



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CÂMPUS DE PORTO NACIONAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**HIAGO FERRAZ SANTOS**

**RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DAS OPERÁRIAS DA  
FORMIGA-CORTADEIRA *ATTA SEXDENS* (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) E O TAMANHO DOS FRAGMENTOS  
VEGETAIS TRANSPORTADOS**

Porto Nacional/TO  
2022

**HIAGO FERRAZ SANTOS**

**RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DAS OPERÁRIAS DA  
FORMIGA-CORTADEIRA *ATTA SEXDENS* (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) E O TAMANHO DOS FRAGMENTOS  
VEGETAIS TRANSPORTADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à (UFT) –  
Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Porto Nacional, Curso de Ciências  
Biológicas para obtenção do título de licenciado em  
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr: Marcos Antonio Lima Bragança  
Coorientador: Prof. Dr: Rafael José de Oliveira

Porto Nacional/TO

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S237r Santos , Hiago Ferraz .

Relação entre o tamanho das operárias da formiga-cortadeira Atta Sexdens (hymenoptera : formicidae) e o tamanho dos fragmentos vegetais transportados. / Hiago Ferraz Santos . – Porto Nacional, TO, 2022.

33 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Ciências Biológicas, 2022.

Orientador: Marcos Antônio Lima Bragança

Coorientador: Rafael José de Oliveira

1. Atta sexdens. 2. Ecologia. 3. Forrageamento. 4. Formigas cortadeiras.  
I. Título

**CDD 570**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

# **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**HIAGO FERRAZ SANTOS**

## **RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DAS OPERÁRIAS DA FORMIGA-CORTADEIRA *ATTA SEXDENS* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) E O TAMANHO DOS FRAGMENTOS VEGETAIS TRANSPORTADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à UFT –  
Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Porto Nacional, Curso de Ciências  
Biológicas - para obtenção do título de licenciado, e  
aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca  
Examinadora.

Data de aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Lima Bragança, UFT

---

Prof. Dr. Carlos Sérgio Agostinho, UFT

---

Prof. Dr. Thiago Nilton Alves Pereira, UFT

*Dedico este trabalho à minha mãe, que sempre acreditou em mim e me motivou a continuar mesmo nos momentos mais difíceis.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, sem ele não teria chegado até aqui. Agradeço também à minha família, sem eles nada disso seria possível.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Antonio Lima Bragança, por toda orientação e aprendizado durante todo o meu trabalho.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Rafael José de Oliveira, pelo apoio e por ter feito a análise estatística do meu trabalho.

Ao professor Dr. Rodney Haulien Oliveira Viana, que gentilmente fez a identificação das plantas forrageadas pelas formigas.

À Maria Clara, pela companhia de laboratório e pela ajuda no momento das coletas das formigas.

Aos meus amigos de curso, Augusto, Katrine e Loury, em especial, Jaziel, Laissa e Adriano, que por vezes passamos muitas madrugadas estudando, e por todos os momentos de descontração.

A todos os professores do curso de Ciências Biológicas, por toda dedicação e aprendizados, sem dúvida cada um teve um papel fundamental na minha formação.

Ao professor Wagner de Melo Ferreira, pela dedicação em suas aulas e por mostrar através dela sua paixão pela botânica, e que nos cativava com sua forma divertida de ensinar, que infelizmente nos deixou.

À coordenação do curso, em especial a Edileusa que sempre esteve disposta a resolver os mais diversos problemas.

Agradeço à Universidade Federal do Tocantins - UFT, Campus de Porto Nacional, pela oportunidade. E todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram no meu trabalho e durante minha formação.

## RESUMO

As formigas-cortadeiras que pertencem aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são os gêneros da tribo Attini mais estudados devido aos diversos aspectos ecológicos, e por causarem prejuízos econômicos, atacando várias espécies de vegetais, sendo consideradas pragas para agricultura e para o setor florestal. Elas cultivam um fungo simbiote utilizando como substrato os diferentes vegetais que forrageiam. Durante o forrageamento, as operárias cortam e transportam fragmentos vegetais ao longo das trilhas do formigueiro. Este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre o peso das operárias forrageadoras e o peso dos fragmentos de folhas transportados (cargas) durante o forrageamento de diferentes espécies vegetais. Foram selecionados cinco ninhos de *Atta sexdens* com atividade de forrageamento em pelo menos uma das trilhas, no campus da Universidade Federal do Tocantins. As coletas de operárias e suas cargas aconteceram nos meses de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, no período noturno (das 19:00h às 22:00h). Neste período, foram realizadas quatro coletas em cada ninho selecionado, sendo duas coletas realizadas em diferentes ninhos a cada noite. Em cada coleta foram amostradas 60 operárias e suas respectivas cargas, por ninho, de forma aleatória por catação manual ou com o auxílio de uma pinça. Foi feito o registro das plantas forrageadas pelas operárias em cada colônia amostrada, assim como o registro da temperatura e umidade relativa do ar no momento da coleta. Os resultados mostraram correlação entre o peso corporal das operárias e o peso da carga, no forrageamento de diferentes plantas. A capacidade de carga das operárias menores foi maior do que a das operárias grandes. Os fatores climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) não apresentaram variação suficiente durante o período de coleta para alterar o padrão de forrageamento dos indivíduos de diferentes tamanhos.

**Palavras-chaves:** *Atta sexdens*. Ecologia. Forrageamento. Formigas cortadeiras

## ABSTRACT

The leaf-cutting ants that belong to the genera *Atta* and *Acromyrmex* are the most studied genera of the Attini tribe due to the diverse ecological aspects, and for causing economic losses, attacking several species of plants, being considered pests for agriculture and the forestry sector. They grow a symbiote fungus using the different vegetables they forage as a substrate. During foraging, the workers cut and transport plant fragments along the anthill tracks. This study aimed to evaluate the relationship between the weight of foraging workmans and the weight of the fragments of leaves transported (loads) during the foraging of different plant species. Five nests of *Atta sexdens* were selected with foraging activity on at least one of the trails, on the campus of the Federal University of Tocantins. The collections of workers and their loads took place in the months of December 2021 to February 2022, at night (from 19:00 to 22:00). During this period, four collections were performed in each selected nest, two collections performed in different nests each night. In each collection, sixty workers were sampled and their respective loads, per nest, randomly by manual collection or with the aid of a tweezer. It was made the registration of plants foraged by the workers in each colony sampled, as well as the recording of temperature and relative humidity at the time of collection. The results showed a correlation between the body weight of the workers and the weight of the load, in the foraging of different plants. The load capacity of smaller workers was higher than that of large workers. Climatic factors (temperature and relative humidity) did not vary enough during the collection period to alter the foraging pattern of individuals of different sizes.

**Key-words:** *Atta sexdens*. Ecology. Foraging. Leaf-cutting ants



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização de cinco ninhos de *A. sexdens* (balões vermelhos) no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO.....17
- Figura 2 - Operárias de *A. sexdens* e suas cargas, armazenadas em frasco de vidro tipo tubo de ensaio.....18
- Figura 3 - Média das medidas das folhas e folíolos das plantas forrageadas pelas operárias de *A. sexdens* em cinco ninhos, no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, (dormideira n = 291; sene n = 58; ipê =171; manga n= 163; tamarindo n = 461.....22
- Figura 4 - Correlação entre o peso da carga transportada (fragmento vegetal) e o peso da operária de *A. sexdens* ( $r = 0,5513$ ;  $P < 0,0001$ ;  $n = 1144$ ) .....23
- Figura 5 -Correlação entre o peso de operárias de *A.sexdens* de cinco ninhos e o peso da carga transportada, considerando cada planta forrageada (dormideira n = 291,  $R^2 = 0,16$ ; sene n = 58,  $R^2 = 0,11$ ; ipê = 171,  $R^2 = 0,07$ ; manga n = 163,  $R^2 = 0,23$ ; tamarindo n = 461,  $R^2=0,20$ ,  $P < (0,0001)$ .....24
- Figura 6 - Comparação da capacidade de carga das operárias de *A. sexdens* (dados transformados) entre as plantas forrageadas (dormideira n = 291; ipê = 171; manga n = 163; tamarindo n = 461).....25
- Figura 7 - Comparação da capacidade de carga (dados transformados) entre operárias de *A. sexdens* divididas em dois grupos (formigas pequenas e grandes). A separação dos dois grupos foi feita pelo peso mediano 8,90 (mg) (n = 1144).....26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Plantas forrageadas pelas operárias em cinco ninhos de *A. sexdens*, no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022..... 20

Tabela 2 - Pesos das operárias de *A.sexdens* e cargas transportadas em cada planta forrageada, em cinco ninhos, no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.....21

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UFT	Universidade Federal do Tocantins
CC	Capacidade de carga

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3 Metodologia.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Área de estudo.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Coleta das operárias e suas cargas e pesagem.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Análise de dados.....</b>	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As formigas são seres eussociais pertencentes à ordem Hymenoptera, todas as espécies de formigas estão agrupadas dentro da família Formicidae, que é dividida em 20 subfamílias (BROWN JUNIOR et al., 2000; (BOLTON et al., 2014). Dentro da subfamília Myrmicinae está a tribo Attini, cujo seus representantes caracterizam-se por serem simbioses obrigatório de um fungo utilizado como alimento para as larvas e a rainha (RIBEIRO, 2000; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). A tribo Attini é composta por 16 gêneros e entres estes estão os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* que são conhecidos como formigas-cortadeiras, pois cultivam um fungo simbiote (*Leucoagaricus gongylophorus* Singer, 1986) usando como substrato fragmentos vegetais, como flores e folhas frescas, que são cortados e transportados para o interior de seus ninhos (DELLA LUCIA, 2011; FOWLER et al., 1989). Os demais gêneros da tribo geralmente cultivam o fungo a partir de madeira, carcaças de artrópodes e sementes (SCHULTZ; BRADY, 2008).

As espécies do gênero *Atta* são as cortadeiras mais estudadas devido aos seus diversos aspectos ecológicos (FOWLER et al., 1989; BACCI et al., 2009). Estima-se que apenas as espécies deste gênero são responsáveis pelo corte de 15% das folhas produzidas nas florestas tropicais do continente americano (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Já foi constatado que um saubeiro adulto de *Atta bisphaerica* causa uma perda de 3,2 toneladas de cana/ha, para um canavial que possui produtividade de 60 toneladas de cana/ano (PRECETTI et al., 1988). As pesquisas sobre sua biologia e comportamento dessas formigas também revelaram que estes insetos são benéficos aos ecossistemas para a regeneração de florestas, através do aceleração da decomposição da matéria orgânica e por elas participarem da ciclagem de nutrientes através dos materiais vegetais não utilizados que são dispostos em câmaras de lixo dentro dos ninhos ou em pilhas fora do ninho e dispersão de sementes (VASCONCELOS; CHERRETT, 1997; WIRTH, R. et al., 2003; FARJI-BRENER; WERENKRAUT, 2014).

As espécies de *Atta* encontram-se distribuídas pelo continente americano nas mais variadas regiões, Norte, Central e Sul. Nove das 15 espécies do gênero *Atta* conhecidas da região Neotropical ocorrem no Brasil (FOWLER, 1983; SALES, 1998), sendo que cinco espécies desse gênero e algumas espécies de *Acromyrmex* são reconhecidas como economicamente importantes, devido aos prejuízos causados a culturas agrícolas e ao setor florestal (DELLA LUCIA, 2003).

As saúvas apresentam um sistema de castas morfológicas. As castas temporárias são indivíduos machos e fêmeas férteis conhecidos popularmente como “bitus” e “tanajuras”, respectivamente, que aparecem apenas na época da revoada, uma vez ao ano, que é o período de acasalamento. Existem também as castas permanentes, que além da rainha, fazem parte também as operárias, que são estéreis. As operárias desempenham diversas funções dentro da colônia. As formigas menores, conhecidas como jardineiras e “babás”, cuidam do jardim de fungo, enquanto as generalistas de dentro do ninho são responsáveis por algumas funções, como retirada do lixo e cuidados com a rainha. Já as operárias forrageadoras (forrageiras) são responsáveis pelo forrageamento, ou seja, pelo corte, seleção e transporte de material vegetal para os ninhos (DELLA LUCIA; MOREIRA, 1993). Os soldados são os indivíduos que fazem a proteção da colônia, mas eventualmente também forrageiam (WILSON, 1980).

O forrageamento em *Atta spp.* é uma atividade complexa que envolve várias etapas. A etapa final do forrageamento é o transporte do material cortado (fragmentos vegetais) para a colônia (DELLA LUCIA, 2011). Durante esse processo, o tamanho das operárias pode influenciar no tamanho dos fragmentos vegetais (cargas); e dessa forma, já foi constatada uma correlação positiva entre o tamanho (peso) das operárias e o tamanho (peso) de suas cargas (CHERRETT, 1972). Apesar de existir essa correlação entre o tamanho dos fragmentos e o tamanho das formigas, as operárias podem ajustar o tamanho da carga a ser transportada de acordo com outros fatores, como os obstáculos encontrados nas trilhas de forrageamento (DUSSUTOUR et al., 2009). No estudo de Burd e Howard (2005) foi relatado que fragmentos maiores são desvantajosos para *Atta colombica*, uma vez que são difíceis de serem transportados pelos túneis dos seus ninhos, aumentando o custo do transporte pelo aumento da taxa de manuseio.

A cortadeira *Atta sexdens* é conhecida popularmente como saúva-limão, devido ao odor característico que as identificam quando suas cabeças são esmagadas (SCHULTZ; MEIER, 1995). É uma espécie considerada generalista de habitats (FOWLER et al., 1989), devido a sua capacidade de se adaptar e aumentar sua distribuição em ampla gama de condições ambientais (VASCONCELOS, 1990). O forrageamento de *A. sexdens* é predominantemente noturno, mas já foi observado que pode ocorrer em período diurno de forma dispersa ao longo do dia, ou com curtos períodos com atividades intensas (TONHASCA; BRAGANÇA, 2000). Nesse estudo com a cortadeira *A. sexdens*, Tonhasca e Bragança (2000) obtiveram uma correlação positiva entre o peso da operária e o peso do fragmento foliar nos períodos diurnos e noturnos, em uma

área de eucaliptal, com as operárias forrageando apenas plantas de eucalipto. Eles também calcularam a capacidade de carga para essa espécie de cortadeira, seguindo a fórmula de capacidade de carga,  $CC = (P_f + P_c) / P_f$  (RISSING, 1982). O cálculo da capacidade de carga leva em consideração a divisão total do peso deslocado (carga) pelo peso corporal da operária e, conseqüentemente fornece uma medida proporcional (RIBEIRO, 2013).

As forrageiras são seletivas ao escolher o peso da carga, e o peso da carga transportada está relacionada ao tamanho das formigas e não à área da superfície da carga, o que significa que operárias maiores carregam cargas mais pesadas (RUDOLPH; LOUDON, 1986). Quanto à capacidade de carga das operárias ocorre o oposto, pois estudos com formigas-cortadeiras têm demonstrado que operárias maiores carregam cargas menores, enquanto formigas menores carregam cargas maiores, em relação ao seu próprio peso (OLIVEIRA, 1999; WETTERER, 1994). Os fatores climáticos têm demonstrado interferir no forrageamento de formigas cortadeiras, e alguns estudos mostraram que as operárias reduzem suas atividades em temperaturas acima e abaixo de 20°C e 30°C. Além da temperatura, a umidade relativa do ar é um fator que afeta o forrageamento (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Segundo Vasconcelos e Cherrett (1996), quando a temperatura está mais alta, as saúvas reduzem sua saída do ninho.

Diante do que já foi relatado na literatura, as hipóteses do presente estudo são que as formigas operárias de *A. sexdens* forrageando em diferentes espécies de plantas, é esperado que haja uma relação entre o peso dos fragmentos de plantas transportados (carga) e o peso das formigas. Já em relação a capacidade de carga, é esperado que operárias maiores de *A. sexdens* tenham menor capacidade de carga em relação a formigas menores e a capacidade de carga pode ser afetada pela espécie vegetal forrageada. Em relação aos fatores climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) é esperado que influenciam o peso corporal das operárias forrageadoras de *A. sexdens* e o peso das cargas que elas transportam.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a relação entre o peso dos fragmentos de folha e o peso das operárias durante o forrageamento de diferentes espécies vegetais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Verificar se existe correlação entre o peso da carga e o peso das operárias durante o forrageamento de diferentes espécies vegetais;
- Determinar a capacidade de carga das operárias quando forrageando diferentes espécies vegetais;
- Verificar se existem efeitos dos fatores climáticos sobre o peso da formiga, o peso da carga e sobre a capacidade de carga.



### 3 Metodologia

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no campus da Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizado nas coordenadas 10° 10' 46,8" S e 48° 21' 46,3" O, no município de Palmas, estado do Tocantins. O clima da região de Palmas é quente, caracterizado por duas estações definidas: uma chuvosa, entre os meses de outubro e abril; e outra seca, entre os meses de maio e setembro. O índice pluviométrico varia de 1500 a 1900 mm/ano (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2018). Na área do campus há vegetação típica do cerrado, mas com diversas outras espécies vegetais incorporadas devido à urbanização.

Foi feito o levantamento de 12 ninhos da formiga *A. sexdens* para o estudo e desses foram selecionados cinco ninhos com atividade de forrageamento em pelo menos uma das trilhas. Os ninhos selecionados foram numerados e marcados (Figura 1).

**Figura 1** - Localização de cinco ninhos de *A. sexdens* (balões vermelhos) no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2022

### 3.2 Coleta e pesagem de operárias e suas cargas

O período de coleta das operárias e suas cargas ocorreu de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022. Nesse período, foram realizadas quatro coletas nos cinco ninhos selecionados, com duas coletas em ninhos diferentes a cada noite. Em cada formigueiro, 60 operárias e suas respectivas cargas foram amostradas aleatoriamente ao longo de uma ou duas trilhas de forrageamento por meio de catação manual, ou com auxílio de pinças.

Durante a coleta, foi registrado em campo a espécie vegetal que estava sendo forrageada por cada colônia amostrada. Na impossibilidade de identificação da espécie vegetal em campo, partes das plantas foram coletadas para confecção de exsicatas para identificação posterior por especialistas; e era feito registro fotográfico das plantas sendo forrageadas. Em três ninhos foi observado que as operárias estavam forrageando mais de uma planta durante as coletas. Então, coletou-se somente a planta hospedeira mais transportada pelas operárias. Cada forrageadora e sua respectiva carga (fragmento foliar) foram colocadas em um frasco de vidro tipo tubo de ensaio tampado com chumaço de algodão (Figura 2).

**Figura 2** - Operárias de *A. sexdens* e suas cargas armazenadas em frasco de vidro tipo tubo de ensaio.



Fonte: Elaboração Própria, 2022

As coletas eram iniciadas quando era observado um fluxo de forrageamento visualmente razoável, começando em torno das 19:00h e se estendendo até por volta de 22:00h. No início e no fim de cada coleta em cada colônia foram registradas a umidade relativa do ar e a

temperatura, com um termo-higrômetro sendo posicionado a cerca de 50 cm do solo próximo à trilha. Os tubos com as operárias e suas cargas foram numerados conforme o número do ninho e armazenados em sacolas plásticas e conduzidas ao laboratório. As amostras eram deixadas em sala climatizada a uma temperatura de 25°C até a manhã seguinte, quando cada operária e sua respectiva carga eram pesados separadamente com uma balança de precisão (0,0001g).

### 3.3 Análise de dados

Para análise e adequação dos pressupostos dos testes paramétricos, os dados de peso (mg) das formigas (Mf), peso (mg) da carga (Mc) e capacidade de carga (CC, adimensional), que é dada pela relação  $Capacidade\ de\ Carga = (Pf + Pc) / Pf$  (RISSING, 1982) foram transformados por Box Cox.

Onde:

$CC$  = Capacidade de carga

$Pf$  = Peso da formiga

$Pc$  = Peso da carga

As formigas foram divididas em dois grupos usando como referência a mediana do peso das operárias (8,90 mg). Formigas com peso corporal abaixo do valor mediano foram consideradas pequenas e aquelas acima do valor mediano, grandes. As médias das capacidades de carga (CC) dos dois grupos de formigas foram comparadas usando o teste t. Para verificar se os pesos das formigas e os pesos das cargas diferem entre os diferentes tipos de plantas, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal- Wallis. Para as variáveis biometria das folhas e folíolos das plantas coletadas pelas formigas, foram tomadas medidas do comprimento e largura de 20 amostras das folhas e dos folíolos, coletadas ao acaso, para cada tipo de planta e calculada sua média e desvio-padrão. Os efeitos dos fatores climáticos (temperatura média e umidade média no momento da coleta) sobre o peso corporal das formigas, peso da carga e capacidade de carga, foram testados usando análise de covariância (ANCOVA). Todas as análises foram realizadas no software estatístico Jamovi 2018 (<https://www.jamovi.org>).

## 4 RESULTADOS

As operárias forragearam um total de cinco espécies vegetais, sendo essas cinco pertencentes a três famílias botânicas (Tabela 1). Independentemente da espécie de planta que as operárias forragearam, o peso médio das formigas forrageadoras foi 11,1 mg, variando de 0,1 mg a 60,5 mg. Já o peso médio da carga transportada pelas operárias foi de 16,6 mg, com variação de 0,1 mg a 119,1 mg (Tabela 2). Foi observado a predominância por corte de material vegetal fresco (folhas) pelas operárias, de uma forma geral, em todos os cinco ninhos (Figura 3), mas com eventual carregamento de folhas secas e sementes.

**Tabela 1** - Plantas forrageadas pelas operárias em cinco ninhos de *A. sexdens*, no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.

Nome Popular	Nome Científico	Família Botânica
Manga	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
Tamarino	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae
Dormideira	<i>Mimosa pudica</i>	Fabaceae
Ipê	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae
Sene	<i>Senna sp.</i>	Fabaceae

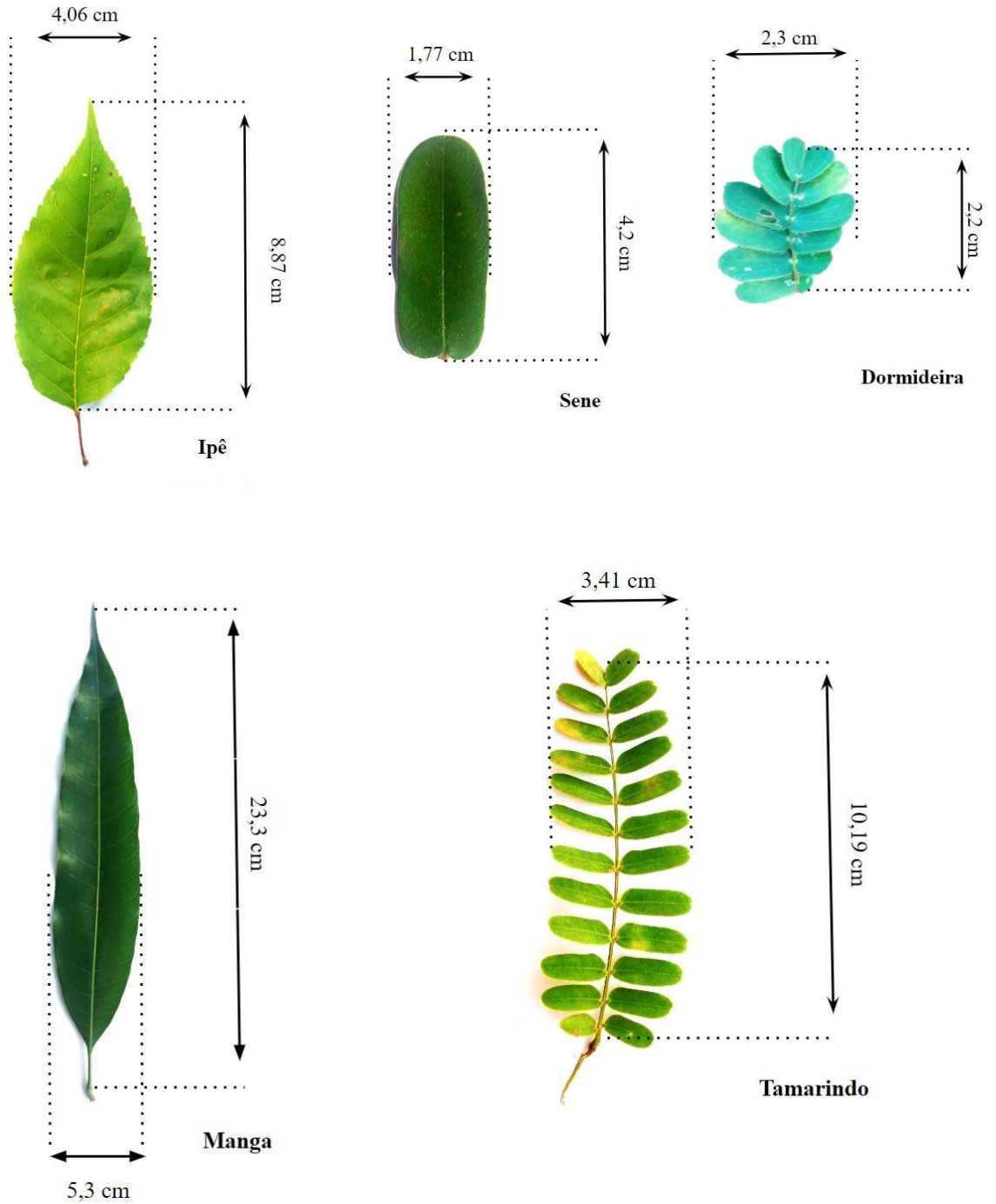
Fonte: Elaboração Própria, 2022

**Tabela 2** - Pesos das operárias de cinco ninhos de *A. sexdens* e suas cargas transportadas em cada planta forrageada, no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.

Planta	Peso das formigas (mg)					Peso das cargas (mg)				
	n	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	n	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Mangueira	163	0,1	49,4	12,7	8,1	163	0,1	119,1	25,1	17,6
Tamarindo	461	1,3	60,5	12,1	8,6	461	0,1	103,3	18,7	14,2
Ipê	171	1,8	56,7	11,9	8,3	171	1,8	60,3	17,4	9,2
Sene	58	2,6	36	9,5	6,9	58	1,5	28,9	10,4	5,5
Dormideira	291	0,1	43,5	8,4	6,5	291	0,1	86	9,42	7,5
Todas	1144	0,1	60,5	11,1	8,1	1144	0,1	119,1	16,6	13,5

Fonte: Elaboração Própria, 2022

**Figura 3** - Média das medidas das folhas e folíolos das plantas forrageadas pelas operárias de cinco ninhos de *A. sexdens*, no campus da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022. Plantas: dormideira (n = 291), sene (n = 58), ipê (n = 171), manga (n = 163), tamarindo (n = 461).

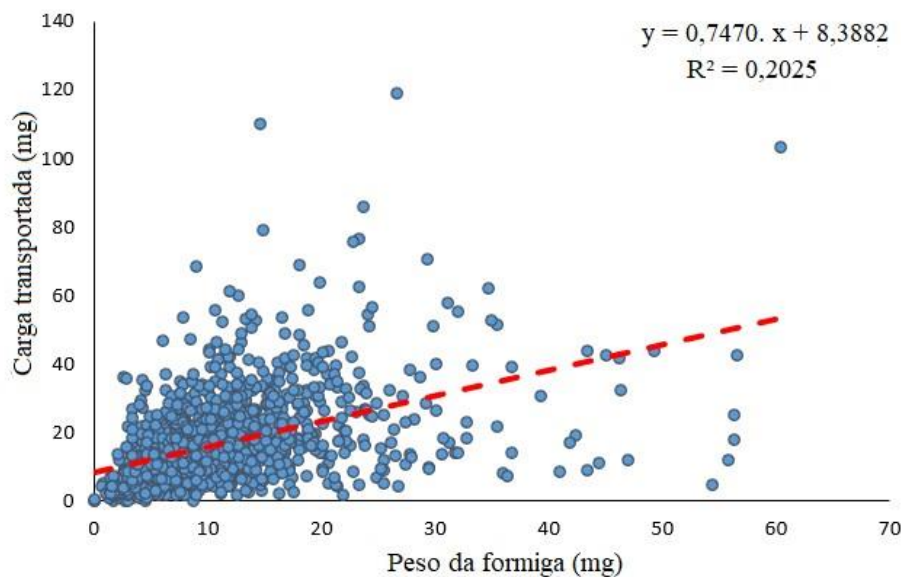


Fonte: Elaboração Própria, 2022

Houve diferenças tanto no peso das operárias quanto no peso das cargas transportadas ao considerar cada espécie de planta forrageada pelas operárias. Entre as plantas hospedeiras, o forrageamento da manga (*Mangifera indica*) demonstrou o maior peso médio corporal das formigas (12,7 mg), com variação de 0,1 a 49,4 mg. Por outro lado, as operárias que forragearam a planta dormideira (*Mimosa pudica*) apresentaram o menor peso médio, 8,4 mg, com variação de 0,1 a 43,5 mg. Quanto ao peso das cargas, a manga apresentou o maior peso médio (25,1 mg), com variação de 0,1 mg a 119,1 mg. A planta dormideira teve o menor peso médio de carga transportada (9,4 mg), variando de 0,1 a 86,0 mg.

Foi observado uma correlação de Pearson significativa entre o peso dos fragmentos foliares (Pc) e o peso corporal da formiga (Pf), indicando que formigas maiores carregam maior carga (Figura 4).

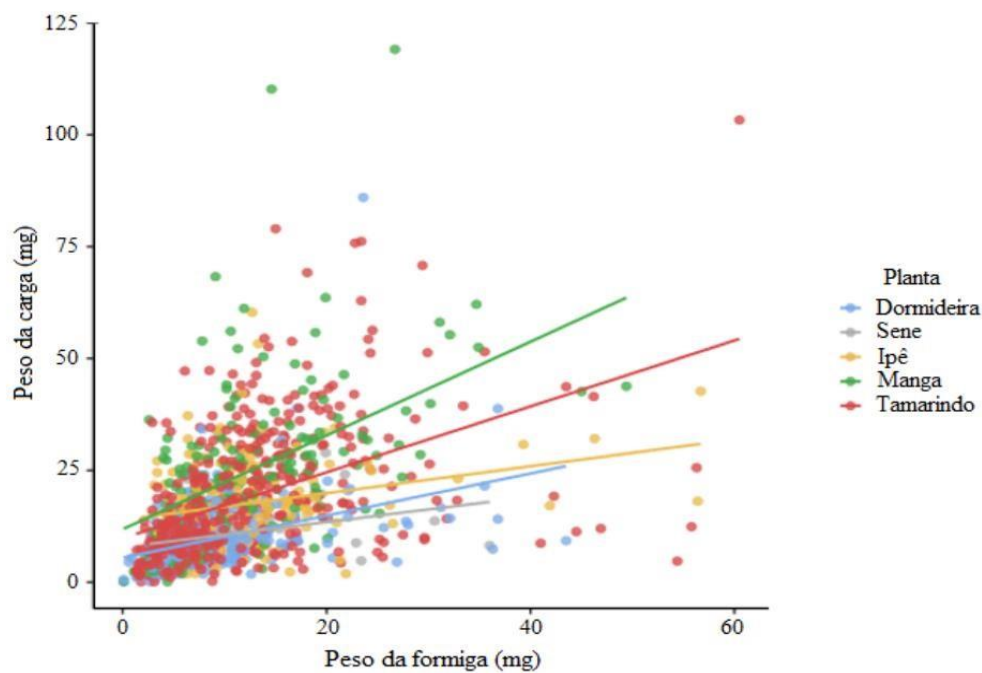
**Figura 4** - Correlação entre o peso da carga transportada (fragmento vegetal) e o peso da operária de *A. sexdens* ( $P < 0,0001$ ;  $n = 1144$ ).



Fonte: Elaboração Própria, 2022

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis indicou que houve diferença significativa do peso da formiga e do peso da carga transportada entre as diferentes plantas. Foram obtidas correlações positivas entre o peso da formiga e o peso da carga transportada, considerando as plantas hospedeiras (Figura 5). A capacidade de carga média das operárias foi de 2,7 e teve uma variação de 1,0 a 14,9. As formigas que forragearam folhas de manga, ipê e tamarindo tiveram a maior capacidade de carga, quando comparado com operárias que carregavam as outras plantas (Figura 6).

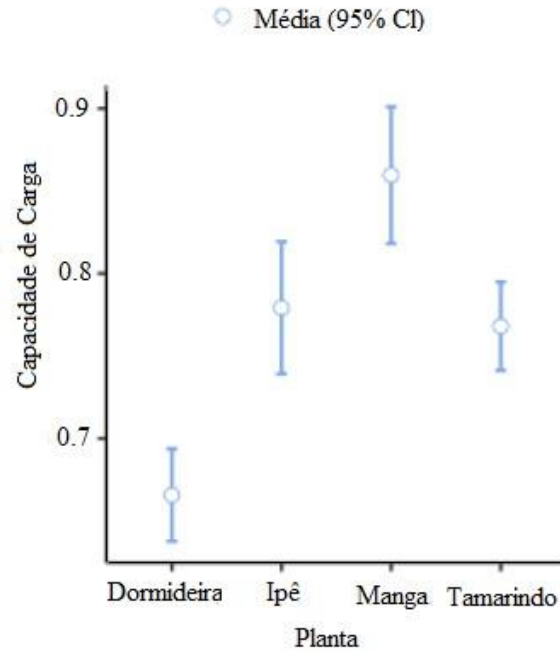
**Figura 5** - Correlação entre o peso de operárias de *A. sexdens* de cinco ninhos e o peso da carga transportada, considerando cada planta forrageada (dormideira n = 291,  $R^2 = 0,16$ ; sene n = 58,  $R^2 = 0,11$ ; ipê = 171,  $R^2 = 0,07$ ; manga n = 163,  $R^2 = 0,23$ ; tamarindo n = 461,  $R^2 = 0,20$ ;  $P < 0,001$ ).



Fonte: Elaboração Própria, 2022



**Figura 6** - Comparação da capacidade de carga das operárias de *A. sexdens* (dados transformados) entre as plantas forrageadas (dormideira n = 291; ipê = 171; manga n = 163; tamarindo n = 461).

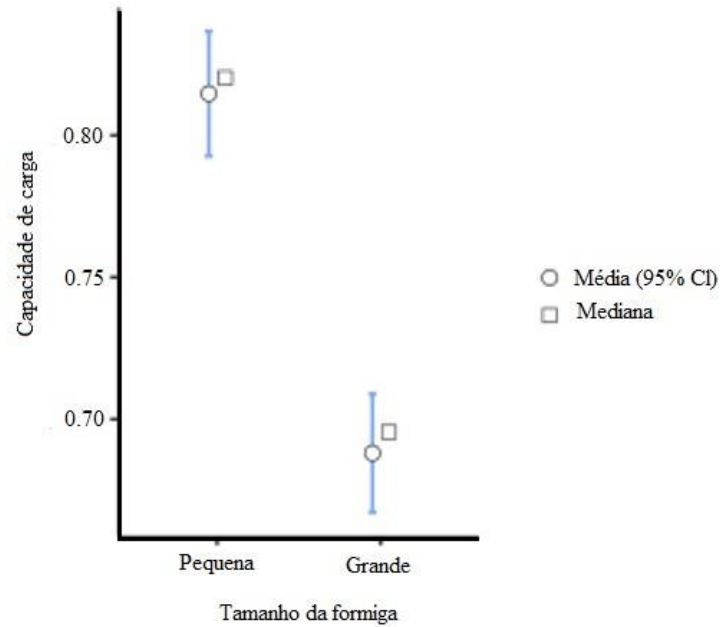


Fonte: Elaboração Própria, 2022

O teste t indicou uma diferença significativa entre as médias testadas dos dois grupos de formigas, pequenas e grandes ( $t = 8,18$ ; g.l. = 1142;  $p < 0,001$ ), indicando que a capacidade de carga das formigas grandes (média  $\pm$  desvio-padrão =  $0,68 \pm 0,25$ ) foi menor do que a capacidade de carga das operárias pequenas ( $0,81 \pm 0,26$ ) (Figura 7).

Durante o período de coleta, a temperatura média foi de  $28,2^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa média foi de  $74,6\%$ . A variação da temperatura foi de  $25^{\circ}\text{C}$  a  $31,7^{\circ}\text{C}$ , enquanto a variação de umidade relativa do ar foi de  $60,5\%$  a  $88\%$ . Temperatura e umidade como covariáveis não alteraram os resultados das comparações de peso das formigas e peso das cargas entre as plantas forrageadas.

**Figura 7** – Comparação da capacidade de carga (dados transformados) entre operárias de *A. sexdens* divididas em dois grupos (formigas pequenas e grandes). A separação dos dois grupos foi feita pelo peso mediano (8,90 mg; n= 1144).



Fonte: Elaboração Própria, 2022

## 5 DISCUSSÃO

A relação entre o peso das operárias e o peso das cargas transportadas já tem sido relatada (ROCES; HOLLDÖBLER, 1994; CHERRETT, 1972; SHUTLER; MULLIE, 1991; DUSSUTOUR et al., 2009), sugerindo uma correlação positiva, ou seja, o tamanho da carga transportada aumenta com o tamanho da operária forrageadora. Esta correlação já foi verificada para as cortadeiras *Atta cephalotes*, *A. colombica* e *A. sexdens* (RUDOLPH; LOUDON, 1986; BURD, 1995; TONHASCA; BRAGANÇA, 2000). Semelhante aos resultados já encontrados na literatura, no presente estudo foi obtido uma correlação positiva entre o peso da formiga e o peso da carga transportada, com as operárias forrageando diferentes espécies vegetais. Quando comparado aos resultados encontrados neste estudo com o trabalho de Tonhasca e Bragança 2000 que usaram a mesma espécie de formiga, eles obtiveram uma correlação positiva entre o peso da formiga e o peso da carga transportada, mas com as operárias forrageando apenas uma espécie vegetal e nos períodos diurno e noturno, enquanto no presente estudo as operárias forragearam cinco espécies vegetais no período noturno.

As formigas-cortadeiras agem como herbívoros generalistas que podem cortar folhas e outros materiais vegetais, podendo explorar mais de 90% da vegetação local. Em vários estudos, foi relatado que as formigas-cortadeiras preferem folhas recém-cortadas (DE PAIVA FARIAS et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2002; MATTE; QUEIROZ; CORASSA, 2016), embora também carreguem folhas secas. No presente estudo, observou-se a preferência das formigas por material fresco, mas com eventual carregamento de folhas secas e de sementes.

Para selecionar materiais para corte e transporte, as formigas usam suas antenas para tocar o vegetal, isso permite que elas sintam odores liberados pelas plantas, através dos odores elas conseguem fazer a escolha de acordo com os constituintes químicos presentes no vegetal (ROCKWOOD, 1976). As plantas evitadas pelas formigas podem conter alguma defesa química contra elas ou que seja prejudicial ao seu fungo simbiote (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Alguns fatores podem influenciar na escolha do vegetal pelas operárias forrageadoras além da palatabilidade, o aspecto das folhas, quando há a presença de látex ou tricomas (VILELA; DELLA LUCIA, 1987). A distância do recurso também é levada em conta pelas formigas, quanto maior a distância do recurso mais seletivas são as operárias (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). No presente estudo foi observado que as operárias forragearam cinco espécies

vegetais e esses fatores que influenciam na escolha da formiga em relação a planta escolhida para o corte pode ser possível que ocorra, já que esses fatores não foram testados.

As diferenças encontradas no peso corporal das operárias se devem ao alto grau de polimorfismo que ocorre no gênero *Atta*, assim, operárias de diferentes tamanhos podem ser encontradas forrageando (DELLA LUCIA; MOREIRA, 1993). Já as diferenças encontradas nas cargas transportadas (fragmentos vegetais) pelas operárias de *A. sexdens*, quando forrageando diferentes tipos de plantas, pode ser explicado pelo comportamento das operárias de ancorar as patas traseiras na borda da folha e cortando-a conforme o diâmetro que podem atingir, dessa forma é possível que se encontre diferentes tamanhos de fragmentos em cada planta forrageada, já que as folhas e os folíolos possuem dimensões diferentes (WEBER, 1972).

Quanto a capacidade de carga das operárias, foi relatado por outros autores resultados semelhantes aos encontrados aqui, em que as operárias reduzem sua capacidade de carga com o aumento de seu peso corporal (TONHASCA; BRAGANÇA, 2000; WETTERER 1994). Fatores que afetam o tamanho das cargas transportadas têm sido demonstrado em formigascortadeiras, de modo que quando há obstáculos na trilha de forrageamento, as forrageiras tendem a escolher cargas menores (DUSSUTOUR et al., 2009). Outro fator que pode afetar o tamanho da carga são as características da folha, que podem ser a presença de tricomas, a tenacidade da folha, a presença de espinhos ou látex (CALIXTO; LANGE; DEL-CLARO, 2015). Fatores climáticos também afetam o forrageamento das cortadeiras, como a temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento (DUSSUTOUR et al., 2009). Os ataques das operárias por moscas da família Phoridae também podem afetar o forrageamento. Os ataques de forídeos contra *A. sexdens* já foi constatado que ocorrem durante o dia, e que essas moscas preferem operárias maiores (BRAGANÇA; TONHASCA; DELLA LUCIA, 1998).

Temperatura e umidade relativa do ar são fatores que afetam o forrageamento em formigas do gênero *Atta* (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Para a cortadeira *A. sexdens*, temperaturas acima de 30°C têm demonstrado reduzir o forrageamento (FOWLER; ROBINSON, 1979). Tonhasca e Bragança (2000) também confirmaram que as operárias de *A. sexdens* interrompem suas atividades em temperatura acima de 30°C.

De acordo com Hood e Tschinkel (1990) que compararam a tolerância à dessecação de operárias arbóreas e terrestres de diferentes espécies, é possível que indivíduos maiores podem ser mais tolerantes à seca do que os menores. Kaspari (1993) relatou que as operárias pequenas

de diferentes espécies tendem a forragear em locais mais úmidos, enquanto indivíduos maiores costumam permanecer tanto em locais úmidos como em locais secos. Isto ocorre porque operárias maiores teriam maior resistência à perda evaporativa de água, enquanto operárias menores são mais vulneráveis a perda de água (KASPARI, 1993). Os efeitos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) não apresentaram variação suficiente durante o período de coleta para alterar o padrão de forrageamento dos indivíduos de diferentes tamanhos, isso pode ser devido ao curto período em que foram feitas as coletas, de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, meses em que geralmente há baixa variação desses fatores. Segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET, 2022), a variação da temperatura durante este período (dezembro de 2021 a fevereiro de 2022) foi de 21,9 °C a 35,9°C, enquanto a variação da umidade foi de 43% a 99%.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi obtida correlação positiva entre o peso das operárias de *A. sexdens* e o peso da carga (fragmentos vegetais) quando forrageando diferentes tipos de plantas. Isso era esperado devido ao fato de o tamanho da formiga influenciar no tamanho da carga transportada. Foi constatado que operárias maiores têm menor capacidade de carga do que as operárias menores. Este resultado pode ser explicado por fatores que podem influenciar na escolha do tamanho da carga pela formiga que são relatados na literatura, como a presença de obstáculos nas trilhas de forrageamento, características do material vegetal, fatores climáticos e ataques de moscas parasitóides Phoridae, dentre esses fatores apenas os fatores climáticos foram testados neste estudo. As operárias que forragearam a planta manga, ipê e tamarindo tiveram a maior capacidade de carga, quando comparado com as operárias que transportaram outras plantas. No presente estudo a variação da temperatura e da umidade relativa do ar registradas durante as amostragens, não foram suficientes para alterar o padrão de forrageamento dos indivíduos de diferentes tamanhos.

## REFERÊNCIAS

- BACCI JR, Maurício et al. Filogenia de formigas cortadeiras do gênero *Atta* Fabricius (Formicidae: Attini) com base em sequências de DNA mitocondrial e nuclear. **Filogenética Molecular e Evolução**, v. 51, n. 3, pág. 427-437, 2009.
- BRAGANCA, Marcos Antonio L.; TONHASCA JR, Athayde; DELLA LUCIA, Terezinha MC. Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Neodohrniphora* sp. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 89, n. 3, p. 305311, 1998.
- BROWN JUNIOR, W. L. Diversity of ants. In: DONAT, A; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SHULTZ, T.R. (Eds.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, p. 45-79, 2000.
- BOLTON, B. An online catalog of the ants of the world. 2016. URL: [http://www. antcat.org](http://www.antcat.org) (data обращения: 07.07. 2013), 2016.
- BURD, M.; HOWARD, J. J. Central-place foraging continues beyond the nest entrance: the underground performance of leaf-cutting ants. **Animal Behaviour**, Canada, v. 70, n. 1, p. 737-744, 2005.
- BURD, Martin. Variable load size-ant size matching in leaf-cutting ants, *Atta colombica* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of insect behavior**, v. 8, n. 5, p. 715-722, 1995.
- CALIXTO, E. S.; LANGE, D.; DEL-CLARO, K. Foliar anti-herbivore defenses in *Qualea multiflora* Mart.(Vochysiaceae): changing strategy according to leaf development. **FloraMorphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 212, p. 19-23, 2015.
- CHERRETT, J. M. Some factors involved in the selection of vegetable substrate by *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in tropical rain forest. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 41, n. 1, p. 647-660, 1972.
- DE PAIVA FARIAS, Rafael et al. Selective fern herbivory by leaf-cutter ants of *Atta cephalotes* (L.) in Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 41, n. 4, p. 923-929, 2018.
- DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: Da bioecologia ao manejo**. 2. ed. Viçosa: UFV, 421p, 2011.
- DELLA LUCIA, T. M. C.; MOREIRA, D. D. O. Caracterização dos ninhos. **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, p. 32-42, 1993.
- DELLA LUCIA, TMC **Hormigas de importancia económica en la región Neotropical**. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical Bogotá**, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,p. 337-349, 2003.

DUSSUTOUR, Audrey et al. Individual and collective problem-solving in a foraging context in the leaf-cutting ant *Atta colombica*. **Animal cognition**, v. 12, n. 1, p. 21-30, 2009.

FARJI-BRENER, ALEJANDRO G.; WERENKRAUT, Victoria. A meta-analysis of leaf-cutting ant nest effects on soil fertility and plant performance. **Ecological Entomology**, v. 40, n. 2, p. 150-158, 2014.

FOWLER, Harold G. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Formicidae: Attini). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 18, n. 3, p. 121-138, 1983.

FOWLER, Harold G. et al. A pest is a pest is a pest? The dilemma of neotropical leaf-cutting ants: keystone taxa of natural ecosystems. **Environmental Management**, v. 13, n. 6, p. 671-675, 1989.

FOWLER, Harold G.; ROBINSON, S. W. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): seasonal patterns, caste and efficiency. **Ecological Entomology**, v. 4, n. 3, p. 239-247, 1979.

HOLLOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Cambridge, Harvard University Press. Pág. 733.1990.

HOOD, W. GREGORY; TSCHINKEL, WALTER R. Desiccation resistance in arboreal and terrestrial ants. **Physiological Entomology**, v. 15, n. 1, p. 23-35, 1990.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (2022). Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/> Acesso em: 01/12/2022.

KASPARI, Michael. Body size and microclimate use in Neotropical granivorous ants. **Oecologia**, v. 96, n. 4, p. 500-507, 1993.

MATTE, Willian Daróz; QUEIROZ, Lucas Ferraz de; CORASSA, Janaína de Nadai. Primeiro registro de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) atacando noni (*Morinda citrifolia* L.) em Colorado do Oeste (RO), Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, 2016.

OLIVEIRA, M.A. **Polimorfismo e atividade forrageadora das operárias de *Atta bisphaerica*, espécie forrageira preferida e efeito do extrato desta em colônias no campo**. Dissertação (Mestrado em Entomologia). 1999.

OLIVEIRA, Marisa Cássia et al. Espécies forrageiras preferidas para o corte por *Atta bisphaerica* FOREL, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Ceres**. Vol. 49. Pág 321-328, 2002.

PINHEIRO, Renato Torres; MARCELINO, Dianas Gomes; MOURA, Dieyson Rodrigues. Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas verdes urbanas de Palmas, Tocantins. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 49, 2018.

PRECETTI, A. A. C. M. et al. Perdas de produção em cana de açúcar, causadas pela saúva mata pasto, *Atta bisphaerica*. Parte I. **Boletim Técnico Coopersucar**, v. 42, p. 19-26, 1988.



RIBEIRO, Laila Fieto. **Modulação e organização do forrageamento em *Acromyrmex subterraneus molestans santschi* 1925**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) 2013.

RIBEIRO, S. B. **Caracterização de espécies bacterianas encontradas em ninhos de *Atta sexdens* L. e isolamento de *Streptomyces* de formigas da Tribo Attini**. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Microbiologia Aplicada), Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2000.

RISSING, Steven W. Foraging velocity of seed-harvester ants, *Veromessor pergandei* (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Entomology**, v. 11, n. 4, p. 905-907, 1982.

ROCES, Flavio; HÖLLDOBLER, Bert. 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.

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

RUDOLPH, SERI G.; LOUDON, CATHERINE. Load size selection by foraging leaf-cutter ants (*Atta cephalotes*). **Ecological Entomology**, v. 11, n. 4, p. 401-410, 1986.

SALES, F. J. M. **Saúvas: comportamento, domesticação e aleloquímicos**. Ediatta, 1998.

SCHULTZ, Ted R.; BRADY, Seán G. Major evolutionary transitions in ant agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 14, p. 5435-5440, 2008.

SCHULTZ, Ted R.; MEIER, Rudolf. A phylogenetic analysis of the fungus-growing ants (Hymenoptera: Formicidae: Attini) based on morphological characters of the larvae. **Systematic entomology**, v. 20, n. 4, p. 337-370, 1995.

SHUTLER, Dave; MULLIE, Adele. Size-related foraging behaviour of the leaf-cutting ant *Atta colombica*. **Canadian journal of zoology**, v. 69, n. 6, p. 1530-1533, 1991.

TONHASCA, Athayde; LIMA BRAGANÇA, Marcos Antonio. Forager size of the leafcutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) in a mature eucalyptus forest in Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 48, n. 4, p. 983-988, 2000.

VASCONCELOS, Heraldo L.; CHERRETT, J. Malcolm. Formigas cortadeiras e regeneração florestal precoce na Amazônia central: efeitos da herbivoria no estabelecimento de mudas de árvores. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 3, p. 357-370, 1997.

VASCONCELOS, Heraldo L.; CHERRETT, J. Malcolm. 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.

VASCONCELOS, H. L. Foraging activity of two species of leaf-cutting ants (*Atta*) in a primary forest of the central Amazon. **Insectes sociaux**, v. 37, n. 2, p. 131-145, 1990.

VILELA, E. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. Parte I: Ação biológica dos feromônios. **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas**, p. 143, 1987.

WEBER, Neal A. Gardening ants the attines. **American Philosophical Society**. Philadelphia, PA. 1972.

WETTERER, James K. Forager polymorphism, size-matching, and load delivery in the leafcutting ant, *Atta cephalotes*. **Ecological Entomology**, v. 19, n. 1, p. 57-64, 1994.

WILSON, Edward O. Caste and division of labor in leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Atta*). **Behavioral ecology and sociobiology**, v. 7, n. 2, p. 157-165, 1980.

WIRTH, Rainer et al. Herbivory of leaf-cutting ants: a case study on *Atta colombica* in **the tropical rainforest of Panama**. Springer Science & Business Media, 2003.