophylax*, *Mycetarotes*, *Cyphomyrmex*, *Mycetosoritis* e *Mycetagroicus*, têm suas colônias organizadas socialmente de uma maneira simples e com ninhos de difícil percepção. Os gêneros *Trachymyrmex*, *Sericomyrmex*, *Acromyrmex* e *Atta* são considerados os atínios superiores, pois tem organização social complexa, possuem colônias e indivíduos maiores (Mehdiabadi e Schultz, 2009; Hölldobler e Wilson, 2011).

Dentre os Attini superiores, estão os gêneros das formigas cortadeiras (Brandão et al., 2011), o gênero *Atta*, representado pelas formigas conhecidas como saúvas, que se divide em 19 espécies, destas, 9 espécies ocorrem no Brasil, e o gênero *Acromyrmex*, representado pelas formigas conhecidas como quenquéns, que abrange um total de 32 espécies, sendo 24 de ocorrência no país (Baccaro et al., 2015).

As saúvas e quenquéns podem ser encontradas em diferentes habitats, como florestas tropicais, subtropicais e equatoriais secas ou úmidas, pampas, cerrados, desertos, restingas e caatingas (Mehdiabadi e Schultz, 2009). São conhecidas além de formigas cortadeiras como formigas agricultoras, pois cultivam dentro de seus ninhos

um fungo que servirá de alimento para a colônia (Autuori, 1950), assim praticam a fungivoria (Souza et al., 2011).

O fungo cultivado pelas formigas cortadeiras pertence aos gêneros *Leucoagaricus* e *Leucocoprinus* (Mueller et al., 2001). O material vegetal que é cortado e transportado para o ninho serve de substrato para este fungo (Mariconi, 1970), tais como fragmentos de vegetais, folhas, sementes e flores (Della Lucia e Fowler, 1993). Estes materiais serão incorporados ao fungo que produzirá uma estrutura especializada, a gongilídia (hifas dilatadas ricas de lipídios e carboidratos) (Silva et al., 2006; Nickele et al., 2013). A alimentação das larvas e da rainha provêm desta estrutura do fungo e as milhares de operárias presentes no ninho tem como suplemento de alimentação a seiva das plantas, exudada no momento do corte (Mueller et al., 1998; Leal e Oliveira, 2000; Nagamoto et al., 2011).

Na estação chuvosa de cada ano inicia-se o processo de fundação do novo ninho (Marinho et al., 2011), as colônias adultas produzem os indivíduos alados, divididos entre fêmeas virgens (içás) e machos (bitus) (Mariconi, 1970). Durante o voo, as fêmeas serão fecundadas pelos machos que morrerão logo após a fecundação. As fêmeas já fecundadas, agora rainhas, ao descerem ao solo iniciarão o processo de escavação e fundação da nova colônia (Mariconi, 1970).

Este processo ocorre de maneira semelhante para o gênero *Atta* e *Acromyrmex*, até o momento de início da escavação. Enquanto uma única rainha saúva escava caracterizando um ninho monogínico e fica enclausurada (fundação haplométrica), um quenquênzeiro pode ser fundado por mais de uma rainha (ninhs poligínicos) e sair a superfície durante a escavação, tendo assim uma fundação pleométrica (Araújo et al., 2011).

Existem ainda mais diferenças entre estes dois gêneros, tanto na morfologia quanto na arquitetura de seus ninhos (Della Lucia e Moreira, 1993). Enquanto os soldados das saúvas apresentam três pares de espinhos na região dorsal e são maiores, as quenquéns apresentam de quatro a cinco pares e possuem soldados menores (Della Lucia et al., 1993; Forti e Boaretto, 1997).

As saúvas constroem ninhos subterrâneos, caracterizados externamente pelo monte de terra solta ou murundum (Forti et al., 2011), já os quenquênzeiros dependendo da espécie podem ser encontrados no subsolo, no tronco das árvores, cobertos por palha ou por resíduos vegetais e podem ter ou não pequeno murundum (Verza et al., 2007).

As formigas cortadeiras são consideradas pragas agrícolas, pois causam a desfolha na atividade de forrageamento, reduzindo assim o crescimento de árvores, danificando e podendo levar a morte de mudas, desfavorecendo as plantas atacadas devido ao fato de torná-las mais suscetíveis ao ataque de outros insetos e doenças (Zanetti et al., 2003; Cantarelli et al., 2008; Della Lucia e Souza, 2011).

Estima-se que as formigas cortadeiras da espécie *Atta capiguara*, conhecida popularmente como saúva mata-pasto em uma infestação de 10 saúveiros por hectare pode cortar diariamente 52,2kg de capim (Amante, 1967).

Não somente danos diretos são provocados pelas cortadeiras mas também danos indiretos devido ao fato de construírem ninhos subterrâneos e profundos, como por exemplo colônias em áreas de pastagem podem acelerar o processo de erosão, podem causar danos físicos aos animais e máquinas, desvalorização das áreas devido a presença dos saúveiros (Della Lucia et al., 2014) e em áreas urbanas podem danificar construções, devido a retirada de solo para ampliação da extensão de seus ninhos (Della Lucia e Souza, 2011).

Apesar de consideradas pragas, estes insetos também exercem seu papel ecológico dentro dos ecossistemas. Estudos indicam a melhoria química e física dos solos devido a construção dos túneis dos ninhos, auxiliando na aeração, drenagem (Hölldobler e Wilson, 1990; Farji-Brener e Ghermandi, 2004) e ciclagem de nutrientes devido ao acúmulo de material vegetal nas câmaras, onde a decomposição acaba por liberar nutrientes para o solo (Verchot et al., 2003), contribuem também para o repovoamento vegetal das áreas através da dispersão de sementes, a mirmecocoria (Handel e Beattie, 1990; Leal e Oliveira, 1998; Pizo e Oliveira, 2000).

## **2.2 *Atta sexdens rubropilosa* (FOREL, 1908)**

Formigas cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa* (Forel 1908), as saúva-limão, estão presentes em todas as regiões do Brasil, destacando-se o estado do Paraná, onde entre seus municípios com saúvas, 50% deles tem esta espécie em seus territórios (Rando, 2002).

Dentre as espécies de saúvas que ocorrem no Brasil, 5 delas são classificadas de grande importância sob o ponto de vista econômico devido ao forrageamento intenso, são elas: a espécie *A. laevigata*, conhecida como saúva cabeça-

de vidro em florestas cultivadas, cana-de-açúcar e pastagens, *A. capiguara* conhecida como saúva parda, nas monocotiledôneas atacando intensamente áreas de pastagens, *A. bisphaerica* em pastagens e cana-de-açúcar, *A. cephalotes* ataca dicotiledôneas, principalmente mandioca e cacau. A *A. sexdens* ataca preferencialmente florestas cultivadas e plantas cultivadas em geral (Forti e Boaretto, 1997). Esta espécie prefere partes frescas das plantas (Della Lucia e Souza, 2011), levando para dentro dos seus ninhos sementes, frutos, flores e folhas (Della Lucia e Fowler, 1993).

Os soldados desta espécie possuem cabeça sem brilho, que exala cheiro forte de limão quando esmagadas e apresentam o tegumento recoberto por pêlos avermelhados (Forti e Boaretto, 1997). Seus ninhos apresentam monte de terra solta ou murundum, olheiros em funis ou pequenos vulcões, e geralmente são construídos em áreas sombreadas (Forti et al., 2011).

### **2.3 Forrageamento e Seleção de material vegetal**

O forrageamento das formigas cortadeiras é um processo complexo e coletivo (Cherrett, 1972), composto pelas atividades individuais e do grupo integrado (Traniello, 1989). Caracteriza-se pela atividade de busca ou exploração para corte de material vegetal e posterior transporte para o ninho (Nickele et al., 2013). Esta atividade tem como objetivo selecionar o substrato e garantir o aumento e desenvolvimento do fungo simbiote do qual se alimentam (Roces e Hölldobler, 1994; Ribeiro e Marinho, 2011).

As formigas envolvidas nesse processo desempenham atividades de seleção da planta, recrutamento de indivíduos, além do corte e transporte até os olheiros de entrada (Hölldobler e Wilson, 1990). Os principais determinantes ecológicos da estratégia de forrageamento das formigas são a distribuição de recursos alimentares no seu tempo, espaço, quantidade e qualidade; a competição com outras colônias e a predação (Traniello, 1989).

O forrageamento inicia-se com a saída das forrageadoras do ninho para busca de material vegetal. Quando o encontram sobem na planta, cortam o fragmento, descem e o transportam até o ninho (Forti e Boaretto, 1997), e ainda segundo estes autores, na espécie *Atta sexdens rubropilosa*, as forrageadoras que cortam

material vegetal podem não ser as mesmas que o carregam para dentro dos ninhos. As maiores formigas chamadas de soldados ou defensoras, também estão envolvidas na atividade, tendo como função a defesa daquelas que estão forrageando e podem eventualmente participar do corte e carregamento dos fragmentos (Mariconi, 1970; Wilson, 1980).

O ritmo dessa atividade pode ser influenciado por alguns fatores, tais como época do ano, proximidade com a revoada de acasalamento, idade do formigueiro e conseqüentemente seu tamanho, distância entre colônias, risco de predação por parasitóides, chuvas, temperatura e hora do dia (Ribeiro e Marinho, 2011).

Toda esta movimentação se dá por meio de trilhas físicas e químicas, carreiros marcados no solo que levam até a fonte alimentar (Forti e Boaretto, 1997; Kost et al., 2005, Souza et al., 2011). As trilhas são marcadas quimicamente pelas formigas através dos feromônios, servindo de orientação e como meio de tornar esta atividade com menor gasto energético para os indivíduos envolvidos (Forti e Boaretto, 1997; Viana-Bailez et al., 2011).

As formigas que saem por essas trilhas exploram perto de seus ninhos e podem encontrar diferentes tipos de vegetais, porém demonstram certa preferência por determinadas espécies ou partes das plantas (Cherrett, 1972; Della Lucia et al., 1995; Marsaro Júnior et al., 2007). Segundo Rockwood (1976) as formigas escolhem o que será forrageado de acordo com as características do vegetal em relação ao valor nutricional e a presença de compostos secundários (Ribeiro e Marinho, 2011).

De acordo com Della Lucia e Oliveira (1993), existem cinco hipóteses que podem explicar o que leva uma formiga a escolher ou recusar determinada espécie vegetal, a primeira delas, que as formigas seriam capazes de identificar a presença ou ausência de compostos secundários ou aleloquímicos tóxicos a elas ou ao seu fungo; a segunda relacionada a compostos, como por exemplo taninos que comprometem a digestibilidade daquele recurso vegetal pelo inseto ou pelo fungo; a terceira hipótese envolve a necessidade nutricional específica das formigas e do fungo simbiote; a quarta em relação as características mecânicas daquele recurso, como dureza, espessura, e densidade; e a quinta hipótese, relacionada a quantidade de água nos vegetais, ou seja o teor de umidade nos recursos disponíveis.

Além destas hipóteses de seleção, a localização do ninho em relação a fonte de recurso (Rockwood, 1976) e a comunicação entre as formigas transmitindo informações sobre determinada espécie vegetal (Roces e Núñez, 1993), seriam outros

critérios utilizados pelas cortadeiras no momento de seleção.

#### 2.4 Morfometria de *Atta sexdens*

Os indivíduos constituintes de um saueiro estão divididos em castas (Forti e Boaretto, 1997). Segundo Wilson (1985), o conjunto de membros de uma colônia que se especializam em tarefas particulares por um período de tempo, denomina-se casta, e estas são divididas de acordo com as diferenças morfológicas existentes entre os indivíduos, o polimorfismo (Della Lucia et al., 1993) e as diferenças em relação as funções que executam, denominado polietismo (Wilson, 1980).

O polietismo possibilita a diferenciação dos papéis na sociedade através da especialização dos indivíduos, e pode ser etário, quando os indivíduos exibem diferentes comportamentos durante a vida, e por casta, quando apresentam diferenças morfológicas e fisiológicas (Wilson, 1968; Hölldobler e Wilson, 1990).

Nos saueiros, as centenas ou até milhares de fêmeas e machos alados constituem a casta temporária, pois estão presentes no interior dos saueiros adultos somente em determinadas épocas do ano, preparando-se para a revoada e acasalamento durante o voo nupcial (Souza et al., 2011).

A casta permanente é constituída de uma única rainha, representando a casta reprodutiva do saueiro, nas saúvas uma rainha pode chegar até 20 anos em condições de laboratório (Autuori, 1950). Fazem parte também da casta permanente as milhares de operárias responsáveis por diferentes funções na colônia, divididas em quatro castas em *Atta sexdens* (Wilson, 1980; Forti e Boaretto, 1997):

Na primeira casta estão as chamadas jardineiras ou babás, que possuem cápsula encefálica entre 0,8 e 1mm de largura, e recebem estes nomes pois cuidam da prole, inoculam hifas do fungo e incorporam os fragmentos de vegetais na cultura do fungo. São estas pequenas saúvas que algumas vezes tem o comportamento de “andar de carona” sobre o material vegetal transportado, este seria um comportamento de proteção contra oviposição por forídeos parasitóides, eliminação de contaminantes nos fragmentos vegetais e a coleta e armazenamento de seiva (Vieira-Neto et al., 2006).

Na segunda casta estão as saúvas generalistas, que trabalham dentro do ninho. Tem largura média de cápsula cefálica de 1,4mm, são responsáveis pela

degradação dos vegetais antes de serem incorporados ao fungo. Estas formigas generalistas lambem os vegetais, cuidam da rainha, transportam operárias, cuidam da prole durante a ecdise ou muda, são responsáveis pelo descarte do lixo, e também pela reconstrução das esponjas de fungo. Atuam também na segurança dos ninhos, em caso de perigo retiram a prole e posteriormente o fungo ao evacuarem a colônia, numa tentativa de salvarem o ninho (Wilson, 1980; Forti e Boaretto, 1997).

Representando a terceira casta, estão as formigas que saem dos ninhos e são chamadas forrageadoras e escavadoras, estas formigas possuem largura da cápsula cefálica de 2,0 a 2,2mm, executando diversas funções em benefício da colônia, pois são elas que exploram, cortam, coletam, transportam os fragmentos vegetais, e escavam para aumentar a extensão do ninho (Forti e Boaretto, 1997).

Na quarta e última casta, estão as defensoras ou soldados, apresentam maior tamanho, e a largura de suas cápsulas cefálicas tem em média 3mm, com cabeça cordiforme devido o alargamento dos músculos adutores que possibilitam às mandíbulas a capacidade de corte. São responsáveis pela defesa das forrageadoras no momento em que estão nas trilhas, atentas a presença de inimigos que poderiam atacá-las, podem também cortar e transportar vegetais juntamente com suas protegidas (Wilson, 1980).

Em seu trabalho Endringer (2011), estudando a espécie *Atta robusta*, também encontrou quatro castas de acordo com a largura da cápsula cefálica e observou que durante o forrageamento houve a participação de formigas de diferentes castas, divididas entre o polimorfismo ou pelo polietismo existente.

Trabalhos realizados sobre a morfometria das formigas recrutadas para o forrageamento, investigaram a hipótese de correspondência de tamanho entre inseto e sua carga (Wetterer, 1999; Burd, 1995), apontando a existência de uma relação positiva entre formiga e carga, onde insetos maiores cortam e transportam fragmentos maiores (Dussutour et al., 2009).

Esta afirmação, de que a massa do material vegetal corresponde ao tamanho do corpo da formiga, sustenta-se no modo pelo qual ocorre o corte. Para realizá-lo a formiga ancora suas pernas traseiras na borda da folha e gira em torno do eixo do corpo, assim a mandíbula é empurrada contra a folha (Nickele et al., 2013), fazendo com que a área cortada seja maior ou menor de acordo com o ângulo que as pernas e o eixo do corpo formam. Porém, existem ainda dúvidas se realmente existe esta relação entre massa da forrageadora e sua carga (Roces e Núñez, 1993; Hölldobler e

Wilson, 2011), supondo a existência de outros fatores envolvidos deste processo, como a distância da trilha para o ninho (Travaglini, 2014), densidade, espessura e dureza da folha (Nichols-Orians e Schults, 1990; Endringer, 2011).

### **3. ARTIGO: Atividade de forrageamento e morfometria de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) em Bandeirantes-PR**

#### **3.1 RESUMO**

As formigas-cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa*, conhecidas como saúva-limão, são consideradas pragas devido a atividade de forrageamento por elas executada. Durante esta atividade as formigas selecionam material vegetal, cortam e o transportam para o interior de seus ninhos, onde será utilizado como substrato para o fungo que cultivam. As formigas envolvidas nesta atividade exploram o ambiente externo e encontram uma gama de espécies vegetais, realizam então uma seleção entre as espécies encontradas e entre as estruturas desta fonte de recurso selecionado. Posteriormente ocorre o corte e transporte desta carga. No forrageamento, participam formigas de diferentes tamanhos que transportam cargas de peso variado. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar qual estrutura vegetal é forrageada com maior frequência, e paralelamente, com o estudo da morfometria do inseto, identificar a possível existência de relação entre a massa da formiga e massa da carga transportada. Para isto, foram selecionados em diferentes locais, três ninhos de *A. sexdens rubropilosa* (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>): N<sub>1</sub> situado em área arborizada; N<sub>2</sub> em área de Integração Lavoura-Pecuária, e o N<sub>3</sub> em área cultivada com *Triticum aestivum* (trigo). As coletas ocorreram durante seis meses, onde semanalmente, em cada ninho, coletou-se vinte formigas e suas respectivas cargas, nas trilhas próximas ao olheiro de entrada. Posteriormente, as formigas foram pesadas e, com auxílio de um paquímetro digital, coletadas as medidas do corpo (cabeça + tórax + pecíolo + gáster) e largura da cápsula cefálica (maior distância entre os espinhos occipitais). Para a tabulação dos dados do recurso vegetal, cada carga foi pesada e classificada em folha, pecíolo, vagem, semente, fruto, broto e haste, sendo que para folhas também houve a classificação entre folha jovem ou madura. Ao fim dos seis meses de coleta, totalizou-se 1440 formigas e suas respectivas cargas. Os resultados indicam que nos três ninhos o fragmento vegetal transportado em maior frequência foram as folhas maduras. E os resultados referentes a relação entre massa da formiga e massa da carga não sustentam a hipótese de que sempre as formigas de maior massa serão as responsáveis por transportarem as cargas mais pesadas.

Palavras-chave: Formigas-cortadeiras. Saúva-limão. Seleção. Carga. Transporte.

**Foraging activity and morphometry of *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) (Hymenoptera: Formicidae) in Bandeirantes-PR**

**ABSTRACT**

Leaf-cutting ants of the species *Atta sexdens rubropilosa*, known as saúva-limão, are considered pests due to foraging activity performed by them. During this activity the ants select plant material, cut and transport it to the interior of their nests, where it will be used as a substrate for the fungus that they cultivate. The ants involved in this activity explore the external environment and find a range of plant species, then perform a selection between the species found and between the structures of this selected resource source. Subsequently occurs the cut and transport of this load. In foraging, participate ants of different sizes that carry loads of varied weight. In view of the above, the objective of this work was to identify which plant structure is most frequently foraged, and in parallel, with the study of insect morphometry, to identify the possible existence of a relationship between the ant mass and the mass of the transported load. In order to do this, three nests of *A. sexdens rubropilosa* (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>) were selected: N<sub>1</sub> in wooded area; N<sub>2</sub> in area of crop-livestock integration and N<sub>3</sub> in an area cultivated with *Triticum aestivum* (wheat). The collections took place during six months, where weekly, in each nest, twenty ants and their respective loads were collected, in the tracks next to the entrance scout. Later, the ants were weighed and the measurements of the body (head + thorax + petiole + gaster) and width of the cephalic capsule (greater distance between the occipital spines) were collected with the aid of a digital caliper. For the tabulation of the vegetal resource data, each load was weighed and classified in leaf, petiole, pod, seed, fruit, bud and stem, and for the leaves there was also the classification between young or mature leaf. At the end of the six months of collection, there were 1440 ants and their respective loads. The results indicate that in the three nests the most frequently transported plant fragment was the mature leaves. And the results concerning the relation between ant mass and mass of the load do not support the hypothesis that always the ants of greater mass will be responsible for carrying the heavier loads.

Keywords: Leaf-cutting ants. Saúva-limão. Selection. Load. Transport.

### 3.2 INTRODUÇÃO

Formigas cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa* (Forel 1908), as saúva-limão, estão presentes em todas as regiões do Brasil, destacando-se o estado do Paraná, onde entre seus municípios com saúvas, 50% deles tem esta espécie em seus territórios (Rando, 2002). O forrageamento que realizam é uma das atividades que demonstra o comportamento social destes insetos (Forti e Boaretto, 1997; Ribeiro e Marinho, 2011), pois envolve ações individuais e coletivas (Traniello 1989, Gullan e Cranston, 2012), com a finalidade de coletar material vegetal, para o fungo simbiote do qual cultivam (Roces e Hölldobler, 1994, Mueller, 2002, Baccaro et al., 2015).

Denominadas como principais herbívoros da região Neotropical (Hölldobler e Wilson, 2011), assim como as outras espécies de cortadeiras, são responsáveis pela desfolha e conseqüente prejuízo as plantas, pois atacam em ritmo constante e severo suas fontes de recurso vegetal durante o forrageamento (Zanetti et al., 2003). Fazem parte desta atividade, as etapas de seleção, recrutamento de operárias, corte e transporte para o ninho (Nickele et al., 2013). Dentre estas, a seleção do material vegetal envolve aspectos relacionados as características físicas e químicas das plantas (Della Lucia e Oliveira, 1993, Ribeiro e Marinho, 2011), a comunicação entre as formigas (Roces e Núñez, 1993) e as necessidades nutricionais da colônia (Rockwood, 1976; Roces e Hölldobler, 1994).

Para a realização do forrageamento, participam formigas de diferentes tamanhos e com diferentes funções, pois os indivíduos que constituem uma colônia são classificados em castas, de acordo com seu tamanho (polimorfismo) e paralelamente também são classificadas de acordo com as funções que executam (polietismo) (Wilson, 1990). Segundo Dussutour et al. (2009), as maiores formigas atuantes no forrageamento são também as responsáveis em transportar as maiores cargas, porém, existe dúvida em relação a esta afirmação, supondo que este fato nem sempre ocorre durante a atividade (Hölldobler e Wilson, 2011). Deste modo, além dos aspectos relacionados a seleção do material, existe o fator tamanho de carga influenciando o forrageamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar durante o forrageamento de três ninhos de *A. sexdens rubropilosa*, qual a espécie vegetal e sua estrutura selecionada em maior frequência e identificar possível relação entre o inseto e sua carga.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Bandeirantes, norte do Paraná, com as seguintes coordenadas geográficas 23°06'18.7"S e 50°21'35.5"W. O clima da região na classificação de Köppen é Cfa, clima subtropical úmido, com verões quentes e geadas pouco frequentes. As chuvas concentram-se nos meses de verão e sem estação seca definida. A vegetação é composta de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (IPARDES, 2004), e o solo, classificado como latossolo vermelho (EMBRAPA, 2006).

Na condução dessa pesquisa foram utilizadas duas áreas: a primeira na Fazenda Experimental do *Campus* Luiz Meneghel (CLM), da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP); e a segunda área no Sítio Müike, localizado no Bairro Tabuleta, cerca de 10 km do CLM (Figura 1 e 2). Foram selecionados três ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*, referidos no texto por N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub>.



Figura 1- Demarcação dos ninhos N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub> de *A. sexdens rubropilosa*: N<sub>1</sub> localizado no Setor de Produção Vegetal e N<sub>2</sub> na área de Integração Lavoura-Pecuária, ambos no CLM –Bandeirantes-PR.



ESCALA 1:10000

Figura 2- Localização dos três ninhos de *A. sexdens rubropilosa*, N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub> no CLM; e N<sub>3</sub> no Sítio Miike, ambos no município de Bandeirantes-PR.

O N<sub>1</sub> localizava-se no estacionamento do Setor de Produção Vegetal do CLM (latitude 23°6'39.34"S, longitude 50°21'39.69" O), em área arborizada com *Ligustrum lucidum* (ligustro), *Bauhinia variegata* (pata de vaca), *Dypsis lutescens* (palmeira Areca) *Araucaria angustifolia* (araucária) e *Zoysia-japonica* (grama esmeralda). O N<sub>2</sub>, localizado em área de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) do CLM (latitude 23°7'9.31"S, longitude 50°21'35.09" O), ocupado com o híbrido de eucalipto *Eucalyptus urograndis*. Durante o estudo, a referida área apresentava resteva de soja cultivada anteriormente. O terceiro e último ninho, N<sub>3</sub>, localizado no Sítio Miike (latitude 23°11'56.54"S, longitude 50°19'34.15"O), foi escolhido em área cultivada com *Triticum aestivum* (trigo). Próximo ao ninho haviam algumas árvores de eucalipto e uma de *Grevillea robusta* (grevilha).

Os três ninhos foram considerados adultos devido as trilhas físicas extensas e bem demarcadas no solo, porém sem o característico murundum.

As coletas iniciaram-se no mês de abril de 2016 estendendo-se até o mês de setembro. Semanalmente, após as 17 horas, foram coletadas manualmente, com o uso de uma pinça, vinte formigas de cada ninho com o respectivo fragmento vegetal que cada formiga transportava. A coleta foi realizada na trilha próxima ao olheiro de entrada. Em seguida, os vinte conjuntos (cada qual com uma formiga e seu respectivo fragmento vegetal) foram então individualizados em frascos de vidro enumerados, posteriormente levados para o laboratório para serem refrigerados por um dia.

Durante as coletas, foram registradas as médias de temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, velocidade do vento e o índice pluviométrico (Tabela 1), obtidos na Estação Meteorológica do IAPAR no *Campus* Luiz Meneghel.

Tabela 1- Médias de temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, velocidade do vento e índice pluviométrico nos meses de fevereiro a setembro de 2016 em Bandeirantes -PR.

Mês	Temperatura (°C)	UR%	Evaporação (mm)	Vel.vento (km/h)	Precipitação (mm)
fevereiro	25,7	40,89	2,6	4,73	8,11
março	24,5	34,93	3,9	3,16	147
abril	26,5	52	4,2	3,84	75,3
maio	26,6	46,2	1,8	2,80	203,5
junho	26,6	38,83	2,5	2,40	140,7
julho	26,4	55,69	3,7	2,53	24,5
agosto	26,5	49,61	4,4	4,27	116,7
setembro	27,8	37,92	4,8	7,84	22,4

Fonte: Estação Meteorológica do IAPAR-*Campus* Luiz Meneghel, 2016.

### 3.3.1 Análise dos Vegetais Coletados

Para análise de forrageamento, o material vegetal foi retirado do refrigerador, separado da formiga e pesado individualmente em balança analítica. Posteriormente foi classificado como folha, pecíolo, vagem, semente, fruto, broto e haste. Para análise de forrageamento, o material vegetal foi retirado do refrigerador, separado da formiga e pesado individualmente em balança analítica. Posteriormente foi classificado como folha, pecíolo, vagem, semente, fruto, broto e haste. Para as folhas, todas foram consideradas frescas, porém devido a coloração mais clara, tamanho e textura foram classificadas em jovens e aquelas mais escuras, maiores e textura mais espessa, classificadas como maduras.

### 3.3.2 Análise Morfométrica

Para análise morfométrica utilizou-se metodologia adotada por Caldato (2010) com modificações. Cada formiga foi pesada em balança analítica, e com auxílio de paquímetro digital mediu-se o comprimento total do corpo (cabeça + tórax + pecíolo + gáster) e largura da cápsula cefálica (maior distância entre os espinhos occipitais) (Figura 3).

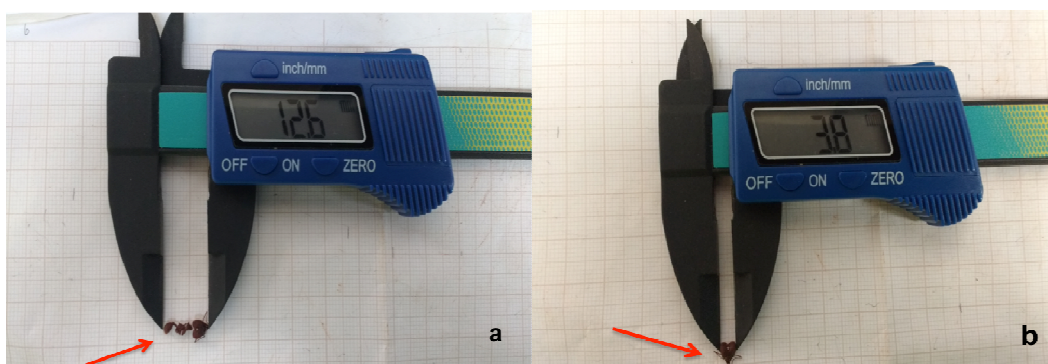


Figura 3-a) Aferição com paquímetro do comprimento total do corpo de *A. sexdens rubropilosa*; b) Comprimento da largura da cápsula cefálica (maior distância entre os espinhos occipitais).

### **3.3.3 Análise Estatística**

Os dados coletados foram analisados por meio da correlação de Pearson, regressões lineares simples e geométricas, teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e Coeficiente de Contingência (CC).

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.4.1 Análise dos Vegetais Coletados

#### 3.4.2 Preferência de Corte

Finalizado os seis meses de observação, contabilizou-se um total de 24 coletas em cada ninho, resultando em 1.440 formigas e suas respectivas cargas.

Não houve registro de material que não fosse de origem vegetal transportado no período de coletas pelas operárias nas trilhas, assim como nas observações de Leal e Oliveira (2000), com diferentes espécies da tribo Attini no Cerrado brasileiro.

Mesmo tendo outras espécies vegetais próximas ao N<sub>1</sub>, as formigas forragearam estruturas de ligustro, e em maior quantidade as folhas. Mariconi (et al., 1963), também estudando *A. sexdens rubropilosa*, relataram a preferência por folhas desta espécie arbórea, e atualmente é um dos vegetais utilizados como fonte alimentar para colônias mantidas em laboratório (Roces e Hölldobler, 1994; Camargo et al., 2003; Arnhold et al., 2013).

O N<sub>2</sub>, apesar de localizado numa área com eucaliptos, cujas folhas são altamente atacadas por formigas cortadeiras (Santos et al., 2008) as formigas forrageadoras coletaram resteva de soja (sementes, palha, folhas) brotações de eucalipto e haste de *Sonchus oleraceus* (serralha) (Figura 4). No trabalho de Chiaradia et al. (2014) os autores também registraram o forrageamento na cultura da soja, assim como observado neste trabalho, sinalizando assim, que esta praga ainda pode vir a ser uma das responsáveis em causar grandes prejuízos a esta cultura.

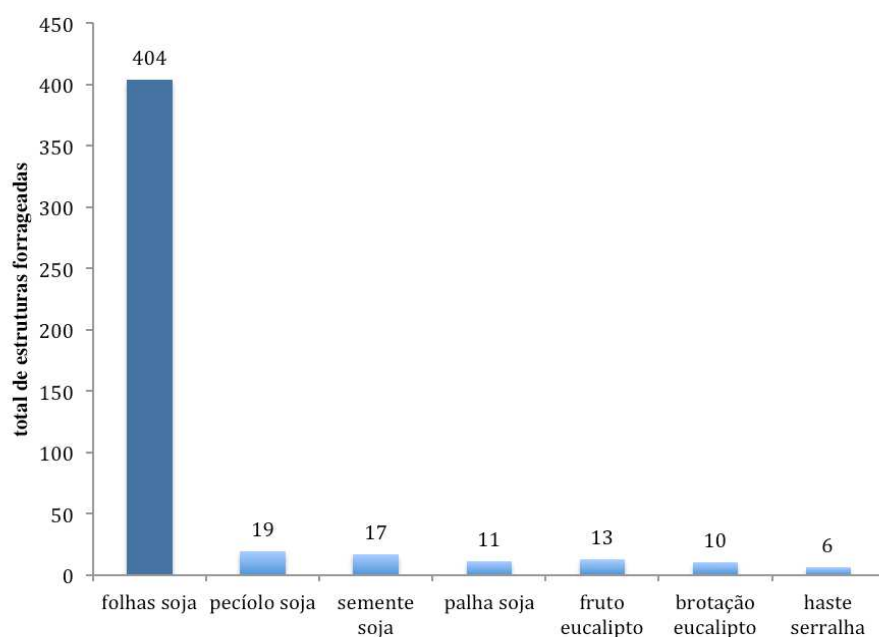


Figura 4- Estruturas vegetais de soja, eucalipto e serralha forrageadas por *A. sexdens rubropilosa*, durante os meses de abril a setembro de 2016 no ninho 2 (N<sub>2</sub>), localizado na área de ILP do CLM em Bandeirantes/PR.

No último ninho (N<sub>3</sub>), observou-se que além do trigo as formigas coletaram folhas de *Grevillea robusta* (grevilha), de eucalipto e resteva de soja (Figura 5).

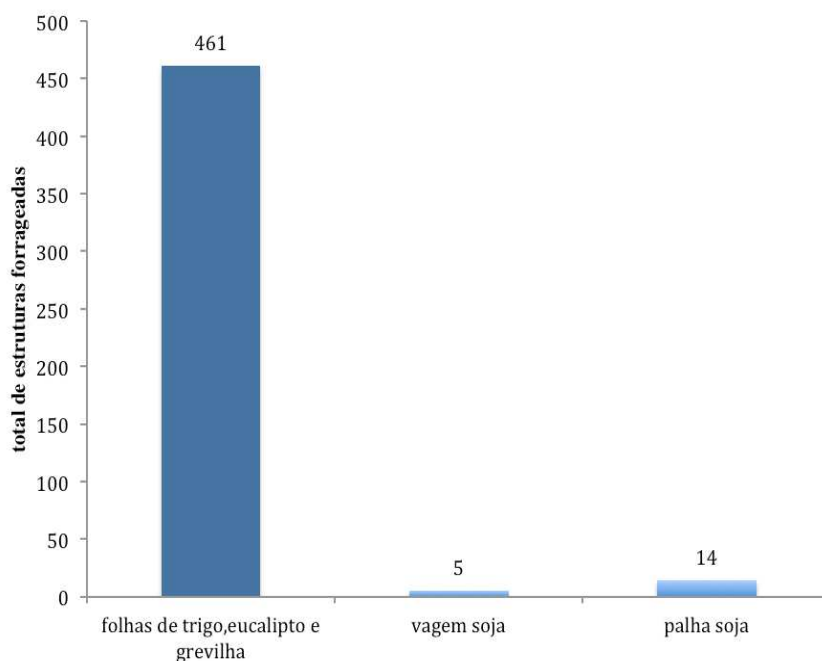


Figura 5 - Estruturas vegetais de trigo, eucalipto, grevilha e soja, forrageadas por *A. sexdens rubropilosa* durante os meses de abril a setembro de 2016 no ninho 3 (N<sub>3</sub>).

Entre as espécies de *Atta*, algumas atacam as dicotiledôneas e outras preferem atacar as monocotiledôneas (Cherrett, 1972), ocorrendo assim uma pré-seleção entre as espécies vegetais. Quando estão no forrageamento, as formigas-cortadeiras selecionam algumas espécies e rejeitam outras (Della Lucia et al., 1995). Esta seleção pode ocorrer de maneira ainda mais específica, pois formigas *A. sexdens* e *A. laevigata* foram capazes de diferenciar procedências de uma mesma espécie de eucalipto dando preferência de corte para uma de mesma região de origem (Santana e Couto, 1990). Já *A. cephalotes* distinguiu espécies de eucalipto dentro de um mesmo gênero (Hubbell e Wiemer, 1983).

No N<sub>1</sub>, o ligustro forrageado pelas formigas, provavelmente não contém na composição química e física de suas folhas elementos que causariam a rejeição pelas formigas, como compostos tóxicos ou alguma barreira física (Della Lucia e Oliveira, 1993). Porém, Souza et al. (2009), encontraram no estado de Minas Gerais dois saueiros forrageando em área com cultivo de nim (*Azadiracta indica*), espécie conhecida devido às suas propriedades inseticidas, e atribuíram este fato a baixa concentração destas substâncias nas folhas, visto que são encontradas nas sementes as maiores concentrações tóxicas, segundo revisão elaborada por Mordue e Nisbet (2000). De todo modo, como não foram realizados neste trabalho testes com o ligustro que poderiam apontar a presença de algum composto tóxico, pressupõe-se a ausência ou a baixa concentração em suas folhas.

Nos três ninhos pôde-se observar que o material forrageado, não foi somente folhas, mas também pecíolos, frutos, sementes, hastes e brotações. Este fato corrobora com os trabalhos de Camargo et al. (2003) e Borba et al. (2006), onde constataram que diferentes recursos vegetais fazem com que o fungo tenha crescimento modificado, supondo-se que as formigas buscam variar sua dieta para melhorarem o desenvolvimento do seu fungo transportando diversas estruturas vegetais para seu ninho.

No N<sub>2</sub> ocorreu a interação das formigas com sementes e frutos, ou seja, a mirmecocoria, termo este que dá nome a dispersão de sementes por formigas (Handel e Beattie, 1990). A mirmecocoria pode ser especializada quando a semente tem elaiossoma, ou não especializada quando a semente não tem esta estrutura que atrai as formigas. Neste trabalho ocorreu mirmecocoria não especializada, assim como observado por Silva et al. (2007) onde formigas levaram sementes de soja para o ninho. Na semana seguinte observou-se que as sementes foram devolvidas próxima ao olheiro, fato também observado por Leal e Oliveira (1998) onde formigas da tribo Attini forragearam e devolveram sementes para o exterior dos ninhos.

As hipóteses relacionadas a química ou física dos recursos, mencionadas por

Della Lucia e Oliveira (1993) quanto a devolução de sementes poderiam ser utilizadas para explicar as causas pela escolha e rejeição após alguns dias. A soja, por não ter o elaiossoma, e por ter um tegumento rígido, dificultaria a fragmentação e posterior incorporação na massa de fungo.

O fato das formigas selecionarem, cortarem e transportarem determinada planta, devolverem para o exterior do ninho e não mais ser utilizada no forrageamento, é explicado pela hipótese de sinais de transmissão de informação (Bollazzi e Roces, 2011) que ocorre entre formigas-cortadeiras. Lopes et al. (2004) estudaram três diferentes espécies de *Acromyrmex* e sugeriram que as operárias podem selecionar ou rejeitar determinada planta de acordo com informações passadas por suas companheiras e também devido a suas próprias experiências. Travaglini et al. (2015) investigaram aspectos relacionados a distância e tempo de regresso ao ninho durante o forrageamento, sustentando a hipótese de transmissão de informação entre as operárias.

### 3.4.3 Folhas jovens x folhas maduras

As folhas foram o recurso vegetal coletado em maior quantidade pelas formigas nos três ninhos durante os meses estudados. Nos seis meses de avaliação foi observado diferença estatística ( $\chi^2=59,9$ ,  $(p) = < 0,0001$ ), quando se comparou a preferência de carregamento das folhas de acordo com seu grau de maturidade, sendo as folhas maduras mais carregadas (Figura 6).

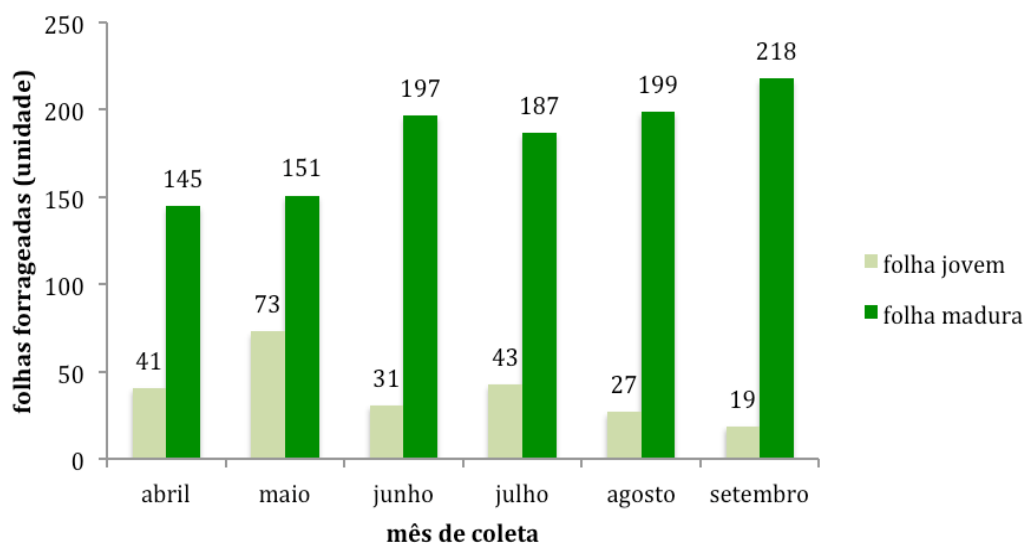


Figura 6- Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas nos três ninhos de *A. sexdens rubropilosa* de abril a setembro de 2016 em Bandeirantes/PR.

No N<sub>1</sub>, observou-se diferença estatística entre carregamento de folhas jovens e maduras ( $\chi^2=35,3$ , (p) = < 0,0001) (Figura 7). As cortadeiras faziam a derrubada das folhas no solo que eram carregadas pelas operárias após algumas horas. Esse comportamento foi observado por Fowler e Robinson (1979), também com *A. sexdens rubropilosa*, e com *A. vollenweideri* por Röschard e Roces (2003). Esta estratégia de forrageamento vai ao encontro aos resultados obtidos por Vasconcelos e Cherrett (1996), onde cortadeiras *A. laevigata* mostraram preferência por folhas consideradas murchas e atribuíram este fato as maiores concentrações de nutrientes nestas folhas, após o processo de perda de água, a murcha.

Estes resultados corroboram com autores que atribuem ao teor de umidade ser mais um fator a ser considerado para seletividade de material a ser forrageado (Rockwood, 1976; Della Lucia e Oliveira, 1993). No trabalho de Roces e Kleineidam (2000), os autores concluíram que formigas *A. sexdens rubropilosa*, responsáveis pelo cultivo do fungo, foram capazes de notar diferenças quando expostas a mudanças nos gradientes de umidade relativa. Comparando discos foliares de plantas, Meyer et al. (2006), concluíram que cortadeiras de *A. colombica* preferiram discos foliares com baixos teores de umidade e maior acúmulo de prolina do que plantas vigorosas e com baixos teores deste aminoácido, fonte de energia para as formigas. Estas informações demonstram a alta especialidade destes insetos e sua capacidade de percepção em relação aos teores de umidade e necessidade nutricional da colônia.

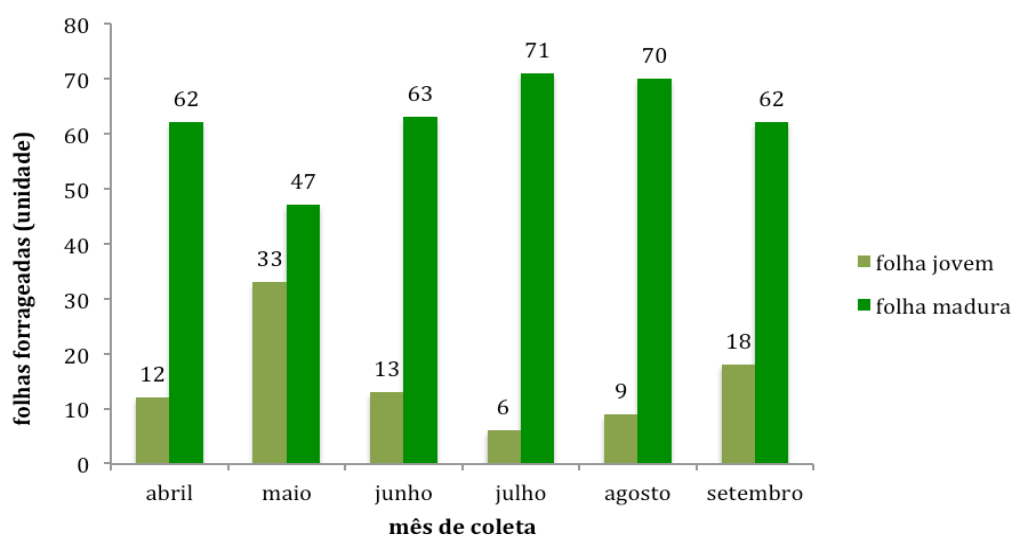


Figura 7- Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas por *A. sexdens rubropilosa* no ninho 1 (N<sub>1</sub>) de abril a setembro de 2016, em Bandeirantes/PR ( $\chi^2=35,3$ , (p) = < 0,0001).

Nos meses em que havia nas imediações do N<sub>2</sub>, uma árvore de eucalipto em brotação, as formigas forragearam folhas maduras e jovens em quantidade semelhante (Figura 8).

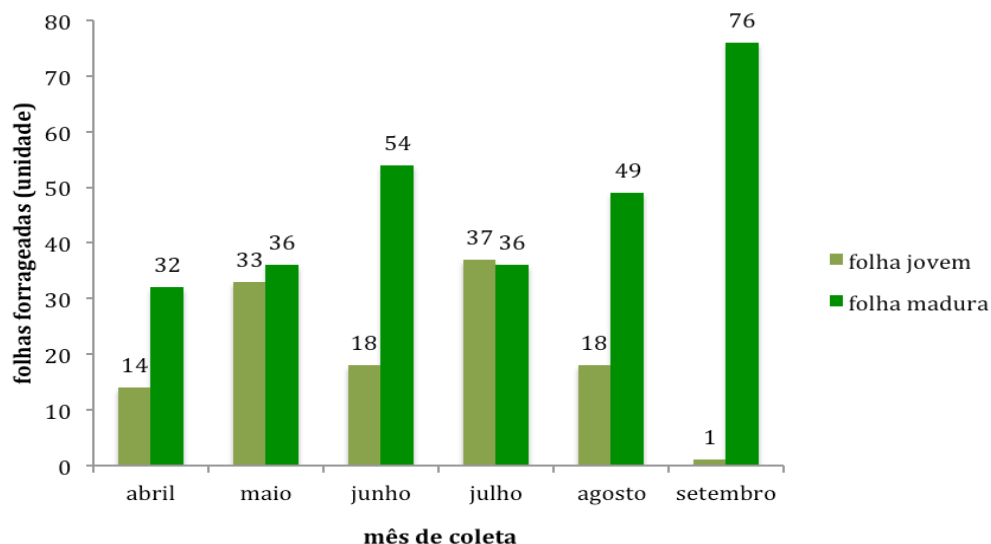


Figura 8 - Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas por *A. sexdens rubropilosa* no ninho 2 (N<sub>2</sub>) de abril a setembro de 2016, em Bandeirantes/PR ( $\chi^2=56,7$ ,  $p < 0,0001$ ).

As espécies de eucalipto possuem compostos na cera epicuticular de suas folhas, entre eles os terpenóides (Viana et al., 2010), podendo chegar a concentração de 1,56% em folhas de *Eucalyptus grandis* (Pereira, 2010). Segundo Ribeiro e Marinho (2011), compostos constituintes da cera epicuticular das plantas, podem ter ação deterrente na atividade de forrageamento das formigas cortadeiras. Salatino et al. (1998), trabalhando também com a saúva-limão, porém com um arbusto do cerrado brasileiro conhecido como mandioqueiro *Didymopanax vinosum* (Araliaceae), encontraram lupeol, outra substância com efeito deterrente presente na cera epicuticular das folhas. Em 1978, Littlelyke e Cherrett, observaram a preferência de *Atta cephalotes* e *Acromyrmex octospinosus* por folhas novas, sugerindo a hipótese de que poderiam haver quantidades maiores de substâncias deterrentes nas folhas maduras.

No N<sub>3</sub>, as folhas de trigo que ocupavam toda a área, foram forrageadas no estágio vegetativo e rejeitadas a partir do estágio reprodutivo. Neste momento as folhas tornaram-se menos tenras, aparentemente mais duras e resistentes ao corte, e as formigas passaram a forragear maior quantidade de folhas maduras de eucalipto e grevilha (Figura 9).

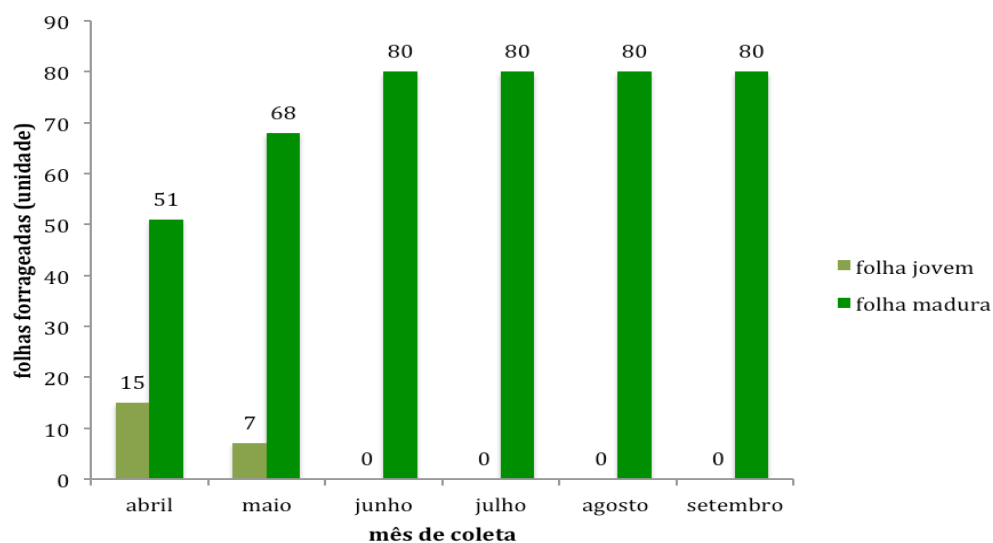


Figura 9 - Quantidade de folhas jovens e maduras forrageadas por *A. sexdens rubropilosa* no ninho 3 (N<sub>3</sub>) de abril a setembro de 2016, em Bandeirantes/PR. ( $\chi^2=66,3$ , (p) =< 0,0001).

Estudando *A. cephalotes* e *A. octospinosus*, Nichols-Orians e Shultz (1990), verificaram a preferência dessas espécies por folhas mais tenras, atribuindo um grau de dureza três vezes maior as folhas velhas quando comparadas as novas. Pode-se também relacionar a umidade do material a ser forrageado, a perda de água e aspecto seco do trigo que influenciaram na seleção das formigas por recursos mais tenros, com maior umidade e fáceis de serem cortados. Este dado é corroborado pela hipótese de seleção mencionada por Della Lucia e Oliveira (1993), atribuindo as características mecânicas do recurso como mais um fator a influenciar na seleção do recurso vegetal.

### 3.4.4 Análise Morfométrica

A partir dos dados obtidos no primeiro mês de coletas, no N<sub>1</sub>, verificou-se correlação significativa entre massa da operária e seu comprimento ( $r=0,72$ ;  $R^2=52\%$ ); massa da operária e a largura da cabeça ( $r=0,73$ ;  $R^2=53\%$ ) e uma fraca correlação entre massa da operária e massa da carga ( $r=0,28$ ;  $R^2=8\%$ ). No N<sub>2</sub> verificou-se correlação significativa entre massa da operária e seu comprimento ( $r=0,85$ ;  $R^2=73\%$ ); massa da operária e a largura da cabeça ( $r=0,85$ ;  $R^2=72\%$ ) e uma fraca correlação entre massa da operária e massa da carga ( $r=0,39$ ;  $R^2=15\%$ ). No N<sub>3</sub> verificou-se correlação significativa entre massa da operária e seu comprimento ( $r=0,67$ ;  $R^2=45\%$ ); massa da operária e a largura da cabeça ( $r=0,69$ ;  $R^2=47\%$ ); uma fraca correlação entre massa da operária e massa da carga ( $r=0,32$ ;  $R^2=10\%$ ) (Figura 10).

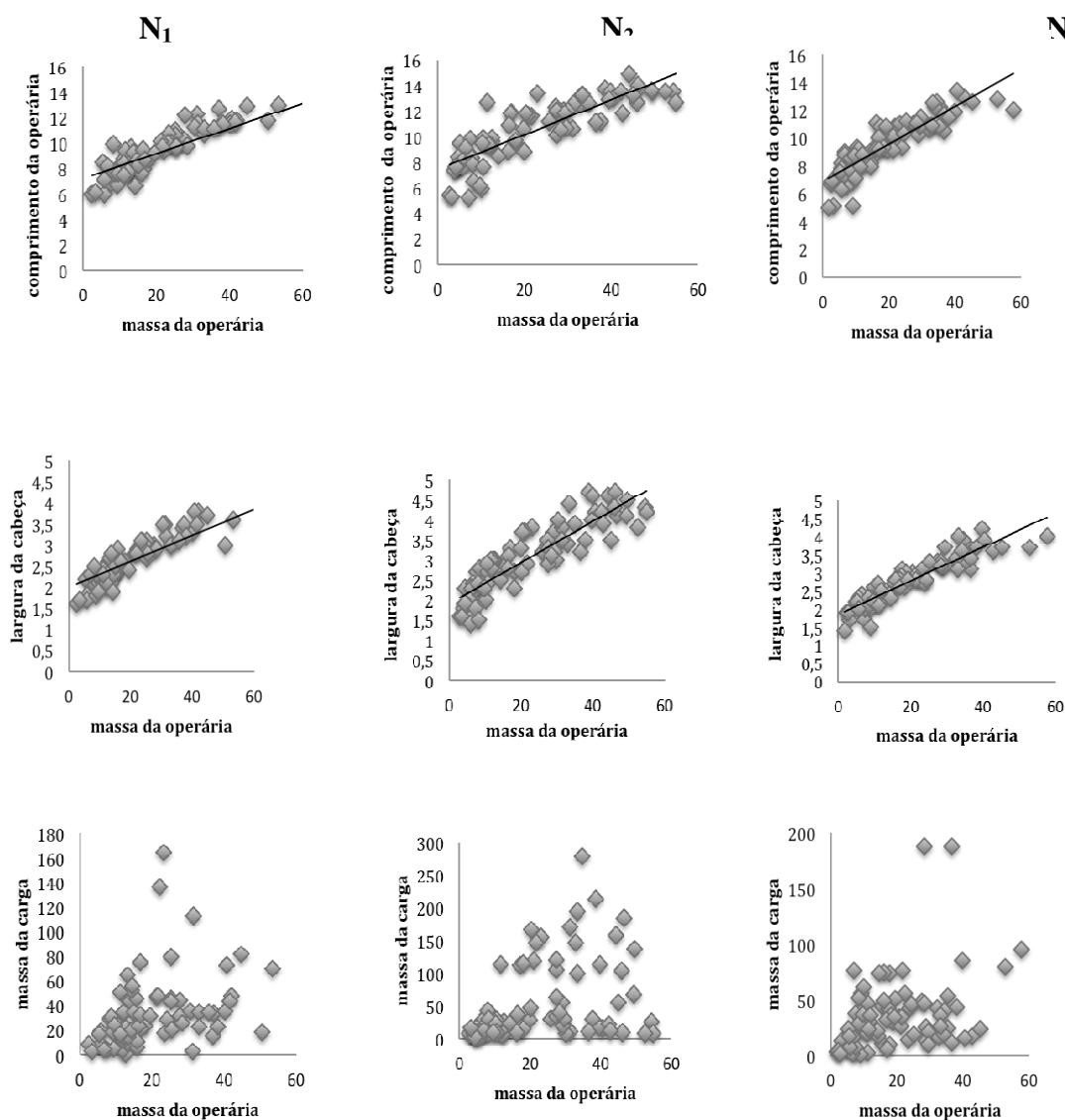


Figura 10 - Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de *A. sexdens rubropilosa*; e suas cargas nos três ninhos, em abril de 2017, primeiro mês de coletas.

Nos meses seguintes, os resultados foram semelhantes, (Apêndices de A a E) apresentando correlações significativas entre massa de operária e seu comprimento; massa de operária e a largura de cabeça, porém uma fraca correlação entre massa de operária e massa de carga.

Para a espécie *A. cephalotes* Cherrett (1972), observou que as formigas maiores transportaram material vegetal maior e mais resistente ao corte, o mesmo relatado por Dussutour et al. (2009), com a espécie *Atta colombica*. Porém, os resultados obtidos neste

trabalho não comprovam tal afirmação, devido a fraca relação entre as variáveis massa da operária e massa da carga.

O círculo traçado pela mandíbula da formiga em volta de si mesma, e assim o corte do fragmento vegetal (Hölldobler e Wilson, 1990) sugere a hipótese de correspondência de massa entre formiga e sua carga, pois quanto maior a formiga maior o semicírculo formado, mas somente se o corte acontecesse de forma ininterrupta, fato nem sempre observado durante o forrageamento (Cherrett, 1972).

No presente estudo, verificou-se este comportamento, o de não ocorrência de corte ininterrupto. As forrageadoras frequentemente selecionaram material com o corte já iniciado e abandonado por outra formiga. No N<sub>1</sub>, onde transportaram cargas horas após a derrubada no solo, o mesmo corte e transporte fracionado ocorreu, deste modo não estabelecendo esta relação entre formiga e carga.

No estudo de Van Breda e Stradling (1994), os autores analisaram a relação entre o ângulo formado entre as pernas, e o fragmento vegetal coletado pela espécie *A. cephalotes* e não encontraram esta compatibilidade entre os dois fatores.

Outro fator que possivelmente ocorreu no presente trabalho, em específico nos ninhos N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub>, onde as saúvas mudaram a fonte de recursos vegetais, foi a transmissão de informação entre as forrageadoras. Ao encontrarem nova fonte de recurso, as forrageadoras precisam voltar para o ninho para recrutarem novos indivíduos (Travaglini et al., 2015), e assim também influenciando no tamanho da carga, pois cargas menores são mais fáceis de carregamento e possibilitam uma volta mais rápida para o ninho e menor custo energético (Burd e Howard, 2005; Barros, 2010).

Em síntese, nos três ninhos durante os seis meses de coletas, as forrageadoras variaram em tamanho e não demonstraram uma relação positiva entre formiga forrageadora e carga transportada, sugerindo que independente de seu tamanho são capazes de se ajustarem, de acordo com a necessidade do ninho transportando cargas de diferentes massas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de estudo a estrutura vegetal forrageada com maior frequência de carregamento por *A. sexdens rubropilosa* foram as folhas maduras. No N<sub>1</sub>, as formigas forragearam somente folhas de ligustro, e preferindo transportá-las quando estavam murchas. No ninho N<sub>2</sub>, localizado em área de Integração-Lavoura-Pecuária, forragearam serralha, soja e preferência por folhas jovens de eucalipto. Em N<sub>3</sub>, quando da ausência de folhas tenras de trigo, as formigas forragearam eucalipto, grevilha e resteva de soja. Os resultados encontrados não apontam a existência de uma possível relação entre massa da formiga e sua carga.

## REFERÊNCIAS

- AMANTE, E. Prejuízos causados pela formiga saúva em plantações de *Eucalyptus* e *Pinus* no Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**.v. 6, p. 355-363, 1967.
- ARAÚJO, M. S.; RIBEIRO, M. M. R.; MARINHO, C. G. S.; OLIVEIRA, M. A.; DELLA LUCIA, T. M. C. Fundação e Estabelecimento de formigueiros. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (ed.). **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011. p. 174-188.
- ARNHOLD, A.; MAGISTRALI, I. C.; DOS ANJOS, N. Espécies florestais e formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em Viçosa, Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 74, p. 215-219, 2013.
- AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp. Hymenoptera-Formicidae) Número de formas aladas e redução dos sauveiros iniciais. **Arquivos do Instituto Biológico São Paulo**, v.19, p. 325-331, 1950.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J., SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: INPA, 2015.388.p.
- BARROS, L. A. C. **Citogenética de espécies de Attini (Formicidae: Myrmicinae)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento).
- BOLLAZZI, M.; ROCES F. Information needs at the beginning of foraging: grass-cutting ants trade off load size for a faster return to the nest. **Plos One**. v. 6, n. 3, p. e17667, 2011.
- BORBA, S.R.; DE MAGALHÃES, A. E. L. J.; MORAES, B. C. L.; CENTENARO, E. D. Crescimento do fungo simbiote de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em meios de cultura com diferentes extratos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 725-730, 2006.
- BRANDÃO, C. F.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; SANHUDO, C.E.D. Taxonomia e filogenia das formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C (ed.) **Formigas-cortadeiras: da biologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011. p. 27-48.
- BURD, M. Variable load size-ant size matching in leaf-cutting ants, *Atta colombica* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of insect behaviour**, v. 8, n. 5, p. 715-722, 1995.
- BURD, M. Foraging behaviour of *Atta cephalotes* (leaf-cutting ants): an examination of two predictions for load selection. **Animal behaviour**, v. 60, n. 6, p. 781-788, 2000.
- BURD, M.; HOWARD, J. J. Central-place foraging continues beyond the nest entrance: the underground performance of leaf-cutting ants. **Animal behaviour**, v. 70, n. 1, p. 737-744, 2005.
- CALDATO, N. **Biologia de *Acromyrmex balzani* Emery, 1890 (Hymenoptera, Formicidae)**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Proteção de Plantas).

CAMARGO, R. S.; FORTI, L. C.; DE MELO ROCHA, M.; DE MATOS, C. A. O.; LOPES, J. F.; DE ANDRADE, A. P. P.; VERZA, S. S. The effect of plant diversity on fungus garden development and foraging behavior of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 42, n. 2, p. 359-368, 2003.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; PEZZUTTI, R.; DA SILVA OLIVEIRA, L. Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 39-45, 2008.

CHERRETT, J. M. Some factors involved in the selection of vegetable substrate by *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in tropical rain forest. **The Journal of Animal Ecology**, 647-660, 1972.

CHIARADIA, L. A.; REBONATTO, A.; SMANIOTTO, M. A.; DAVILA, M. R. F.; NEVES, C. N. Artropodofauna associada às lavouras de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2014.

COSTA, A.N. **Padrões de forrageamento e biomassa vegetal consumida por *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em uma área do Cerrado Brasileiro.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2007.56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais).

DELLA LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H.G. As Formigas Cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C.(ed.) **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p. 1-3.

DELLA LUCIA, T. M. C.; MOREIRA, D. D. O. Caracterização dos ninhos. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (ed.). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p. 32-42.

DELLA LUCIA, T.M.C.; OLIVEIRA, P.S. Forrageamento. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (ed.). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p. 84-105.

DELLA LUCIA, T. M. C., FOWLER, H. G., MOREIRA, D. D. O. Espécies de formigas cortadeiras no Brasil. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (ed.). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p. 26-31.

DELLA LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G.; MOREIRA, D. D. O.; DELLA LUCIA, T. M. C. Castas de Formigas Cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (ed.). **As Formigas Cortadeiras**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p. 43-48.

DELLA LUCIA, T.M.C.; OLIVEIRA, M.A.; ARAÚJO, M.S. Avaliação da não-preferência da formiga cortadeira *Acromyrmex subterraneus subterraneus* (Forel) ao corte de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 92-99, 1995.

DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D.J. Importância e história de vida das formigas-cortadeiras. In: **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011, p. 13-26.

DELLA LUCIA, T. M. C.; GANDRA, L. C.; GUEDES, R. N. C. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest management science**, v. 70, n. 1, p. 14-23, 2014.

DUSSUTOUR, A.; DENEUBOURG, J. L.; BESHES, S.; FOURCASSIÉ, V. Individual and collective problem-solving in a foraging context in the leaf-cutting ant *Atta colombica*. **Animal cognition**, v. 12, n. 1, p. 21, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro. EMBRAPA-SPI, 2006.306 p.: il. ISBN 85-85864. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 12/04/2017.

ENDRINGER, F.B. **Comportamento de forrageamento da formiga *Atta robusta* Borgmeier 1939 (Hymenoptera: Formicidae)**. Campos dos Goytacazes: Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2011. 78f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)

FARJI-BRENER, A. G.; GHERMANDI, L. Seedling recruitment in a semiarid Patagonian steppe: Facilitative effects of refuse dumps of leaf-cutting ants. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 6, p. 823-830, 2004.

FERREIRA, B. Z. **Herbivoria por *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908) sobre espécies arbóreas em restauração florestal**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, 2015. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal).

FORTI, L.C.; BOARETTO, M.A.C. **Formigas cortadeiras: biologia, ecologia, danos e controle**. Botucatu: Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Estadual Paulista, 1997. 61 p.

FORTI, L. C., MOREIRA, A. A.; ANDRADE, A. P.; CASTELLANI, M. A.; CALDATO, N. Nidificação e arquitetura de ninhos de formigas-cortadeiras. Della Lucia, T.M.C. In: **Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011.p.102-125.

FOWLER, H. G.; ROBINSON, S. W. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): seasonal patterns, caste and efficiency. **Ecological Entomology**, v. 4, p. 239-247, 1979.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. Sociedade dos insetos. In: **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4.ed. São Paulo: Roca, 2012. p. 267-292.

HANDEL, S. N; A. J. BEATTIE.; A.J. Seed dispersal by ants. **Scientific American**, v. 263: p.76-83, 1990.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Harvard University Press, 1990. 732p.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The leafcutter ants: civilization by instinct**. New York: Norton, 2011. 160 p.

HUBBELL, S. P.; WIEMER, D. F. Host plant selection by an attine ant. In: JAISSON, P. (ed.). **Social Insects in the tropics**. Paris: University of Paris Press, 1983. p.133-154.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Economico e Social Leituras regionais: **Mesorregião Norte Pioneiro Geográfica Paranaense**. Curitiba: BRDE, 2004. Disponível

em:<[http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras\\_reg\\_meso\\_norte\\_pioneiro.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_norte_pioneiro.pdf)  
>Acesso: 12/04/2017.

KOST, C.; DE OLIVEIRA, E. G.; KNOCH, T. A.; WIRTH, R. Spatio-temporal permanence and plasticity of foraging trails in young and mature leaf-cutting ant colonies (*Atta* spp.). **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 6, p. 677-688, 2005.

LEAL, I. R.; OLIVEIRA, P. S. Interactions between fungus growing ants (Attini), fruits and seeds in cerrado vegetation in southeast Brazil. **Biotropica**, v. 30, n. 2, p. 170-178, 1998.

LEAL, I. R.; OLIVEIRA, P. S. Foraging ecology of attine ants in a Neotropical savanna: seasonal use of fungal substrate in the cerrado vegetation of Brazil. **Insectes Sociaux**, v. 47, n. 4, p. 376-382, 2000.

LEAL, I. R.; RAINERW.; TABARELLI, M. Formigas cortadeiras e a ambiguidade de suas relações com plantas. In Del-Claro, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Torezan-Silingardi (Eds.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, p. 215–239. 2012. Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/profile/Inara\\_Leal/publication/289671918\\_Formigas\\_cortadeiras\\_e\\_a\\_ambiguidade\\_de\\_suas\\_relacoes\\_com\\_plantas/links/5691275308aee91f69a4f38a.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Inara_Leal/publication/289671918_Formigas_cortadeiras_e_a_ambiguidade_de_suas_relacoes_com_plantas/links/5691275308aee91f69a4f38a.pdf)>  
Acesso em 08/04/2017.

LITTLEDYKE, M.; CHERRETT, J. M. Defence mechanisms in young and old leaves against cutting by the leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Hymenoptera: Formicidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 68, n. 2, p. 263-271, 1978.

LOPES, J.F.S.; FORTI, L.C.; CAMARGO, R.S. 2004. The influence of the scout upon the decision-making process of recruited workers in three *Acromyrmex* species (Formicidae: Attini). **Behavioural Processes**, v. 67, n. 3, p. 471-476, 2004.

MARICONI, F. A. M.; ZAMITH, A. P. L.; CASTRO, U. P.; JOLY, S. Nova contribuição para o conhecimento das saúvas de Piracicaba (*Atta* spp.) (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Agrícola**, v. 38, p. 86-93, 1963.

MARICONI, F. A.M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167p.

MARINHO, C. G. S.; OLIVEIRA, M. A.; ARAÚJO, M. S.; RIBEIRO, M. M. R.; DELLA LUCIA, T. M. C. Voo nupcial ou revoada de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011. p. 165-172.

MARSARO JÚNIOR, A. L.; RUGAMA, A. J.M.; LIMA, C. A.; DELLA LUCIA, T. M. C. Preferência de corte de *Eucalyptus* spp. por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 171-174, 2007.

MEHDIABADI, N. J.; SCHULTZ, T. R. Natural history and phylogeny of the fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). **Myrmecological News**, v. 13, p. 37-55, 2009.

- MEYER, S. T.; ROCES, F.; WIRTH, R. Selecting the drought stressed: effects of plant stress on intraspecific and within plant herbivory patterns of the leaf-cutting ant *Atta colombica*. **Functional Ecology**, v. 20, n. 6, p. 973-981, 2006.
- MORDUE, A. J.; NISBET, A. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, p. 615- 632, 2000.
- MOREIRA, D.D.O.; ERTHAL JR.M.; SAMUELS. R.I. Alimentação e Digestão em Formigas Cortadeiras. Della Lucia, T.M.C. In: **Formigas-Cortadeiras: da Bioecologia ao Manejo**. Viçosa: UFV, 2011.p.102-125.
- MUELLER, U. G.; REHNER, S. A.; SCHULTZ, T.R. The evolution of agriculture in ants. **Science**, v. 281, n. 5385, p. 2034-2038, 1998.
- MUELLER, U. G.; SCHULTZ, T. R.; CURRIE, C. R.; ADAMS, R. M.; MALLOCH, D. The origin of the attine ant-fungus mutualism. **Quarterly Review of Biology**, v. 76, p. 169-197, 2001.
- MUELLER, U. G. Ant versus fungus versus mutualism: Ant-cultivar conflict and the deconstruction of the attine ant-fungus symbiosis. **American Naturalist**, v. 160, n. S4, p. S67-S98, 2002.
- NAGAMOTO, N.S.; GARCIA, M. G.; FORTI, L.C.; VERZA, S.S.; NORONHA, N.C.; RODELLA, R.A. Microscopic evidence supports the hypothesis of high cellulose degradation capacity by the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. **Journal of Biological Research**, v. 16, p. 308-312, 2011.
- NICHOLS-ORIAN, C. M.; SCHULTZ, J. C. Interactions among leaf toughness, chemistry, and harvesting by attine ants. **Ecological Entomology**, v. 15, n. 3, p. 311-320, 1990.
- NICKELE, M. A.; PIE, M. R.; REIS FILHO, W. R.; PENTEADO, S. D. R. C. Formigas cultivadoras de fungos: estado da arte e direcionamento para pesquisas futuras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 53-72, 2013.
- NORTH, R.D.; JACKSON, C.M; C. HOWSE, P.E. Evolutionary aspects of ant-fungus interactions in leaf-cutting antes. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 12, n.10, p.386-389. 1997.
- PEREIRA, J.L. **Composição química dos óleos essenciais de espécies de *Eucalyptus L'Herit* (Myrtaceae)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica).
- PETERNELLI E. F. O. **Interação entre formigas e sementes, com ênfase nas cortadeiras**. Viçosa: Universidade federal de Viçosa, 2007. 91f. Tese (Doutorado em Entomologia).
- PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 851-861, 2000.
- RANDO, J.S.S. **Ocorrência de espécies de *Atta Fabricius, 1804* e *Acromyrmex Mayr, 1865* em algumas regiões do Brasil**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita

Filho”, 2002. 105f. (Doutorado em Agronomia e Proteção de Plantas).

RIBEIRO, M. M. R.; MARINHO, C. G. S. Seleção e forrageamento em formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (ed.) **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011.p.189-203.

ROCES, F.; NÚÑEZ, J. A. Information about food quality influences load-size selection in recruited leaf-cutting ants. **Animal Behaviour**, v. 45, n. 1, p. 135-143, 1993.

ROCES, F.; HÖLLDOBLER, B. Leaf density and a trade-off between load-size selection and recruitment behavior in the ant *Atta cephalotes*. **Oecologia**, v. 97, n. 1, p. 1-8, 1994.

ROCES, F., KLEINEIDAM, C. Humidity preference for fungus culturing by workers of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. **Insectes Sociaux**, v. 47, n. 4, p. 348-350, 2000.

ROCKWOOD, L.L. Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). **Ecology**, v. 57, n. 1, p. 48-61, 1976.

RÖSCHARD, J.; ROCES, F. Cutters, carriers and transport chains: distance-dependent foraging strategies in the grass-cutting ant *Atta vollenweideri*. **Insectes Sociaux**, v. 50, n. 3, p. 237-244, 2003.

SALATINO, A.; SUGAYAMA, R. L.; NEGRI, G.; VILEGAS, W. Effect of constituents of the foliar wax of *Didymopanax vinosum* on the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 86, n. 3, p. 261-266, 1998.

SANTANA, D. D. Q.; COUTO, L. Resistência intra-específica de eucaliptos a formigas-cortadeiras. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 20, p. 13-21, 1990.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PIRES, E. M. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 242, p. 47-70, 2008.

SILVA, A.; BACCI, M.; PAGNOCCA, F. C.; BUENO, O. C.; HEBLING, M. J. A. Starch metabolism in *Leucoagaricus gongylophorus*, the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. **Microbiological research**, v. 161, n. 4, p. 299-303, 2006.

SILVA, P. D.; LEAL, I. R.; WIRTH, R.; TABARELLI, M. Harvesting of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. seeds (Burseraceae) by the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. promotes seed aggregation and seedling mortality. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 3, p. 553-560, 2007.

SOUZA, R. M.; ANJOS, N. dos.; CORDEIRO, G.; MOURÃO, S.A. Primeiro registro de *Atta sexdens rubropilosa* forel atacando árvores de Nim, *Azadirachta indica* A. Juss. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, p. 729-733, 2009.

SOUZA, D. J.; SANTOS, J. F. L.; DELLA LUCIA, T. M. C. Organização social das formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (ed.) **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011. p. 126-140.

- STERNBERG, L.D.; PINYON, M.C.; MORERA, M.Z.; MOUTINHO, P.; ROJAS, E.I.; HERRE, E.A. Plants use macronutrients accumulated in leaf-cutting ant nests. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 315-321, 2007.
- TRANIELLO, J. F. A. Foraging strategies of ants. **Annual review of entomology**, v. 34, n. 1, p. 191-210, 1989.
- TRAVAGLINI, R.V. **Determinação das estratégias coletivas de forrageamento em *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera, Formicidae)**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, 2014. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Proteção de Plantas)
- TRAVAGLINI, R.V.; FORTI, L.C.; CAMARGO, R.S.; Foraging behavior of leaf cutting ants: How do workers search for their food? **Sociobiology**, v. 62, n. 3, p. 347-350, 2015.
- VAN BREDA, J. M.; STRADLING, D. J. Mechanisms affecting load size determination in *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera, Formicidae). **Insectes sociaux**, v. 41, n. 4, p. 423-435, 1994.
- VASCONCELOS, H. L.; CHERRETT, J. M. The effect of wilting on the selection of leaves by the leaf cutting ant *Atta laevigata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 78, n. 2, p. 215-220, 1996.
- VERCHOT, L. V.; MOUTINHO, P. R.; DAVIDSON, E. A. Leaf-cutting ant (*Atta sexdens*) and nutrient cycling: deep soil inorganic nitrogen stocks, mineralization, and nitrification in Eastern Amazonia. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 9, p. 1219-1222, 2003.
- VERZA, S. S.; FORTI, L. C.; LOPES, J. F. S.; HUGHES, W. O. H. Nest architecture of the leaf-cutting ant *Acromyrmex rugosus rugosus*. **Insectes Sociaux**, v. 54, n. 4, p. 303-309, 2007.
- VIANA, R. G.; TUFFI SANTOS, L. D.; DEMUNER, A.; FERREIRA, F.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, M. Quantificação e composição química de cera epicuticular de folhas de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 753-758, 2010.
- VIANA-BAILEZ, A. M.; BAILEZ, O.; MALAQUIAS, K.S. Comunicação química em formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C.(ed.). **Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: UFV, 2011. p. 141-164.
- VIEIRA-NETO, E. H. M.; MUNDIM, F. M.; VASCONCELOS, H. L. Hitchhiking behaviour in leaf-cutter ants: an experimental evaluation of three hypotheses. **Insectes sociaux**, v. 53, n. 3, p. 326-332, 2006.
- ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; MEDEIROS, A. G. B.; SOUZA-SILVA, A. Combate Sistemático com iscas granuladas em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, 387-392, 2003.
- WETTERER, J. K. The Ecology and Evolution of Worker Size-Distribution in Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 34, p. 119-144, 1999.

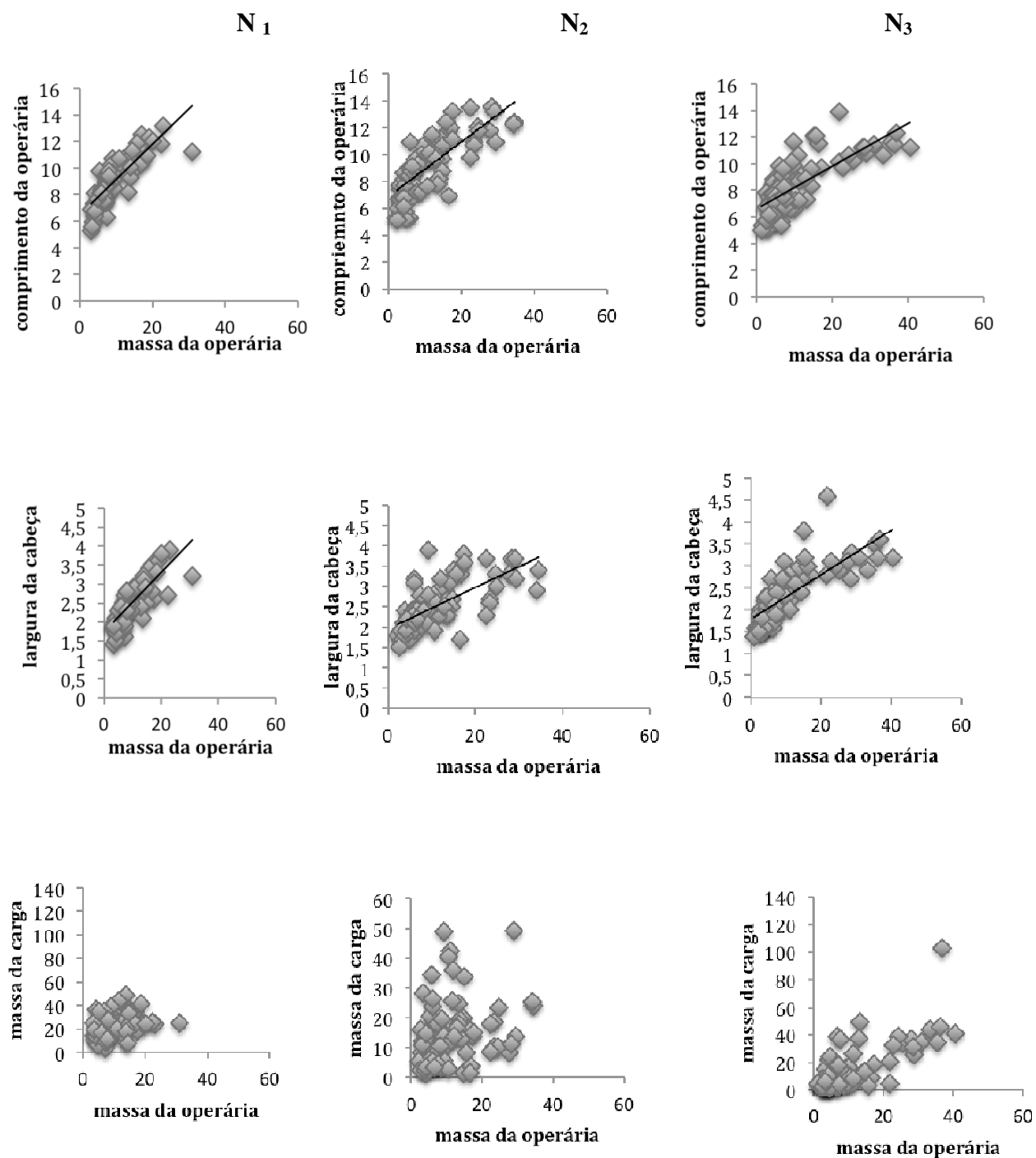
WILSON, E. O. The ergonomics of caste in the social insects. **American Naturalist**, v. 102, n. 923, p. 41-66, 1968.

WILSON, E. O. Caste and division of labor in leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Atta*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 7, n. 2, p. 143-156, 1980.

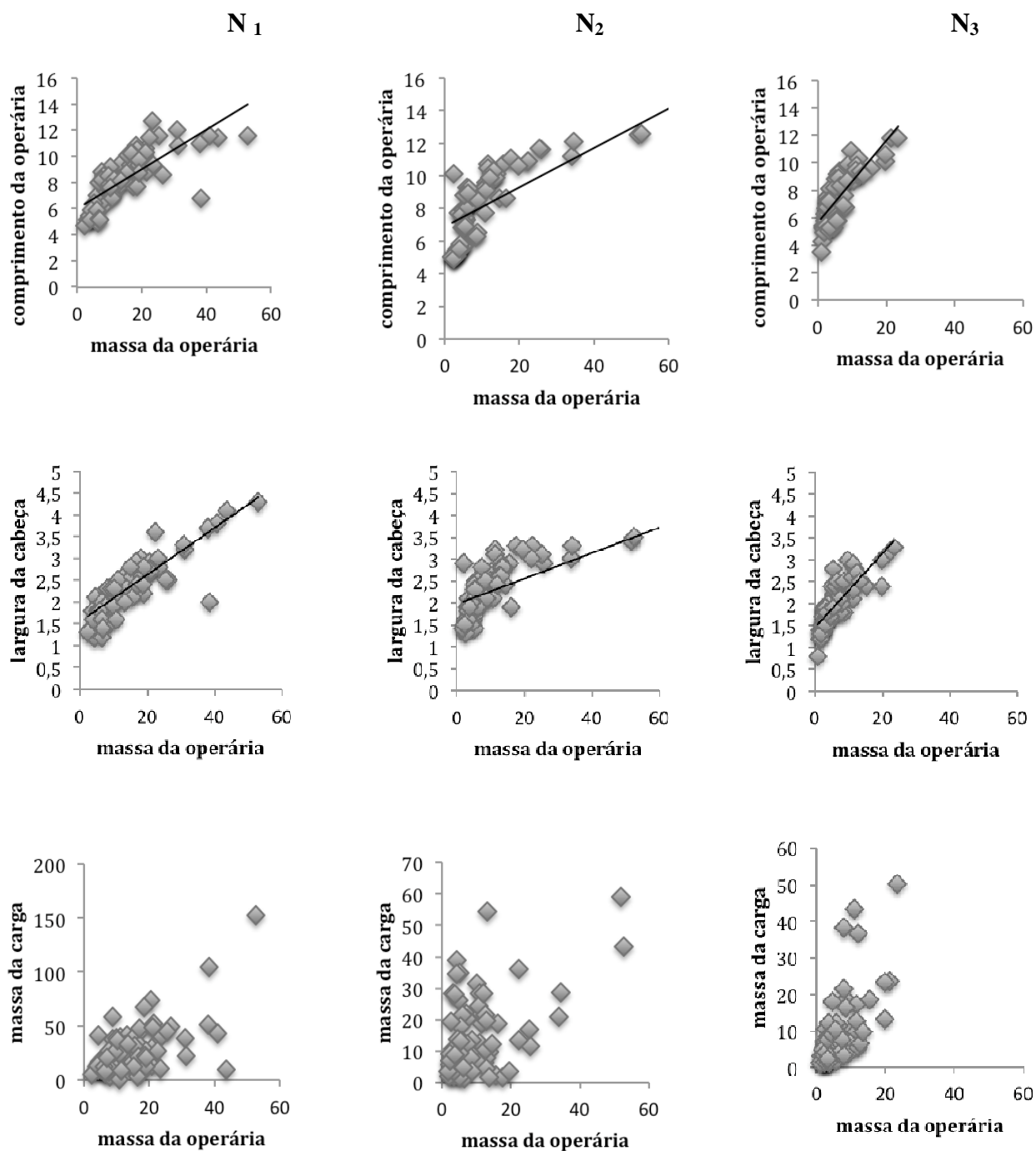
WILSON, E.O. The sociogenesis of insect colonies. **Science**, v. 228, n. 4707, p. 1489-1495, 1985.

## APÊNDICES

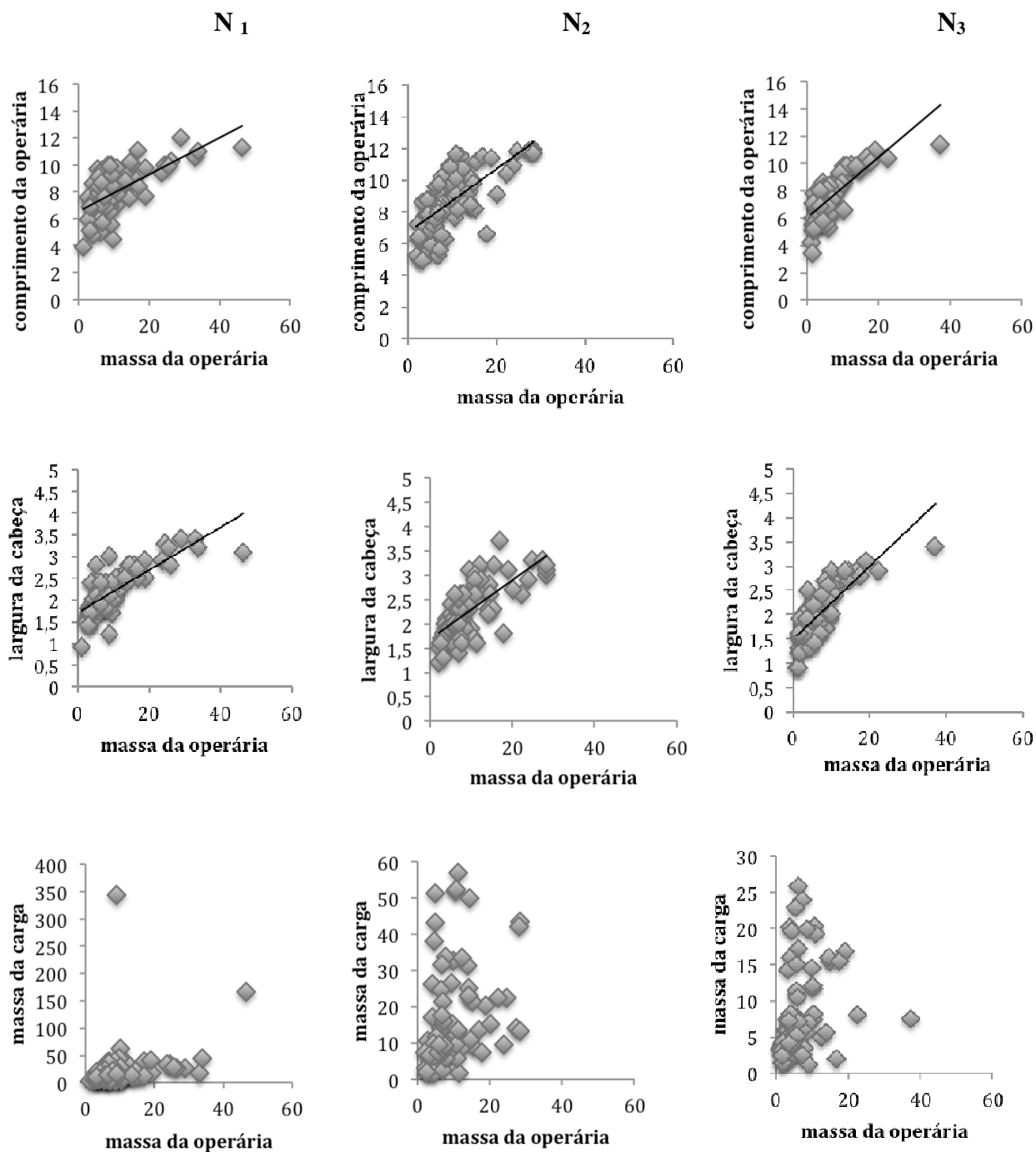
**APÊNDICE A:** Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de *A. sexdens rubropilosa*; e suas cargas nos três ninhos, durante o segundo mês de coletas, em maio/2016.



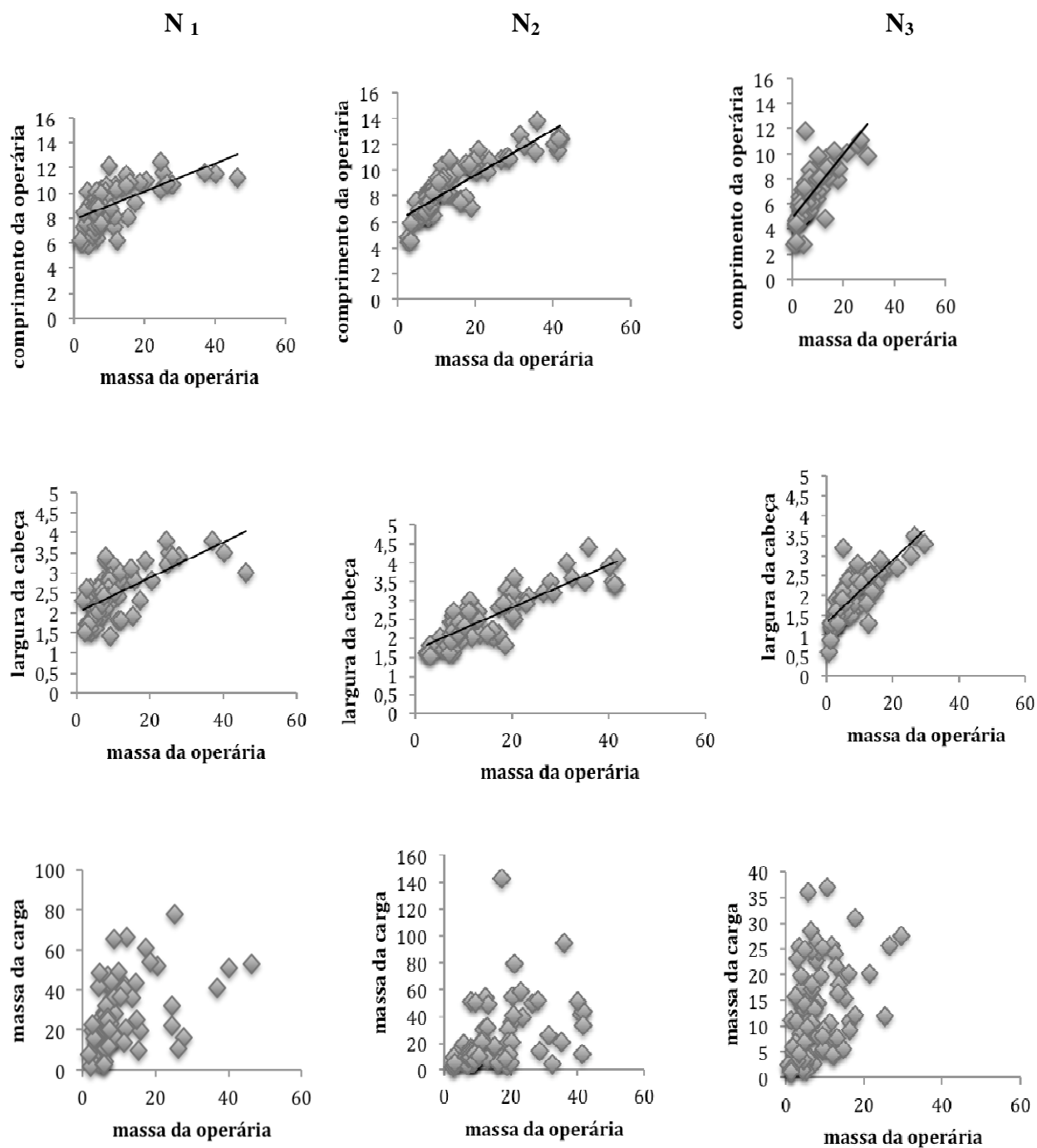
**APÊNDICE B:** Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de *A. sexdens rubropilosa*; e suas cargas nos três ninhos, durante o terceiro mês de coletas, em junho/2016.



**APÊNDICE C:** Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de *A. sexdens rubropilosa*; e suas cargas nos três ninhos, durante o quarto mês de coletas, em julho/2016.



**APÊNDICE D:** Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de *A. sexdens rubropilosa*; e suas cargas nos três ninhos, durante o quinto mês de coletas, em agosto/2016.



**APÊNDICE E:** Correlação linear entre massa, comprimento e largura da cabeça das operárias de *A. sexdens rubropilosa*; e suas cargas nos três ninhos, durante o sexto mês de coletas, em setembro/2016.

