

EFEITOS DOS NINHOS DE *Atta laevigata* (Fr. Smith, 1858) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) SOBRE A VEGETAÇÃO DO CERRADO

Marco Aurelio Alves Perin² e Juliane Fernandes Guimarães³

RESUMO – As formigas-cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae: Attini) são reconhecidas por sua capacidade desfolhadora e pelas consequências que geram na vegetação devido a uma série de processos associados. A construção do ninho, juntamente com o comportamento de transporte de material vegetal para o seu interior, ocasiona modificações nas propriedades físicas e químicas do solo, podendo afetar a comunidade de plantas nas savanas brasileiras. Durante três anos, numa área de Cerrado *sensu stricto* em regeneração localizada na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG, avaliou-se o índice de sobrevivência, mortalidade e recrutamento de plantas ($\leq 1,5$ m de altura) inseridas no centro dos ninhos de *Atta laevigata* em uma unidade amostral de 1 m x 1 m. O mesmo protocolo foi feito nas áreas adjacentes (cerrado) distantes 5 m do centro dos murundus. Os quadrados amostrados no centro dos ninhos apresentaram menor abundância de plantas ($\leq 1,5$ m de altura) quando comparada com a das áreas adjacentes. Porém, no decorrer do estudo os índices de sobrevivência, mortalidade e recrutamento de plantas não diferiram significativamente entre os diferentes locais amostrados. Os resultados evidenciaram que o estágio inicial da formação do murundu é fator determinante responsável pela mortalidade por soterramento de grande parte das plântulas situadas sobre ele. Dessa forma, esses ninhos desempenham funções ecológicas importantes vinculadas à dinâmica dos processos de estabelecimento e sobrevivência de plântulas e, conseqüentemente, podem interferir nos estágios sucessionais da vegetação.

Palavras-chave: Murundu, Recrutamento e Mortalidade.

EFFECTS OF NESTS OF *Atta laevigata* (Fr. Smith, 1858) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) ON SOIL AND VEGETATION OF THE CERRADO

ABSTRACT – The leaf cutting ants (Hymenoptera: Formicidae: Attini) are recognized by their ability of leaf shedding as well as the consequences that generate in vegetation due to a number of processes involved. The construction of the nest together with the behavior of transport of material to the inside of it causes changes in the physical-chemical properties of soil, which might affect the plant community in the Brazilian savanna. We evaluated the rate of survival, mortality and recruitment of plants (≤ 1.5 m in height) inserted in the center of the nest *Atta laevigata* in a square of 1m x 1m in an area of Cerrado *sensu stricto* in regeneration at the Ecological Station of Panga (EEP), Uberlândia-MG for three years. The same protocol was done to the adjacent area (cerrado), five meters away from the center of murundu. The square sampled at the center of the nest showed a lower abundance of plants (≤ 1.5 m in height) when compared with the adjacent area. But in the course of the study, the rates of survival, mortality and recruitment of plants did not differ significantly among the different sites sampled. The results show that the initial stage of formation of murundu is a determinant factor for mortality for burying of most of the seedlings lying about it. Thus, these nests may play important ecological functions related to the dynamic processes of establishment and survival of seedlings and a consequently interference with successional stages of vegetation.

Keywords: Mound, Recruitment and Mortality.

¹ Recebido em 02.05.2009 e aceito para publicação em 19.04.2012

² Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Brasil, Instituto de Ciências Biológicas (Zoologia). E-mail: <aurelioecoplano@gmail.com>.

³ Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Brasil, Instituto de Biologia. E-mail: <juliafergui@gmail.com>.

1. INTRODUÇÃO

A paisagem típica do bioma Cerrado consiste de uma savana com estruturas muito variáveis, caracterizadas genericamente por uma mistura de plantas de dois estratos bem distintos, em que o primeiro inclui árvores e o segundo, o estrato herbáceo-subarbustivo, composto por subarbustos e herbáceas (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002). Esse tipo de vegetação tende a ser substituída por fisionomias de florestas em sítios com grande disponibilidade hídrica e, ou, fertilidade do solo, enquanto áreas campestres sazonais aparecem onde estações de forte déficit hídrico ocorrem após períodos bastante úmidos (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002).

As fisionomias de Cerrado ocorrem, em sua maioria, no Planalto Central pelo fato de os solos bem drenados e pouco férteis serem o substrato predominante.

Nesse bioma, os solos são constituídos por uma fração de areia predominante, seguida da argila e do silte (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002). Além disso, são bastante ácidos devido aos altos níveis de Fe, Mn e Al³⁺. Sua capacidade de retenção de água é baixa, sendo, assim, intensamente lixiviados. O teor de matéria orgânica desses solos é pequeno e a decomposição do húmus lenta, em virtude da longa estação seca (ROSA, 1991).

As saúvas (gênero *Atta*) são importantes herbívoros, consumindo até 17% da produção anual de folhas de uma floresta tropical (CHERRETT, 1989a). Através da utilização de medidas diretas de herbivoria, juntamente com estimativas da produtividade de plantas e da densidade de colônia de formigas-cortadeiras, Costa et al. (2008) constataram que as formigas do gênero *Atta* spp. consomem 13-17% da biomassa foliar produzida anualmente por plantas arborizadas no Cerrado brasileiro. Embora elas não se alimentem diretamente das plantas que cortam, as saúvas utilizam material vegetal fresco acumulado em extensas galerias subterrâneas, para manter o fungo do qual se alimentam (CURRIE, 2001; FARJI-BRENER; GHERMANDI, 2004).

Em algumas regiões, as saúvas têm o *status* de praga, mas, apesar do grande número de espécies vegetais que atacam, elas são altamente seletivas (VASCONCELOS; CHERRETT, 1996; MUNDIM et al., 2008). As formigas-cortadeiras provavelmente selecionam plantas pioneiras por causa do seu baixo teor de defesas químicas e do seu alto teor nutricional.

A grande disponibilidade de plantas pioneiras em florestas secundárias jovens e em áreas degradadas certamente diminui o custo de localização de recursos palatáveis. Isso torna as florestas sucessionais e os habitats degradados suscetíveis a suportarem maior número de colônias de saúvas do que as florestas climáticas (FARJI-BRENER, 2001).

O começo das atividades de um jovem sauveiro é marcado pela reabertura do canal anteriormente construído pela içá (rainha recém-fecundada), para a formação da primeira panela. Com isso, as operárias iniciam um longo processo de escavação do solo, através do qual abrem grande número de novos canais e galerias.

A maior parte da terra que removem é depositada na superfície do terreno, onde se forma, então, o murundu (COUTINHO, 1984). Esse solo escavado de câmaras e túneis subterrâneos é trazido à superfície pelas formigas operárias, apresentando distúrbio substancial no seu perfil (CHERRETT, 1989b). Há evidências de que a construção de sauveiros faz que seu solo apresente diferenças na sua caracterização física e química quando comparado com o solo à sua volta (FARJI-BRENER e GHERMANDI, 2004; SOUSA-SOUTO et al., 2007).

Em uma savana tropical, solos de ninhos de *Atta laevigata* foram 30% a 60% superiores em concentração de nitrogênio, magnésio e cálcio do que o solo adjacente (FARJI-BRENER; SILVA, 1995a). Além disso, outros estudos indicam que o solo dos ninhos difere também em propriedades como densidade (ALVAREDO et al., 1981), porosidade (ALVAREDO et al., 1981), umidade (MOUTINHO, 1998), teor de matéria orgânica (HAINES, 1978; ALVAREDO et al., 1981) e de nutrientes (CULVER; BEATTIE, 1983; BEATTIE; CULVER, 1983; HORVITZ; SCHEMSKE, 1986; FARJI-BRENER; SILVA, 1995ab).

Por apresentar tais mudanças, a superfície dos formigueiros, muitas vezes, representa local propício para a germinação e estabelecimento de plântulas. Além disso, quando esses ninhos “morrem” a regeneração da floresta pode ser modificada, em virtude da manutenção de espaços abertos desocupados, elevando a incidência de luz sobre o solo, condição que favorece especialmente aquelas espécies que requerem maior luminosidade para o seu estabelecimento e desenvolvimento inicial (FARJI-BRENER; ILLES, 2000).

A importância das saúvas na ciclagem de nutrientes no bioma Cerrado já foi discutida por Coutinho (1984), o qual ressaltou a influência na transferência de nutrientes do estrato herbáceo-subarbusivo para o arbustivo-arbóreo devido à remineralização do lixo dos saúveiros. Essa característica torna-se ainda mais importante em ecossistemas com solos distróficos, principalmente nas savanas da América do Sul (FARJI-BRENER; SILVA, 1995b).

Uma visão geral dos trabalhos produzidos sobre o assunto até o momento mostra uma carência de informações nos trópicos. Apesar da quantidade considerável de trabalhos sobre caracterização química dos solos de diferentes espécies de formigas, existem poucos estudos sobre o efeito dos formigueiros no desenvolvimento das plantas, sejam eles nos processos de estabelecimento (FARJI-BRENER; SILVA, 1995a, 1996; FARJI-BRENER, 1997), produtividade (WHITFORD, 1988; DANIN; YOM-TOV, 1990; DEAN; YEATON, 1993), crescimento (LEVEY; BYRNE, 1993), sobrevivência (LEVEY; BYRNE, 1993; GIBSON, 1993) e reprodução (GIBSON, 1993).

Este estudo teve como objetivo principal comparar a sobrevivência e estabelecimento de vegetação, com altura superior ou igual a 1,5 m, no solo situado no centro dos ninhos de *Atta laevigata* e no solo de áreas adjacentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Ecológica do Panga (EEP) (19°10' S, 48°23' W), localizada a 30 km ao Sul do centro urbano do Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (SCHIAVINI; ARAÚJO, 1989; COSTA; ARAÚJO, 2001), área onde, segundo estudo de Costa et al. (2008), *Atta laevigata* é uma espécie abundante, com densidade de 4,8 ninhos ha⁻¹. A EEP pertence à Universidade Federal de Uberlândia desde 1986 e constitui uma unidade de conservação na categoria Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), perfazendo uma área de 404 ha. Representa bem os diversos tipos fitofisionômicos encontrados na região dos Cerrados do Brasil Central, como mata de galeria, mata mesófila de encosta, mata xeromórfica (Cerradão), Cerrado (sentido restrito), campo cerrado, campo sujo, campos úmidos e veredas (SCHIAVINI; ARAÚJO, 1989). A região apresenta altimetria variando de 750 a 830 m, clima do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, com verão quente e úmido e inverno frio e seco (ROSA et al., 1991).

Em abril de 2005 foram marcados 15 ninhos adultos e ativos de *Atta laevigata* em uma área de Cerrado *sensu stricto* em regeneração. Para escolha dos ninhos, considerou-se como prerequisite o fato de eles estarem localizados a uma distância mínima de 10 m da borda do fragmento. Em cada um dos ninhos, delimitou-se uma unidade amostral de 1 m x 1 m no centro do monte de terra (ou murundu), sendo nas suas extremidades fixados tubos plásticos de PVC 25 mm, com o intuito de manter a disposição que o ninho foi colocado. Nesse quadrado, todas as plantas com altura inferior a 1,5 m foram anotadas, classificadas entre lenhosas e herbáceas terrícolas e posteriormente marcadas com placas de alumínio numeradas. Registrou-se também a medida de diâmetro do caule à altura do solo (DAS) das plantas lenhosas. O mesmo protocolo foi executado nas áreas adjacentes, sorteadas aleatoriamente e distantes 5 m do centro de cada ninho, as quais foram demarcadas com tubos de PVC e cercadas por arame, para melhor delimitação e visualização dos locais. No caso de formigueiros com distâncias próximas a 10 m da borda, procurou descartar a direção da borda para sorteio das áreas adjacentes, evitando, assim, áreas de baixo nível de regeneração.

Foram realizados de um a três censos anuais durante os anos de 2005 a 2008, sendo em 2005 realizados três censos, em 2006 e 2007 dois e em 2008 um. Em cada censo, todas as medições nos ninhos e nas áreas adjacentes de Cerrado foram refeitas, incluindo uma averiguação da sobrevivência, mortalidade e recrutamento de plantas, com o intuito de determinar o efeito do forrageamento das saúvas ao longo dos anos.

Os dados foram analisados através de estatística não paramétrica, pelo fato de não apresentarem distribuição de frequência que se conforma a uma distribuição teórica conhecida como “normal”. Para avaliar os possíveis efeitos do ninho sobre as duas localizações do quadrado, ou seja, centro do murundu e área adjacente, foi utilizado o teste U, de Mann-Whitney.

3. RESULTADOS

O centro do murundu apresentou abundância de plantas significativamente menor em relação à área adjacente (Cerrado *sensu stricto* em regeneração) (Figura 1). Entretanto, durante o período do estudo os índices de recrutamento e mortalidade de plantas tanto para o ninho quanto para a área adjacente foram equivalentes (Figuras 2 e 3).

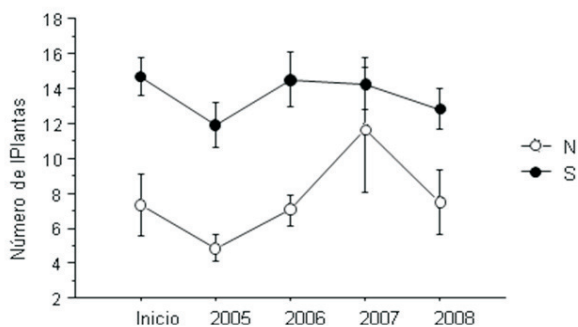


Figura 1 – Média do número de indivíduos da vegetação presentes nas unidades amostrais amostradas durante os anos de 2005 a 2008. N = ninho e S = área adjacente).

Figure 1 – Average number of plants present in different locations sampled during the years 2005 to 2008. N = nest and S = surrounding area.

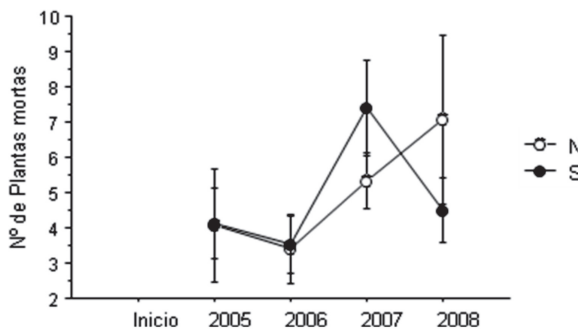


Figura 2 – Média do número de indivíduos da vegetação mortos nas diferentes unidades amostrais, amostrados de 2005 a 2008. N = ninho e S = área adjacente.

Figure 2 – Average number of dead plants in different locations sampled from 2005 to 2008. N = nest and S = adjacent area.

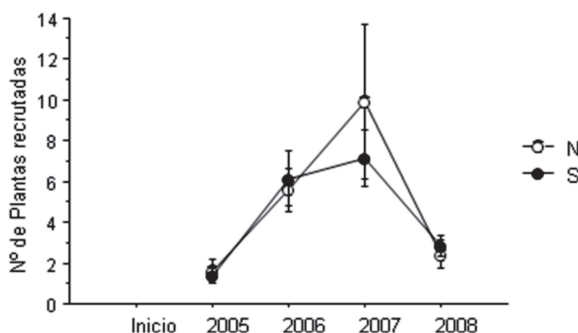


Figura 3 – Média do número de plantas recrutadas nos diferentes lugares amostrados durante os anos de 2005 a 2008. N = ninho e S = área adjacente.

Figure 3 – Average number of plants recruited in different locations sampled from 2005 to 2008. N = nest and S = adjacent area.

A média das medidas de altura e diâmetro entre plantas que se encontravam inclusas no quadrado de 1 m x 1 m, amostradas na superfície dos ninhos e respectivas áreas adjacentes, não apresentaram diferenças significativas, sendo a média de altura praticamente equivalente. Porém, a média de diâmetro das plantas lenhosas presentes nos ninhos foi maior do que nas áreas adjacentes (Figura 4).

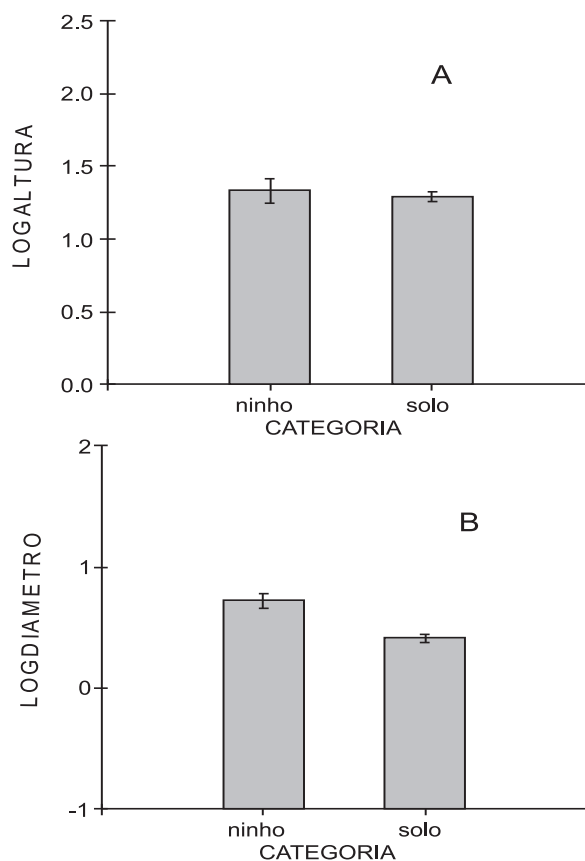


Figura 4 – (A) Comparação entre altura média das plantas nos diferentes sítios amostrados (ninho e solo 'área' adjacente). (B) Comparação entre diâmetro das plantas registradas nas áreas sob os ninhos e áreas de solo adjacente. Para essa comparação foram levados em consideração indivíduos da vegetação com altura máxima de até 1,5 m.

Figure 4 – (A) Comparison between average height of the plants in the different sampled small farms (adjacent nest and ground 'área'). (B) Comparison between diameter of the plants registered in the areas under the nests and areas of the adjacent grounds. For this comparison, individuals of the vegetation with maximum height of up to 1.5 m were considered.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A superfície de ninhos ativos de *Atta laevigata* apresentou menor densidade de plantas em relação ao solo do Cerrado adjacente. Entretanto, no decorrer do experimento não se constatou diferença significativa dos índices de recrutamento e de mortalidade entre a superfície do ninho e suas adjacências (solo do Cerrado), sugerindo que as atuais diferenças na densidade de plantas foram determinadas devido a algum evento que ocorreu no passado. Evento esse que pode estar relacionado com o processo de dinâmica e estabelecimento dos ninhos.

A construção do ninho de *Atta laevigata* é caracterizado por um modelo que consiste na escavação do solo onde são formados vários canais e painéis, sendo a maior parte da terra removida depositada na superfície, formando, dessa forma, o murundu. O soterramento de plantas na superfície do ninho é certamente um dos principais motivos que contribuem para que ninhos ativos de *Atta laevigata* tenham menor densidade de plantas. Frequentemente, neste estudo observaram-se plantas soterradas por terra removida do subsolo pelas formigas, para manutenção do ninho. Esse procedimento provavelmente acarretou a morte de plantas de pequeno porte, no entanto algumas de porte maior conseguiram sobreviver até que o ninho se estabilizasse. Isso pode ser interpretado através das medidas de altura e diâmetro das plantas. Por exemplo, quando se compara a altura das plantas do ninho e da área adjacente, verifica-se certa paridade (Figura 4A). Porém, quando se compara o diâmetro das plantas no ninho e na área adjacente, certifica-se de que o diâmetro das plantas presentes no ninho é maior que o daquelas presentes na área adjacente (Figura 4B), reafirmando a hipótese de que as plantas que conseguiram sobreviver sob a superfície do ninho se encontravam ali antes do estabelecimento deste, conseguindo se desenvolver até que o ninho se estabilizasse.

Colônias ativas de formigas-cortadeiras produzem modificações físicas e químicas na área do ninho, e tais modificações talvez influenciem a regeneração da floresta quando a colônia morre ou o ninho é abandonado (JONKMAN, 1978; CHERRETT, 1989; FOLGARAIT et al., 2002). Por exemplo, por manter uma área descoberta, com pouca vegetação, as formigas podem alterar o índice de incidência de luz na superfície do solo e aumentar

a disponibilidade de espaços não ocupados, onde o recrutamento é provavelmente mais bem-sucedido. Quimicamente, as formigas modificam o ambiente por acelerarem o ciclo de nutrientes, como também sua disponibilidade na área do ninho. Garrettson et al. 1998, através de estudo comparativo numa Estação Biológica em Costa Rica, no qual avaliaram a diversidade e abundância de plantas pequenas (<10 cm) e plantas longas (10 cm-1 m) em ninhos ativos e abandonados de *Atta cephalotes* e em áreas adjacentes (solo da floresta), verificaram que ninhos ativos possuíam menor diversidade e abundância de pequenas plantas e plantas longas, em comparação com a área adjacente. Já ninhos abandonados apresentaram maior diversidade e abundância de plantas pequenas com relação à área adjacente, porém neste estudo não houve diferença de diversidade e abundância de plantas de diâmetro maior entre os locais.

Esta pesquisa sobre os efeitos dos ninhos de formigas saúvas *Atta laevigata* na vegetação e solo do Cerrado certamente subestimou os efeitos de formigas-cortadeiras em comunidade de plantas. Esses insetos são altamente seletivos (VASCONCELOS; CHERRETT, 1996; MUNDIM et al., 2008), podem forragear a grandes distâncias do ninho (SHEPHERD, 1982; VASCONCELOS, 1990) e, talvez, alterar a abundância de espécies bem além das adjacências do ninho. Entretanto, na literatura não há, até o momento, estudos que comparem os índices de recrutamento e mortalidade de plantas em ninhos ativos e em área adjacente.

Alguns estudos sugerem que os ninhos de formigas-cortadeiras podem ser considerados “distúrbios”, já que modificam a disponibilidade de recursos (PICKET; WHITE, 1985; FOLGARAIT et al., 2002; SOUSA-SOUTO et al., 2007). Como consequência, a vegetação relacionada com o formigueiro frequentemente difere dos lugares adjacentes em composição e abundância relativa (WOODELL, 1974; BEATTIE; CULVER, 1977, 1981; KING, 1977ab; ANDERSEN, 1982; ELMES; WARDLAW, 1982; CULVER; BEATTIE, 1983; HORVITZ; SHEMSKE, 1986).

A modificação na disponibilidade de recursos pode favorecer a introdução de espécies invasoras nas áreas da superfície do ninho, a exemplo de *Brachiaria* sp. registrada para este estudo. No Brasil, a gramínea africana *Melinis minutiflora* aproveita as perturbações no solo ocasionado por ninhos de *Atta laevigata*. Os murundus são utilizados como focos de colonização, no Cerrado

brasileiro, para essa espécie. Em alguns casos, os grandes ninhos funcionam modificando as características das sucessões vegetais produzindo heterogeneidade (COUTINHO, 1982). Nas savanas venezuelanas, os ninhos de *Atta laevigata* potencializam a invasão e o estabelecimento das principais espécies decíduas do bosque cercano, como *Genipa caruto* e *Godmania macrocarpa*. Essas espécies formam núcleos de árvores associadas a grandes formigueiros, incrementando a presença de espécies lenhosas na matriz herbácea, dando origem a uma paisagem de savana-parque (FARJIBRENER, 1991). Ecólogos têm frequentemente considerado em separado o efeito da heterogeneidade espacial e temporal na emergência e sobrevivência de mudas. Estudos remetem à influência da variação espacial no regime de luz, quantidade de resíduo (lixo) e características físicas e químicas da superfície do solo sobre o recrutamento e estabelecimento de mudas (BECKAGE; CLARK, 2003). No entanto, a heterogeneidade espacial e a temporal talvez atuem juntas para afetar a emergência e sobrevivência de mudas e, conseqüentemente, a composição da comunidade.

5. REFERÊNCIAS

- ALVAREDO, A.; BERISH, C. W.; PERALTA, F. Leaf-cutter ant (*Atta cephalotes*) influence on the morphology of anodepts in Costa Rica. **Journal of the Soil Scientific Society of America**, v.45, p.790-794, 1981.
- ANDERSEN, A. **Seed removal by ants in the malle of north western Victoria. en ant-plant interactions in Australia.** Netherlands: Junk Publishers, 1982.
- BEATTIE, A. J.; CULVER, D. C. Effects of the mound of the ant *Formica obscuripes* on the surrounding soil. **The American Midland Naturalist**, v.97, n.2, p.390-399, 1977.
- BEATTIE, A. J.; CULVER, D. C. The guild of myrmecochores in the herbaceous flora of West Virginia forest. **Ecology**, v.62, n.1, p.107-115, 1981.
- BEATTIE, A. J.; CULVER, D. C. The nest chemistry of two seed-dispersing ant species. **Oecologia**, v.56, n.1, p.99-103, 1983.
- BECKAGE, B.; CLARK, J. S. Seedling survival and growth of three forest tree species: the role of spatial heterogeneity. **Ecology**, v.84, n.7, p.1849-1861, 2003.
- CHERRETT, J. M. The biology, pest status and control of leaf-cutting ants. In: RUSSELL, G. E. (Ed.). **Biology and population dynamics of invertebrate crop pests.** Andover: Intercept, 1989a. p.171-207.
- CHERRETT, J. M. Leaf-cutting ants. In: LIETH, H.; WERGER, M. J. A. **Tropical rain forest ecosystems: biogeographical and ecological studies.** Amsterdam: Elsevier, 1989b. p.473-488.
- COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerrado e cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v.15, n.1, p.63-72, 2001.
- COSTA, A. N. et al. Do herbivores exert top-down effects in Neotropical savannas? Estimates of biomass consumption by leaf-cutter ants. **Journal of Vegetation Science**, v.19, p.849-854, 2008.
- COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado. Os murundus de terra, as características psamofíticas das espécies de sua vegetação e a sua invasão pelo Capim Gordura. **Revista Brasileira de Biologia**, v.42, n.1, p.147-153, 1982.
- 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**, n.8, p.1-9, 1984.
- CULVER, D. C.; BEATTIE, A. J. Effects of ant mounds on soil chemistry and vegetation patterns in a Colorado montane meadow. **Ecology**, v. 64, n.3, p. 485-492, 1983.
- CURRIE, C. R. Prevalence and impact of a virulent parasite on a tripartite mutualism. **Oecologia**, v.128, n.1, p.99-106, 2001.
- DANIN, A.; YOM-TOV, Y. Ant nests as primary habitats of *Silybum marianum* (Compositae). **Plant Systematics and Evolution**, v.169, p.209-217, 1990.

- DEAN, W. R. J.; YEATON, R. I. The influence of harvester ant *Messor canpensis* nest mounds on the productivity and distribution of some plant species in the southern Karoo, South Africa. **Vegetation**, n.106, p. 21-35, 1993.
- FARJI-BRENER, A. G. Why are leaf-cutting ants more common in early secondary forests than in old-growth tropical forests? An evaluation of the palatable forage hypothesis. **Oikos**, n.92, p.169-177, 2001.
- FOLGARAIT, P. J. et al. Effects of *Camponotus punctulatus* ants on plant community composition and soil properties across land-use histories. **Plant Ecology**, v.163, p.1-13, 2002.
- ELMES, G. W.; WARDLAW, J. C. A population study of the ants *Myrmica scabrinodis* living at two sites in the south of England. II. Effect of above-nest vegetation. **Journal of Animal Ecology**, v.51, p.665-680, 1982.
- FARJI-BRENER, A. G. **Dinámica de islas boscosas en una sabana-parque: la actividad de *Atta laevigata* (Hymenoptera. Formicidae) y su relación com la invasión de leñosas.** Tesis (Maestría en Ecología Tropical) Centro de Investigaciones Ecológicas de Los Andes Tropicales. Faculdade de Ciências, Mérida, Venezuela, 1991.
- FARJI-BRENER, A. G. F.; SILVA, J. F. Leaf-cutting ants and forest groves in a tropical parkland savanna of Venezuela: facilitated succession? **Journal of Tropical Ecology**, v.11, n.4, p.651-669, 1995a.
- FARJI-BRENER, A. G. F.; SILVA, J. F. Leaf-cutting ant nest and soil fertility in a well drained savanna in western Venezuela. **Biotropica**, v.27, n.2, p.250-253, 1995b.
- FARJI-BRENER, A. G. F.; SILVA, J. F. Leaf-cutter ants' (*Atta laevigata*) aid to the establishment success of *Tapirira velutinifolia* (Anacardiaceae) seedlings in a parkland savanna. **Journal of Tropical Ecology**, v.12, n.1, p.163-168, 1996.
- FARJI-BRENER, A. G. F. Ecology of leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis* in Patagonia: actual distribution, possible expansion routes and effects on the local plant community. In: INTERNATIONAL PEST ANT SYMPOSIUM, 6.; ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 13., Ilhéus, 1997. **Proceedings...** Ilhéus, 1997. p.190.
- FARJI-BRENER, A. G.; GHERMANDI, L. Seedling recruitment in a semiarid Patagonian steppe: Facilitative effects of refuse dumps of leaf-cutting ants. **Journal of Vegetation Science**, v.15, p.823-830, 2004.
- GARRETTSON M., STETZEL J. F., HALPERN B. S., HEARN D. J., LUCEY B. T. & MCKONE M. J. Diversity and abundance of understory plants on active and abandoned nests of leaf-cutting ants (*Atta cephalotes*) in a Costa Rican rain forest. **Journal Tropical Ecology**, v.14, n.1, p.17-26. 1998.
- GIBSON, W. Selective advantages to hemiparasitic annuals, genus *Melampyrum*, of a seed-dispersal mutualism involving ants: I. Favorable nest sites. **Oikos**, v.67, p.334-344, 1993.
- HAINES, B. L. Element and energy flows through colonies of the leaf-cutting ant, *Atta colombica*, in Panama. **Biotropica**, v.10, p.270-277, 1978.
- HORVITZ, C. C.; SCHEMSKE, D. W. Ant-nest soil and seedling growth in a neotropical ant dispersed herb. **Oecologia**, v.70, p.318-320, 1986.
- KING, T. J. The plant ecology of ant-hills in calcareous grasslands. I. Patterns of species in relation to ant-hills in southern England. **Journal of Ecology**, v.65, n.1, p.235-256, 1977a.
- KING, T. J. The plant ecology of ant-hills in calcareous grasslands. II. Succession on the mounds. **Journal of Ecology**, v.65, n.1, p.257-278, 1977b.
- LEVEY, D. J.; BYRNE, M. M. Complex ant-plant interactions: rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators. **Ecology**, v.74, n.6, p.1802-1812, 1993.
- MOUTINHO, P. R. S. **O papel das saúvas (*Atta sexdens*) na recuperação florestal em pastagens abandonadas na Amazônia.** 1998. 112f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, 1998.
- MUNDIM, F. M., COSTAA. 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, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p.91-120.

PICKETT, S. T. W. **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. New York: Academic Press, 1985.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Revista Sociedade e Natureza**, v.3, n.1, p.91-108, 1991.

SHEPHERD, J. D. Trunk trails and the searching strategy of a leaf-cutter ant, *Atta colombica*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.11, n.2, p.77-84, 1982.

SCHIAVINI, I.; ARAÚJO, G. M. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia-MG). **Revista Sociedade e Natureza**, v.1, n.1, p.61-66, 1989.

SOUSA-SOUTO, L.; SCHOEREDER, J. H.; SCHAEFER, C. E.G. R. Leaf-cutting ants, seasonal burning and nutrient distribution in Cerrado vegetation. **Austral Ecology**, v.32, n.7, p.758-765, 2007.

VASCONCELOS, H. L.; CHERRETT, J. M. The effect of wilting on the selection of leaves by the leafcutting 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.

WOODELL, S. R. J. Anthill vegetation in a norfolk saltmarsh. **Oecologia**, v.16, n.3, p.221-225, 1974.

WHITFORD, W. G. Effects of haverster ant (*Pogonomyrmex rugosus*) nest on soil and a spring annual, *Erodium texanum*. **The Southwestern Naturalist**, v.33, n.4, p.482-485, 1988.