



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

**MARIA CLARA SIQUEIRA MUSSIELLO**

**RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DE OPERÁRIAS  
FORRAGEADORAS DE *Atta laevigata* (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) E O TAMANHO DOS FRAGMENTOS  
VEGETAIS TRANSPORTADOS**

Porto Nacional, TO

2022

**MARIA CLARA SIQUEIRA MUSSIELLO**

**RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DE OPERÁRIAS  
FORRAGEADORAS DE *Atta laevigata* (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) E O TAMANHO DOS FRAGMENTOS  
VEGETAIS TRANSPORTADOS**

Monografia avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – *Câmpus* Universitário de Porto Nacional, Curso de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Lima Bragança

Coorientador: Prof. Dr. Rafael José Oliveira

Porto Nacional, TO

2022

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

---

S618r Siqueira Mussiello, Maria Clara .

Relação entre o tamanho de operárias forrageadoras de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) e o tamanho dos fragmentos vegetais transportados. / Maria Clara Siqueira Mussiello. – Porto Nacional, TO, 2022.  
30 f.

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

Orientador: Marcos Antonio Lima Bragança

Coorientador: Rafael José Oliveira

1. Forrageamento. 2. Saúva. 3. Capacidade de carga. 4. Período matutino e noturno. I. Título

**CDD 570**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada 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

MARIA CLARA SIQUEIRA MUSSIELLO

## RELAÇÃO ENTRE O TAMANHO DE OPERÁRIAS FORRAGEADORAS DE *Atta laevigata* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) E O TAMANHO DOS FRAGMENTOS VEGETAIS TRANSPORTADOS

Monografia avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – *Câmpus* Universitário de Porto Nacional, Curso de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Bacharel e aprovada 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. Dra. Solange de Fátima Lolis, UFT

Porto Nacional,  
2022

*“Look deep into the nature, and then you will  
understand everything better.”*

*Albert Einstein.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a minha família, especialmente minha mãe, por tanto carinho, puxões de orelha, por ter estado ao meu lado desde o início e sempre me incentivar a buscar os estudos. Agradeço minha irmã pelas palhaçadas, brincadeiras e pelo companheirismo. E também agradeço meu pai pelo apoio, mesmo distante.

Ao meu orientador, agradeço pelos ensinamentos, pelas conversas sobre política e futebol durante nossos lanches da tarde e por toda paciência ao longo desse tempo no laboratório. Obrigada por ter me mostrado como é incrível o mundo dos insetos. Também agradeço ao meu amigo de estágio Hiago pelas companhias durante nossas coletas noturnas super cansativas.

Às minhas melhores amigas Giovana e Maria Júlia, agradeço por tanto afeto, fofocas e pela amizade incrível. Crescer ao lado de vocês me proporcionou momentos maravilhosos pelos quais guardarei para sempre na memória. Agradeço também aos meus amigos Vitória, Nayra, Maria Laura, Beatriz, Eduardo, Cesinha e Marcos, pelos rolês, carinho e momentos de descontração. Ao meu melhor amigo Arthur, obrigada por tanto amor depois de todo esse tempo de amizade, principalmente pela paciência de me escutar falar de formiga por tantas madrugadas. Sua companhia durante a pandemia fez aquele pesadelo ser menos pior.

Aos meus amigos Danielle, Marcus, Hiago, João, Aline, Pietra e Lucas, eu agradeço imensamente pela amizade, amor e conselhos. São pessoas incríveis que eu tive o prazer de conhecer durante a faculdade e que sem dúvidas fizeram esses quatro anos muito mais leves. Nunca esquecerei as caronas, o truço na cantina durante os intervalos, as palavras de conforto e nossos churrascos. Ao FCC, em primeiro lugar, gostaria de agradecer por terem me acolhido tão bem durante o ensino médio. Desde então, com todas as palhaçadas, implicações, carinhos e brincadeiras, deixaram a vida muito mais agradável e me fizeram uma pessoa muito mais feliz. Muito obrigada por tanto.

E ao meu amor Thaianne, agradeço por me permitir crescer ao seu lado, por ter me dado apoio nos momentos ruins e por me incentivar sempre a ir atrás dos meus sonhos.

Agradeço ao CNPq pela bolsa do PIBIC, que permitiu realizar a minha pesquisa. E por fim, agradeço a UFT, onde concluí meus estudos e por ter permitido professores incríveis participarem da minha educação.

Todos aqui me ajudaram, de um jeito ou de outro, na minha formação, e por isso, serei eternamente grata.

## RESUMO

As formigas-cortadeiras *Atta* spp., também conhecidas como saúvas, são animais importantes para o funcionamento dos ecossistemas, uma vez que, direta ou indiretamente, auxiliam na ciclagem de nutrientes. Por terem um alto grau de polimorfismo, a colônia é dividida em castas. Operárias da casta das forrageadoras transportam fragmentos vegetais (cargas) até seus ninhos para servir de substrato a um fungo simbiote. Já foi observada correlação positiva entre o tamanho das operárias de algumas espécies e o tamanho de suas cargas. Neste estudo, foi investigada essa relação para forrageadoras de *Atta laevigata*, e se ocorre mudança nessa relação entre os períodos matutino e noturno e entre as espécies vegetais forrageadas. Até 60 operárias e suas respectivas cargas eram coletadas por ninho ( $n = 5$ ) no período da manhã e noite. O peso (mg) das formigas ( $P_f$ ) e o peso das cargas ( $P_c$ ) foram obtidos em balança de precisão. Foram realizadas 19 coletas diurnas e 22 noturnas, quando as operárias forrageavam diferentes plantas: manga (*Mangifera indica*), dormideira (*Mimosa pudica*), mamoinha (*Mabea fistulifera*), castanha (*Terminalia catappa*), oiti (*Moquilea tomentosa*), baru (*Dipteryx alata*), flamboiã (*Delonix regia*) e jamelão (*Syzygium cumini*). A capacidade de carga das operárias ( $CC = [P_f + P_c]/P_f$ ), que representa o peso que a formiga carrega em relação ao seu próprio peso, e os pesos das formigas e das cargas foram comparados entre os períodos e entre plantas forrageadas. Foram pesadas 855 formigas e cargas que forragearam durante o período matutino e 1139 durante o período noturno.  $P_f$  e  $P_c$  (média  $\pm$  dp) foram maiores ( $F = 84,3$ ;  $P = 0,001$ ) de manhã ( $22,4 \pm 10,8$  e  $39,9 \pm 34,1$ ) quando comparadas com o período noturno ( $18,4 \pm 10,1$  e  $32,1 \pm 29,0$ ). A correlação de Pearson mostrou que o peso da carga aumenta conforme o peso da formiga também aumenta ( $r^2 = 0,37$ ;  $P = 0,001$ ), mas sem diferença entre os períodos. A capacidade de carga das operárias foi maior (teste  $H = 9,5$ ;  $P = 0,002$ ) durante o período noturno ( $3,0 \pm 1,6$ ) em comparação ao período matutino ( $2,8 \pm 1,3$ ). A capacidade de carga foi maior para as operárias que transportaram jamelão. Em conclusão, tanto o peso das operárias quanto o peso das cargas foram maiores para o período da manhã, e a correlação entre o peso da carga e o peso da operária foi positiva. Porém, operárias noturnas, especialmente aquelas que transportavam jamelão, tiveram maior capacidade de carga, do que as operárias que forragearam durante o dia.

**Palavras-chaves:** Saúva; forrageamento; capacidade de carga.

## ABSTRACT

Leaf-cutting ants *Atta*, known as saúvas, are important animals for the functioning of ecosystems, since, directly or indirectly, they help in the cycling of nutrients. Because they are polymorphic, the colony is divided into castes. Workers from the foraging caste transport vegetal fragments (loads) up to their nests to serve as substrate to a symbiotic fungus. A positive correlation has already been observed between the size of workers of some species and the size of their loads. In the present study, this relation was investigated for foragers of *Atta laevigata* and if it changes between day and night shifts and between plant species. Until 60 workers and their respective load were collected in each nest ( $n = 5$ ) at day and night shift. The weight (mg) of ants ( $P_f$ ) and their loads ( $P_c$ ) were obtained on a precision balance. 19 diurnal and 22 nocturnal collections were carried out, when workers foraged different plants: manga (*Mangifera indica*), dormideira (*Mimosa pudica*), mamoinha (*Mabea fistulifera*), castanha (*Terminalia catappa*), oiti (*Moquilea tomentosa*), baru (*Dipteryx alata*), flamboiã (*Delonix regia*) and jamelão (*Syzygium cumini*). The worker's burden ( $CC = [P_f + P_c]/P_f$ ), which represents the weight that the ant carries in relation to its own weight, and the weights of ants and loads were compared between periods and between foraged plants. 855 ants and their loads were weighed when ants foraged during the daytime and 1139 during nighttime.  $P_f$  e  $P_c$  (mean  $\pm$  dp) were greater ( $F = 84,3$ ;  $P = 0,001$ ) during daytime ( $22,4 \pm 10,8$  and  $39,9 \pm 34,1$ ) when compared to nighttime ( $18,4 \pm 10,1$  and  $32,1 \pm 29,0$ ). Pearson's correlation showed that the weight of the load increases as the weight of the ant also increases ( $r^2 = 0,37$ ;  $P = 0,001$ ), but with no difference between periods. The worker's burden was greater (teste H = 9,5;  $P = 0,002$ ) during nighttime ( $3,0 \pm 1,6$ ) in relation to daytime ( $2,8 \pm 1,3$ ). Burden was greater when workers carried jamelão. In conclusion, both the weight of the workers and the weight of the loads were greater at daytime, and the correlation between the load's weight and the worker's weight was positive. However, nocturnal workers, especially those carrying jamelão, had a greater burden than workers that foraged during the day.

**Keywords:** Cutter ants; foraging; burden.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização de cinco ninhos (1 a 5) de <i>A. laevigata</i> (marcação em azul) no <i>campus</i> da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO.....	16
Figura 2 - Armazenamento de operária e sua respectiva carga.....	17
Figura 3 - Balança de precisão para a pesagem da formiga (A) e sua carga (B).....	19
Figura 4 - Espécies vegetais forrageadas.....	20
Figura 5 - Box plot do peso das formigas (A) e de suas cargas (B) entre períodos de forrageamento matutino e noturno .....	22
Figura 6 - Correlação entre peso (mg) da carga e peso (mg) da formiga ( $R^2= 0,37$ ; $p<0,001$ ), independentemente da espécie vegetal forrageada. Não houve diferença na correlação entre os períodos matutino e noturno. ....	22
Figura 7 - Relação entre o peso (mg) dos fragmentos vegetais (cargas) e o peso (mg) de operárias de <i>A. laevigata</i> que forragearam oito espécies vegetais, durante os períodos matutino e noturno.....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação (ANOVA) da média do peso das formigas e das cargas transportadas em entre os períodos de forrageamento matutino e noturno... ..	21
Tabela 2 - Comparação da capacidade de carga (média e desvio padrão) entre as diferentes plantas forrageadas.....	22

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Coleta de operárias e suas respectivas cargas... ..</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Pesagem de operárias e fragmentos vegetais... ..</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise de dados.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS... ..</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As formigas-cortadeiras do gênero *Atta*, também conhecidas como saúvas, são animais importantes para o funcionamento dos ecossistemas, uma vez que, direta ou indiretamente, modulam a disponibilidade de recursos para outras espécies, por auxiliarem na ciclagem de nutrientes, com maior importância em ambientes que possuem solos menos férteis (COUTINHO, 1984; JONES et al., 1994). As espécies desse gênero também se destacam pela abundância e ampla distribuição, estendendo-se pelo Continente Americano, desde o sul dos Estados Unidos até o Paraguai (DELLA LUCIA, 2011).

As saúvas são insetos sociais, estando presentes em uma colônia a rainha, que é o indivíduo fértil responsável por colocar ovos, e as operárias inférteis, com características morfológicas que as diferenciam da rainha e entre elas – polimorfismo. As operárias de saúvas são divididas em castas, em que cada uma delas desempenha uma função específica no formigueiro (polietismo): (casta I) as jardineiras, que possuem cápsula cefálica de até 1,0 mm e atuam no cuidado do fungo e da prole; (casta II) as generalistas, cuja cápsula cefálica mede em torno de 1,4 mm de largura e auxiliam na manipulação do fungo; (casta III) as forrageadoras e escavadoras, com uma largura média de 2,2 mm da cápsula cefálica, atuam no forrageamento e escavação do ninho e (casta IV) os soldados, que defendem a colônia de inimigos e apresentam os indivíduos com a largura média da cápsula cefálica em torno de 3,0 mm (WILSON, 1980; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

A organização espacial de um ninho de *Atta* (sauveiro) é caracterizada pela presença de diversas câmaras internas (panelas) no solo, conectadas por túneis, onde estão localizados: (i) os jardins de fungos, que comportam seu fungo simbiote e abrigam os ovos, as larvas, as pupas e a rainha; (ii) as câmaras de lixo, para onde as operárias transportam os restos de sua atividade biológica e companheiras mortas e (iii) as câmaras vazias, escavadas antecipadamente para o crescimento do ninho (COUTINHO, 1984; DELLA LUCIA, 2011; NICKELE et al., 2013). Na área externa do formigueiro, as aberturas na superfície são denominadas “olheiros”, localizados sobre o monte de terra ou em torno deste. Estes últimos correspondem aos olheiros de forrageamento e estão ligadas às trilhas de forrageio, utilizadas pelas operárias para buscar o material vegetal (KOST et al., 2005; DELLA LUCIA, 2011). As formigas-cortadeiras possuem uma alta capacidade de corte de vegetais, podendo comprometer de 12% a 17% da produção primária de florestas tropicais e, quando não são controladas, podem causar grandes danos a florestas implantadas e culturas agrícolas (CHERRETT, 1986; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; DELLA LUCIA, 2011). A

cortadeira *Atta laevigata* pode utilizar plantas cultivadas e se tornarem pragas, podendo ser necessário seu controle antecipado para reduzir danos às culturas (ZANUCIO et al., 2016; COSTA et al., 2018). A busca pelos materiais vegetais, denominada forrageamento, se inicia após a exploração do ambiente (DELLA LUCIA, 2011). Operárias da espécie *A. laevigata*, geralmente forrageiam em dias ensolarados, com o fluxo de forrageamento mais intenso no início e no final do dia, pois possuem um alto grau de polimorfismo, que as permite trabalharem em ambientes com temperaturas variadas (VIANA et al., 2004; BOUCHEBTI et al., 2015). Após a exploração e busca dos materiais, as formigas realizam o corte e o transporte de fragmentos (DELLA LUCIA, 2011), utilizados como substrato para o crescimento de seu fungo simbiote. As formigas cultivam o fungo, que serve como fonte de alimento, especialmente, para a rainha e as larvas (WEBER 1966; RONQUE, 2019, TEIXEIRA et al., 2021). Já a alimentação das operárias forrageadoras acontece principalmente a partir da ingestão da seiva durante o corte do vegetal (BASS et al., 1995). As cortadeiras são consideradas insetos seletivos, por preferirem principalmente partes frescas de plantas (folhas, flores etc.), já que são mais atraídas pelos odores (RUDOLPH & LOUDON, 1986; DELLA LUCIA, 2011).

Normalmente, as operárias de *Atta* conseguem carregar fragmentos vegetais proporcionais ao seu peso corporal, e durante o período matutino, elas tendem a ser maiores e a transportar cargas mais pesadas (TONHASCA & BRAGANÇA, 2000b; ENDRINGER et al., 2012). Entretanto, foi observado que operárias menores de *A. sexdens* possuem maior capacidade de carga do que operárias grandes (TONHASCA & BRAGANÇA, 2000b) A capacidade de carga é utilizada para analisar a capacidade com que as operárias forrageadoras carregam um fragmento vegetal consideravelmente mais pesado que seu próprio peso corporal (RISSING, 1982; RUDOLPH & LOUDON, 1986; TRANIELLO, 1989). Em relatos já observados anteriormente sobre a capacidade de carga em *A. cephalotes*, descobriu-se que o maior desempenho das operárias em termos de material vegetal transportado resultou do transporte de cargas de tamanhos intermediários (RUDOLPH & LOUDON, 1986).

As variações das características da planta hospedeira podem ter efeitos sobre a correlação entre o peso das operárias forrageadoras e o peso de suas cargas transportadas. As formigas podem apresentar maior ou menor facilidade para cortar fragmentos de diferentes tamanhos e densidade de um certo tipo de vegetal devido a diferentes fatores. Como foi observado por Roces & Hölldobler (1994), operárias de *A. cephalotes* preferem cortar folhas menores e menos densas porque gastam menos tempo nesse processo. As operárias de *A.*

*colombica* transportam, em sua maioria, fragmentos mais leves do que a capacidade de carga das operárias, já que os fragmentos menores são mais fáceis de serem recortados, o que favorece a incorporação do substrato vegetal ao fungo (BURD, 1996). As adversidades do ambiente são também um fator que possuem influências sobre a atividade de forrageamento. Para *A. sexdens*, Tonhasca & Bragança (2000a) perceberam o menor tamanho das operárias durante o dia por causa da presença de moscas parasitoides Phoridae, que preferem as maiores operárias como hospedeiros, e, para fugir dos ataques matutinos das moscas, as operárias maiores preferem forragear à noite, quando os forídeos estariam ausentes.

Neste estudo, é esperado uma correlação positiva entre o peso das operárias da formiga-cortadeira *A. laevigata* e o peso de sua carga transportada. Esta correlação deve ser positiva, independentemente da espécie vegetal forrageada e do período de forrageamento (matutino e noturno). Por outro lado, os pesos médios de operárias e de suas cargas provavelmente são maiores durante o dia. Já a capacidade de carga das operárias é provavelmente maior durante o forrageamento noturno, quando os indivíduos seriam menores. Outra suposição é que, entre as diferentes espécies vegetais forrageadas, o transporte do material mais pesado exige operárias maiores do que o transporte de material vegetal mais tenro.

Com isso, o presente estudo tem como objetivo verificar a relação entre o peso das forrageadoras e de suas cargas, considerando os períodos de forrageamento matutino e noturno e as espécies vegetais forrageadas. Além disso, propõe-se analisar a influência da temperatura e umidade sobre o peso da carga e o peso da operária e verificar a capacidade de carga das operárias entre os diferentes períodos e entre as diferentes espécies vegetais forrageadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Analisar a relação entre o tamanho das operárias forrageadoras de *A. laevigata* e o tamanho dos fragmentos vegetais transportados.

### **2.2 Específicos**

- Verificar possível diferença do peso das operárias e de suas cargas entre os períodos matutino e noturno;
- Correlacionar o peso da formiga com o peso de sua carga transportada;
- Verificar a influência da temperatura e umidade sobre o peso da carga e o peso da operária;
- Comparar a capacidade de carga das operárias entre os dois períodos e entre as diferentes espécies vegetais forrageadas.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido durante os períodos de outubro de 2021 a outubro de 2022, com as coletas de campo realizadas entre os meses de janeiro e março de 2022, na Universidade Federal do Tocantins, campus de Palmas (10°11'04"S, 48°20'01"W), estado do Tocantins. A vegetação da região é predominada pelo domínio Cerrado, onde o clima é característico de savanas tropicais, com estações seca e chuvosa (VIANA et al., 2004). Na área de estudo, entretanto, há uma predominância de espécies vegetais exóticas, originárias de outras regiões do Brasil ou de outros países (SOUZA et al., 2021). No período em que ocorreram as coletas, foram observadas chuvas constantes, com noites úmidas, temperaturas diurnas amenas e vegetação verde abundante.

Foram selecionados cinco ninhos adultos da formiga-cortadeira *A. laevigata* na área do campus da Universidade (Figura 1). Os ninhos selecionados possuíam trilhas visíveis e bem delimitadas, com fluxo de forrageamento intenso.

Figura 1- Localização de cinco ninhos (1 a 5) de *A. laevigata* (marcação em azul) no *campus* da Universidade Federal do Tocantins, em Palmas, TO.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).



### 3.2 Coleta de operárias e suas respectivas cargas

Foram coletadas em cada ninho, de forma aleatória, até 60 formigas que estavam transportando fragmentos vegetais (cargas) ao longo da trilha de forrageio, retornando para o ninho. Ao todo, foram realizadas 41 coletas, sendo 19 no período matutino (de 5:20 às 07:50h) e 22 coletas no período noturno (de 17:30 às 19:40h).

Por ninho, foram realizadas de três a cinco coletas em cada um dos períodos e cada amostra (formiga e sua respectiva carga) foi colocada em um tubo de vidro (4,5 mm x 2,2 mm), tampado com algodão (Figura 2). Foi observado que as operárias transportavam, majoritariamente, fragmentos de folhas de árvores.

Um termômetro foi utilizado para registrar a temperatura do ar (°C) e a umidade relativa (%) nas proximidades de cada ninho, no início e no final de cada coleta. Também foi registrada a espécie vegetal sendo forrageada durante a coleta em cada ninho. Para plantas desconhecidas, foram tomadas amostras do vegetal e confeccionadas exsiccatas para posterior identificação.

Figura 2 - Armazenamento de operária e sua respectiva carga



Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

### 3.3 Pesagem das operárias e sua cargas

Após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório para a pesagem das operárias e suas cargas individualmente — que aconteceu de 10 a 12 horas após a coleta. Neste período, as amostras foram mantidas em um ambiente com temperatura de 26° e umidade média de 70% para preservar as formigas com vida e evitar a perda de água dos fragmentos até o momento da pesagem. Foi utilizada uma balança de precisão (Figura 3) para obtenção do peso (mg) da formiga ( $P_f$ ) e o peso de sua respectiva carga ( $P_c$ ).

Figura 3 – Balança de precisão para a pesagem da formiga (A) e sua carga (B)



Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

### 3.4 Análise de dados

Foi aplicado o teste ANOVA para as comparações do peso das formigas e do peso das cargas entre os períodos matutino e noturno, sem considerar as espécies vegetais forrageadas. Para essas comparações, os dados de pesos precisaram ser transformados (Box-Cox) para atingir as pressuposições de normalidade e de homogeneidade das variâncias.

A análise de regressão linear (Pearson) foi realizada para a correlação entre o peso das operárias e de suas respectivas cargas. Esta correlação foi realizada para o período matutino e para o noturno com dados transformados ( $\log_{10}$ ). A análise de regressão entre o  $P_c$  e o  $P_f$  também foi utilizada para comparações aos pares entre as espécies vegetais forrageadas.

Para investigar a influência dos fatores ambientais (temperatura e umidade) sobre o peso das formigas e o peso das cargas, foi utilizada a correlação de Pearson, em que os dados precisaram ser transformados (Box-Cox). A temperatura e a umidade foram correlacionadas com o peso da formiga e com o peso da carga, tanto no período matutino como no período noturno.

Foi feita a comparação da capacidade de carga ( $CC = [P_f + P_c]/P_f$ ) das operárias pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis entre os períodos matutino e noturno com o conjunto de dados do forrageamento das diferentes plantas. Esta análise também foi realizada para as operárias que forragearam as diferentes espécies vegetais, realizando-se as comparações aos pares entre os tipos de plantas pelo teste Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (W), sem consideração dos períodos matutino e noturno. A transformação por Box-Cox dos dados da capacidade de carga não foi suficiente para normalizar os dados, por isso foi feita a opção pelos testes não-paramétricos. Todas as análises foram realizadas no software estatístico Jamovi 2018 (<https://www.jamovi.org>). As comparações foram feitas ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS

Ao todo, foram pesadas 1.994 formigas e cargas dos cinco ninhos analisados, sendo 855 durante o dia e 1.139 durante a noite. A temperatura e umidade durante as coletas no período matutino apresentaram variações de 24,2°C a 24,8°C e de 75,5% a 84,4%, respectivamente. Nesse período, as coletas aconteceram em quatro ninhos, já que não foi observado forrageamento matutino em um deles. A temperatura e umidade durante as coletas no período noturno apresentaram variações de 26,4°C a 26,5°C e de 67,9% a 73,9%, respectivamente. O forrageamento nesse período aconteceu em todos os cinco ninhos.

Durante o corte e transporte dos vegetais, as colônias transportaram oito espécies de plantas (Figura 4): dormideira (*Mimosa pudica*), mamoinha (*Mabea fistulifera*), manga (*Mangifera indica*), baru (*Dipteryx alata*), flamboiã (*Delonix regia*), jamelão (*Syzygium cumini*), oiti (*Moquilea tomentosa*) e castanha (*Terminalia catappa*), sendo as três primeiras espécies presentes apenas no forrageamento noturno (Tabela 1).

Figura 4 - Espécies vegetais forrageadas



Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

Nota: Imagens sem escala

Foi observada uma diferença significativa ( $F_{1;1992} = 82,60$ ;  $p < 0,001$ ) no peso das formigas (Tabela 1; Figura 5) entre os dois períodos de forrageamento, indicando a maior média durante o forrageamento matutino, em comparação ao forrageamento noturno. Da mesma forma, foi observado uma maior média significativa ( $F_{1;1992} = 40,09$ ;  $p < 0,001$ ) no peso da carga durante o dia, quando comparado ao período da noite (Tabela 1; Figura 5).

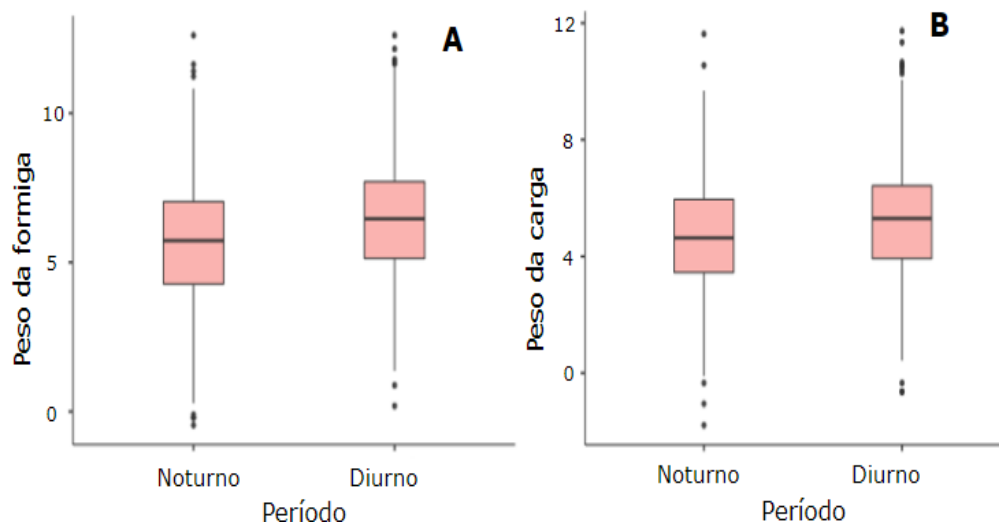
Houve correlação positiva entre o peso da carga transportada e o peso das operárias ( $r^2 = 0,37$ ;  $p = < 0,001$ ), sem diferença entre os períodos (Figura 6). A comparação dessa correlação especificamente entre espécies vegetais forrageadas indicou que a extensão de tamanho das operárias que participaram do forrageamento com folhas de flamboiã foi maior para as formigas que carregaram fragmentos foliares de flamboiã (Figura 7).

Tabela 1 – Comparação (ANOVA) da média do peso das formigas e das cargas transportadas em entre os períodos de forrageamento matutino e noturno

	<b>Período</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Formiga	Matutino	855	22,43	10,85	82,6	< 0,001
	Noturno	1139	18,42	10,09		
Carga	Matutino	855	39,957	34,1269	40,1	< 0,001
	Noturno	1139	32,1563	29,0568		

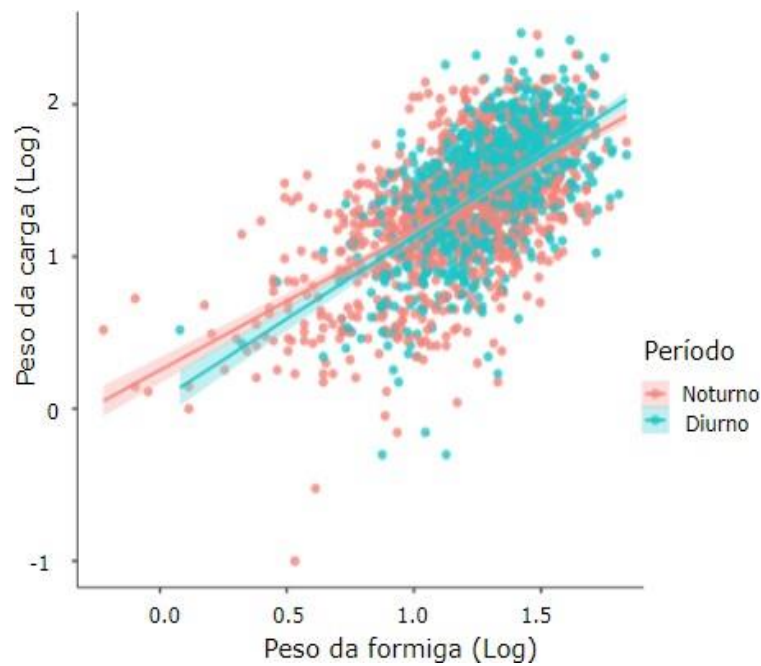
Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

Figura 5 – Box plot do peso das formigas (A) e de suas cargas (B) entre períodos de forrageamento matutino e noturno.



Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

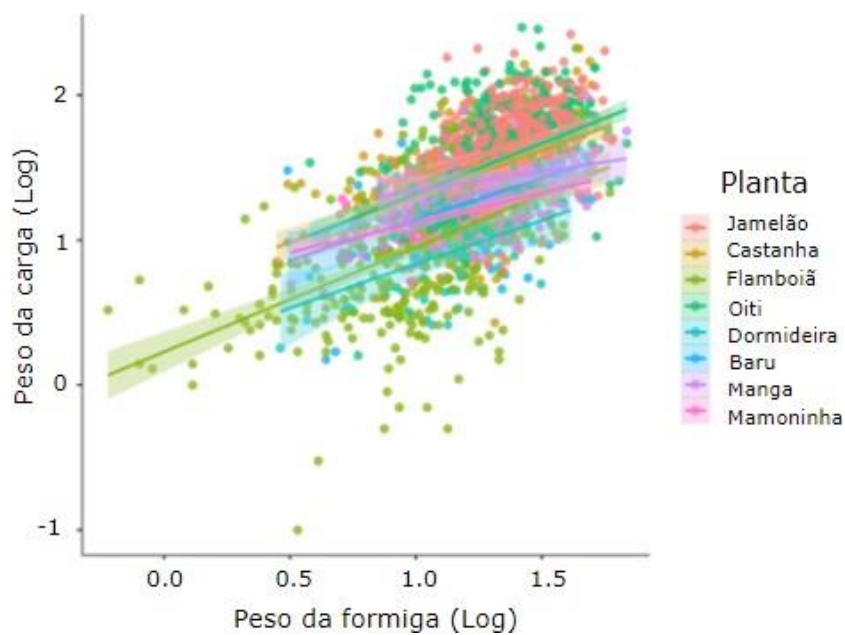
Figura 6 - Correlação entre peso (mg) da carga e peso (mg) da formiga ( $R^2= 0,37$ ;  $p<0,001$ ), independentemente da espécie vegetal forrageada.



Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

Nota: Não houve diferença na correlação entre os períodos matutino e noturno.

Figura 7 – Relação entre o peso (mg) dos fragmentos vegetais (cargas) e o peso (mg) de operárias de *A. laevigata* que forragearam oito espécies vegetais, durante os períodos matutino e noturno.



Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

A análise geral dos dados indicou que o peso da carga diminuiu ( $r = -0,047$ ;  $p < 0,03$ ) com o aumento da temperatura, e que este fator climático não teve correlação com o peso da formiga. Já a umidade possuiu correlação positiva ( $r = 0,215$ ;  $p < 0,0001$ ) tanto com o peso da carga quanto com o peso da formiga.

A capacidade de carga (CC) das operárias durante o forrageamento noturno ( $3,05 \pm 1,61$ ) foi significativamente maior ( $H = 9,51$ ;  $p = 0,002$ ) do que as operárias forrageando durante o período matutino ( $2,80 \pm 1,32$ ). Foi verificada diferença na CC entre operárias que forragearam as diferentes plantas, sendo a CC de operárias que transportaram jamelão, castanha e oiti superior àquela de operárias que forragearam baru e flamboiã (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação da capacidade de carga (média e desvio padrão) entre as diferentes plantas forrageadas

<b>Planta</b>	<b>n</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
Jamelão	508	3,18 <sup>a</sup>	1,33		
Oiti	458	3,15 <sup>b</sup>	1,80		
Castanha	315	3,02 <sup>ab</sup>	1,28	195,6	<0,001
Baru	76	2,45 <sup>c</sup>	1,33		
Flamboiã	370	2,32 <sup>c</sup>	1,22		

Fonte: Maria Clara Siqueira Mussiello (2022)

\*Letras diferentes após as médias indicam diferença significativa de 5% de probabilidade pelo teste Dwass-Steel-Critchlow-Fligne.

## 5 DISCUSSÃO

O forrageamento das formigas cortadeiras é baseado na exploração do ambiente para o corte e transporte do material vegetal. Diversos fatores podem alterar a atividade de forrageamento e a seletividade de espécies de plantas, além de mudar a sincronia entre o ambiente e a colônia por causa da sazonalidade e afetar as suas exigências nutricionais (BRENER, 1993; COSTA et al., 2018). Entretanto, as cortadeiras geralmente se adaptam à disponibilidade de recursos e variações ambientais por desenvolverem estratégias para otimizar seu ritmo de forrageamento.

As operárias de *A. laevigata* preferem cortar e transportar fragmentos com altas concentrações de certos macro e micronutrientes (MUNDIM et al., 2009). O jamelão, especialmente as folhas, possui altos teores de carboidratos e nitrogênio (SANTOS et al., 2020) e em campo foi observado que as operárias derrubavam uma grande quantidade de folhas desse vegetal e iam cortando ao longo dos dias. Foi verificado anteriormente por Costa et al. (2018) que esse hábito é comum nas espécies de plantas preferidas por esses insetos, indicando uma possível preferência pelas folhas de jamelão. Mas, além da preferência pelo material vegetal, esse hábito também ajuda as operárias a economizar energia (TOLEDO et al., 2016) por não precisarem subir nas árvores todas as vezes que saírem para forragear.

É interessante, do ponto de vista ecológico, saber o comprimento da manhã e da noite, para que os seres vivos consigam se organizar e realizar suas atividades de forma mais eficiente ao longo de um período de 24 horas (ASCHOFF, 1960). Em mamíferos, o ciclo circadiano é regulado pela melatonina, um hormônio produzido pelo sistema pineal responsável pela detecção de claro e escuro. Nos insetos, evidências para as regulações circadianas são mais fracas, pois a localização da melatonina no corpo é incerta e varia de acordo com a espécie, como na cabeça, em *Enallagma civile*, e na hemolinfa, em *Rhodnius prolixus* (BLOCH et al., 2013). Embora ainda não tenha sido investigada a presença da melatonina em *Atta*, sabe-se que as operárias que forrageiam durante o dia são diferentes das forrageadoras noturnas (CONSTANTINO et al., 2021). Ao adaptar o modo de vida para o trabalho em conjunto, pode ser um indicativo de cuidado com a própria colônia, ou, em outras palavras, uma adaptação à vida em sociedade (CONSTANTINO et al., 2021). Por adaptar, entende-se que é necessário se ajustar a alguma situação, e existir uma variação de peso entre os períodos de forrageamento, reforça a ideia de uma divisão de trabalho em turnos, fazendo



com que as operárias se adaptem à atividade de forrageamento, obedecendo os ritmos naturais das formigas e garantindo a eficiência da colônia (CONSTANTINO et al., 2021).

Neste estudo, foi verificado que as operárias mais pesadas foram predominantes no forrageamento matutino. A hipótese de o peso médio das operárias ser maior durante esse período já foi verificada por Bouchebti e colaboradores (2015), quando percebeu que as operárias maiores são mais resistentes ao calor, e por isso, as forrageadoras menores tendem a aparecer mais durante o período noturno. Porém, já foi observado em *A. cephalotes*, que as operárias menores continuam a forragear durante o dia, e isso às permite adquirir recursos com alta eficiência (YACKULIC & LEWIS, 2007), além de estarem menos expostas às moscas parasitóides da família Phoridae, pois estas preferem atacar operárias maiores (TONHASCA & BRAGANÇA, 2000a). As operárias menores, que apareceram mais durante o período noturno, tiveram maior capacidade de carga, conforme já verificado por Tonhasca & Bragança (2000b) com outra espécie, *A. sexdens*. Isso possivelmente ocorre porque as operárias menores possuem mandíbulas proporcionalmente mais longas, o que favorece o corte dos vegetais (HELANTERA & RATNIEKS, 2008).

A variação no tamanho do corpo das formigas entre os indivíduos da colônia afeta no resultado final do material transportado, pois, durante o forrageamento, as operárias cortam suas cargas de diferentes tamanhos, dependendo do tamanho da formiga. Elas se ancoram na borda da folha pelas patas traseiras, e giram em torno do vegetal enquanto cortam os fragmentos, indicando uma possível correlação positiva entre o peso da operária e sua carga (WEBER, 1972 apud ROCES E HOLLDOBLER, 1994; BURD, 2000). Além disso, a forma com que as formigas costumam carregar os fragmentos, por segurá-los com suas mandíbulas e incliná-los para trás (MOLL et al., 2012), o que mostra que a formiga corta seu fragmento em relação ao seu tamanho e, possivelmente comprovando a correlação entre o tamanho da carga com o tamanho corporal da operária. De fato, foi observado neste estudo que o peso da carga transportada aumenta de acordo com o peso da formiga, independentemente se o forrageamento é matutino ou noturno.

O polimorfismo presente nas formigas cortadeiras é fundamental para permitir às colônias explorarem uma grande diversidade de recursos vegetais (ENDRINGER et al., 2012) até encontrarem aquele adequado para o forrageamento das operárias e para o seu fungo. De fato, foi observado que as colônias estudadas forragearam diferentes plantas durante o transporte, com algumas espécies vegetais aparecendo em apenas um dos períodos. No início do forrageamento, as primeiras operárias são atraídas pelos odores dos vegetais, indo na

direção daquele mais atrativo (ROCES & HOLLDOBLER, 1994) e com o passar do tempo, possivelmente, o material vegetal pode não mais suprir as necessidades nutricionais da colônia. Isso poderia explicar a variação de diferentes espécies vegetais forrageadas entre colônias e mesmo por uma mesma colônia durante o período do estudo. Além disso, as variações de espécies também poderiam ser explicadas pelas dimensões e a densidade das folhas de cada planta. Supõe-se que essas variações físicas podem ser fatores que influenciam nos tamanhos dos fragmentos cortados, o que vai determinar o tamanho das formigas que irão carregar os fragmentos e, por conseguinte, a sua capacidade de carga.

Uma vez que a carga é baseada no tamanho do corte e não no peso do vegetal forrageado, a morfologia da folha pode influenciar nas taxas de transporte. Formigas que participaram do forrageamento de fragmentos foliares de flamboiã selecionaram frequentemente cargas de pesos mais variados, resultando em taxas baixas do transporte em determinados momentos (RUDOLPH & LOUDON, 1986), já que a variação do peso das suas cargas variou significativamente em relação aos outros vegetais. Por possuir folhas grandes e compostas, o flamboiã permitiu às forrageadoras cortarem diversos tamanhos diferentes de fragmentos, mostrando uma maior amplitude de operárias forrageadoras utilizando este vegetal.

Neste estudo, as variáveis climáticas mostraram interferências sobre o peso da carga e das operárias. Com o aumento da umidade, houve um aumento do peso dos fragmentos vegetais em ambos os períodos, e conseqüentemente um aumento do peso da operária, podendo ser explicada pelo fato do peso dos vegetais aumentar devido à maior umidade relativa do ambiente (KAWAMITSU et al., 1993). Por outro lado, neste trabalho, as temperaturas mais baixas foram relacionadas apenas ao maior peso da carga, não mostrando relação com o peso da operária. As formigas são poiquilotérmicas, ou seja, sua temperatura corpórea oscila de acordo com o ambiente. Essa característica indica que sua atividade de forrageamento é limitada pela temperatura, estresse hídrico e outros fatores físicos que podem afetar os custos energéticos da atividade (TRANIELLO, 1989). Pela distinção entre esses resultados e a literatura pode-se especular questões fisiológicas ou problemas ambientais, e propõe-se investigações sobre o porquê de resultados diferentes.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foi constatado que durante o forrageamento matutino as operárias foram mais pesadas, possivelmente porque não são tão sensíveis à exposição solar. Além disso, também foi verificado que a carga obteve o maior peso médio nesse período, ou seja, quanto maior a formiga, maior a sua carga. Esse resultado já era esperado, uma vez que o tamanho da operária vai ter influência sobre o tamanho da carga que ela vai conseguir transportar. Como as saúvas foram mais leves durante o forrageamento noturno, nesse período foi registrada a maior capacidade de carga. Já foi observado anteriormente, em *A. sexdens*, que suas menores operárias possuem a maior capacidade de carga. O presente resultado, também verificado com *A. laevigata*, indica ser esta uma característica presente no gênero *Atta*.

Como as formigas são, inicialmente, atraídas pelos odores das plantas, muitas vezes as substâncias presentes neles não suprem as necessidades nutricionais da colônia, fazendo com que elas busquem diversas espécies vegetais, tal qual foi observado no trabalho. Além das substâncias, as variações ambientais também podem influenciar na escolha do material. Quando a umidade relativa do ambiente aumentou, o peso dos fragmentos aumentou proporcionalmente, já que os vegetais retêm uma maior quantidade de água quando o ambiente é mais úmido. Como foi observada uma correlação positiva entre os pesos dos fragmentos e das operárias, quando a umidade foi alta, conseqüentemente, o peso das formigas também foi maior.

Pela importância das formigas-cortadeiras no ambiente, estudos com esses animais são fundamentais para entender seu comportamento e modo de vida, para que assim, seja aplicado o controle e manejo mais adequado.

## REFERÊNCIAS

- ASCHOFF, J. Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, v. 25, p. 11-28, 1960.
- BASS, M & CHERRETT, J. M. Fungal hyphae as a source of nutrients for the leaf-cutting ant *Atta sexdens*. **Physiological Entomology**, v. 20, p. 1–6, mar. 1995.
- BOUCHEBTI, S; JOST, C; CALDATO, N; FORTI, L.C; FOURCASSIÉ, V. Comparative study of resistance to heat in two species of leaf-cutting ants. **Insectes Sociaux**, v. 62, p. 97–99, dez. 2015.
- BRENER, A. G. F. Influencia de la estacionalidad sobre los ritmos forrajeros de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) en una sabana tropical. **Revista de biologia tropical**, v. 41, n. 3, p. 897-899, aug. 1993.
- BURD, M. Foraging performance by *Atta colombica*, a leaf-cutting ant. **The American Naturalist**, v. 148, n. 4, out. 1966.
- BURD, M. Body size effects on locomotion and load carriage in the highly polymorphic leaf-cutting ants *Atta colombica* and *Atta cephalotes*. **Behavioral Ecology**, v. 11, n. 2, p. 125–131, 2000.
- CHERRETT, J. M. The biology, pest status and control of leaf-cutting ants. **Agricultural zoology reviews**, v 1, p.1-37, jul. 1986.
- CONSTANTINO, P. B.; VALENTINUZZI, V. S.; HELENE, A. F. Division of labor in work shifts by leaf-cutting ants. **Scientific Reports**, v. 11, n. 8737, abr. 2021.
- COSTA, A. N. & VIEIRA-NETO, E. H. M. Species turnover regulates leaf-cutter ant densities in environmental gradients across the Brazilian Cerrado. **Journal of Applied Entomology**, n. 140, p. 474-478, nov. 2015.
- COSTA, A. N; VASCONCELOS, H. L; VIEIRA-NETO, E. H; BRUNA, E. M. Adaptive foraging of leaf-cutter ants to spatiotemporal changes in resource availability in Neotropical savannas. **Ecological Entomology**, v. 44, p. 227-238, nov. 2018.
- COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado: a saúva, as queimadas e sua possível relação na ciclagem de nutrientes minerais. **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 8, n. 8, p. 1-9, out. 1984.
- DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da biologia ao manejo**. UFV. Viçosa: MG, 2011.
- ENDRINGER, F. B.; BAILEZ, A. M. V.; BAILEZ, O. E.; TEIXEIRA, M. D. C.; LIMA, V. L. D. S.; SOUZA, J. H. Load Capacity of Workers of *Atta robusta* During Foraging (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 59, n. 3, p. 839-848, set. 2012.
- HELANTERÄ, H.; RATNIEKS, F.L.W. Geometry explains the benefits of division of labor in a leafcutter ant. **The Royal Society**, v. 275, p. 1255–1260, mar. 2008.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O. **The Ants**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 1990.

HUBBELL, S. P. et al. Foraging by bucket-brigade in leaf-cutter ants. **Biotropica**, v. 12, n. 3, p. 210 - 213, set. 1990.

JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, Copenhagen, v. 69, n. 3, p. 373-386, abr. 1994.

KAWAMITSU, Y; YODA, S; AGATA, W. Humidity Pretreatment Affects the Responses of Stomata and CO<sub>2</sub> Assimilation to Vapor Pressure Difference in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> Plants. **Plant and Cell Physiology**, v. 34, n. 1, p. 113–119, jan. 1993.

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

MOLL, K.; FEDERLE, W.; ROCES, F. The energetics of running stability: costs of transport in grass-cutting ants depend on fragment shape. **The Journal of Experimental Biology**. v. 215, p. 161 - 168, jan. 2012.

MUNDIM, F. M.; COSTA, A. N.; VASCONCELOS, H. L. Leaf nutrient content and host plant selection by leaf-cutter ants, *Atta laevigata*, in a Neotropical savanna. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 130, p. 47-54, dez. 2009.

NICKELE, M.A.; PIE, M.R.; REIS FILHO, W.; PENTEADO, S. do R. C. Formigas cultivadoras de fungos: estado da arte e direcionamento para pesquisas futuras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 53-72, mar. 2013.

RISSING, S. W.. Foraging Velocity of Seed-Harvester Ants, *Veromessor pergandei* (Hymenoptera: Formicidae). **Environmental Entomology**, v. 11, e. 4, p. 905-907, ago. 1982.

RUDOLPH, S. G. & LOUDON, C. Load size selection by foraging leaf-cutter ants (*Atta cephalotes*). **Ecological Entomology**, v. 11, p. 401-410, nov. 1986.

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

RONQUE, M. U. V; FEITOSA, R. M.; OLIVEIRA, P. S. Natural history and ecology of fungus-farming ants: a field study in Atlantic rainforest. **Insectes Sociaux**, v. 66, n. 3, p. 375-387, mar. 2019.

SANTOS, E.L.V.L.B.; SETTI, G.P.P.; MENDONÇA, L.M.V.L.; SANCHES, W.M.; PEREIRA, R.J. Composição e fitoquímicos de frutos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels cultivados no Tocantins. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 17, n. 32, p. 227-238, 2020.

SOUZA, M. L. O.; OLIVEIRA, R. J; SOUZA, D. J; SAMUELS, R. I.; BRAGANÇA, M. A. L. Differential parasitism by four species of phorid flies when attacking three worker castes of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith, 1858). **Plos one**, v. 16, n. 5, mai. 2021.

TEIXEIRA, G. A; BARROS L. A. C; DE AGUIAR, H. J. A. C; LOPES, D. M. Distribution of GC-rich heterochromatin and ribosomal genes in three fungus-farming ants (Myrmicinae, Attini, Attina): insights on chromosomal evolution. **Comparative cytogenetics**, v. 15, n. 4, p. 413-428, 2021.

- TOLEDO, M. A. DE; RIBEIRO, P. L.; CARROSSONI, P. S. F.; TOMOTANI, J. V.; HOFFMAN, A. N.; KLEBANER, D.; WATEL, H. R.; IANNINI, C. A. N.; HELENE, A.F. Two castes sizes of leafcutter ants in task partitioning in foraging activity. **Ciência Rural**, v. 46, n. 11, p. 1902-1908, nov. 2016.
- TONHASCA, J. R. A. & BRAGANÇA, M. A. L. Effect of leaf toughness on the susceptibility of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* to attacks of a phorid parasitoid. **Insectes Sociaux**, n. 47, p. 220–222, 2000a.
- TONHASCA, A. & BRAGANCA, M. A. L. Forager size of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) in a mature eucalyptus forest in Brazil. **Revista de biologia tropical**, San José, v. 48, n. 4, p. 983-988, dez. 2000b.
- TRANIELLO, J. F. A. Foraging strategies of ants. **Annual Review of Entomology**, Massachusetts, v. 34, n. 1, p. 91-210, 1989.
- VIANA, L. R.; SANTOS, C. J.; ARRUDA, L. J.; SANTOS, P. G.; FERNANDES, P. W. Foraging patterns of the leaf-cutter ant *Atta laevigata* (Smith) (Myrmicinae: Attini) in an area of cerrado vegetation. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, pp. 391-393, jun. 2004.
- WEBER, N. A. Fungus-Growing Ants: A symbiotic relationship exists between an insect and a plant, involving an effective culturing technique. **Science**, v. 153, n. 3736, p. 587-604, ago. 1966.
- WELCH, L. E; BAUDIER, K. M; HARRISON, J. F. Warmer mid-day temperatures increase leaf intake by increasing forager speed and success in *Atta colombica* during the rainy season. **Insectes Sociaux**, v. 67, p. 213-219, feb. 2020.
- WILSON, E.O. 1962. Chemical communication among workers of the fire ant *Solenopsis saevissima* (Fr. Smith) 1. The Organization of Mass-Foraging. **Animal Behavior**, v. 10, p. 133-147, jan, 1962.
- WILSON, E. O. Caste and division of labor in leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Atta*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 7, p. 143-156, jul. 1980.
- YACKULIC, C. B. E. & LEWIS, O.T. Temporal variation in foraging activity and efficiency and the role of hitchhiking behaviour in the leaf-cutting ant, *Atta cephalotes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 125, p. 125-134, ago. 2007.
- ZANUNCIO, A. J. V.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A.; ZANETTI, R.; POLANCZYK, R. A.; SERRÃO, J. E. Occurrence of *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) in the south of Espírito Santo state, Brazil. Recently introduced or endangered species? **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 559-564, dez. 2010.