



FORMIGAS ARBÓREAS EM ÁREAS DE FLORESTA MONTANA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IMPACTO

Reuber Lana Antoniazzi Júnior, Laboratório de Ecologia de Insetos (LEI-UFMG), Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Montes Claros (PPGCB/Unimontes), MG.
reuberjunior@gmail.com.

Renata Bernardes Faria Campos & Sérgio Pontes Ribeiro, Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel e Sucessão Natural (LEEIDSN), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), MG.

INTRODUÇÃO

Os dosséis florestais formam a interface funcional entre 90% da biomassa terrestre da Terra e a atmosfera (OZANNE *et al.*, 2003), onde estão pelo menos 50% de todos os organismos vivos (DIDHAM & FAGAN, 2004), dentre os quais os Formicidae constituem o grupo mais abundante (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Formigas exercem diversos papéis ecológicos, sendo o táxon que mais fortemente interfere na dinâmica das árvores de ecossistemas tropicais (HUNT, 2003). Do dossel superior (região de contato das árvores com a atmosfera), passando pelo sub-bosque (região intermediária entre o solo e o dossel superior), até a superfície do solo de uma floresta, há variações significativas de diversas condicionantes abióticas. As temperaturas, p.e., são máximas durante o dia e mínimas durante a noite, no dossel superior de uma floresta (MADIGOSKY, 2004). Já a umidade segue padrões inversos ao da temperatura, sendo de 10 a 15% menor no dossel superior de uma floresta (WINDSOR, 1990). Prinzing (2001) mostrou que inconstâncias microclimáticas estão correlacionadas com a ocorrência de artrópodes em locais específicos verticalmente. Por outro lado, a estratificação pode ser contínua, quando as variáveis climáticas dos diferentes estratos não diferem significativamente entre si (MOFFETT, 2000). As variações ao longo do gradiente vertical de uma floresta de todos esses componentes bióticos e abióticos formam horizontes bem definidos, distribuídos verticalmente de uma maneira não uniforme, diz-se da sua descontinuidade, proporcionando a sua divisão em estratos (SHAW, 2004). As formigas, especificamente, têm a sua ocorrência fortemente dependente de recursos alimentares e condições microclimáticas o que, somado à sua mobilidade, possibilita uma distribuição em estratos, sendo possível que a fauna de dossel e de sub-bosque sejam bem distintas. Além disso, a maior riqueza de formigas está relacionada a ambientes menos perturbados e de maior complexidade estrutural (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Ainda, as comunidades de formigas, suas preferências alimentares, suas estratégias de forrageamento, podem variar em função das estações do ano, o que influencia as suas visitas em iscas atrativas (HAHN & WHEELER, 2002).

OBJETIVOS

Neste contexto, o presente trabalho visa testar as seguintes hipóteses: (i) a riqueza e a composição de espécies de formigas variam em função das diferentes intensidades de impacto, havendo maior riqueza em áreas com maior complexidade estrutural, (ii) a riqueza e a composição de espécies do dossel e do sub-bosque são diferentes, havendo maior riqueza no sub-bosque e (iii) os padrões de distribuição de espécies variam em função das diferentes estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), situado na região sudeste do estado de Minas Gerais (MG), nos municípios de Ouro Preto e Mariana. Dentro dos limites do PEIT foram selecionadas três subáreas que guardam diferenças significativas em seus graus de intensidade de impacto, e que variam em relação à estrutura, indo de árvores que ultrapassam os 18 m, com subbosque menos adensado, área de Impacto Leve, passando pela área de Impacto Intermediário, com subbosque relativamente mais denso, com árvores de pouco mais de 10 m, até a área de Impacto Intenso, em que as árvores são espaçadas, com até 5 m de altura, em que o solo é frequentemente exposto à luminosidade direta. Em cada uma das áreas foram escolhidos 15 conjuntos distantes 20 m entre si em forma de grade (3x5) compostos por 4 a 9 árvores vizinhas. Em cada um desses segmentos de dossel, foram colocadas três iscas (sardinha com mel, retirada entre 60 e 90 minutos) na árvore principal (utilizando-se de técnicas de escalada de acesso ao dossel) e uma isca em cada das outras árvores à altura de 2 m do solo. No total, somando-se dossel e sub-bosque, foram 120 árvores na área de impacto leve, 114 árvores na área de impacto intermediário e 113 árvores na área de impacto intenso amostradas neste trabalho.

RESULTADOS

Foram coletadas apenas 38 espécies, pertencentes a 12 gêneros. Do total de espécies, 22 foram coletadas na área de impacto leve, 20 na área de impacto intermediário e 25 na área de impacto intenso, sendo 9 espécies comuns a todas as áreas. Entretanto, verificadas em relação ao número médio de espécies coletadas, ponto a ponto, verifica-se que não há diferenças significativas ($F_{168}; 11 = 2,25; p = 0,014$). As estações do ano não contribuíram significativamente para a explicação da variação das ocorrências de espécies e foram removidas do modelo. Além disso, foi possível agrupar as áreas sob impactos intermediário e leve – sugerindo semelhanças estruturais, cuja riqueza é significativamente maior que a riqueza da área sob forte impacto ($F_{178}; 1 = 6,2259; p = 0,01$), seguindo o esperado, que em locais mais preservados há maior complexidade estrutural, ambiente mais heterogêneo, ocupação e utilização dos recursos e dos locais para nidificação, relacionados à maior densidade arbórea (KLIMES *et. al.*, 2012). Apesar das comparações das riquezas das três áreas, a composição de espécies de formigas difere entre as três áreas estudadas tanto na estação chuvosa (ANOSIM: $R = 0,195; p < 0,0001$) quanto na estação seca (ANOSIM: $R=0,207; p<0,0001$). Na área de Impacto Leve é importante a ocorrência de *Linepithema* sp2, Dolichoderinae dominante, associada a Florestas Tropicais menos perturbadas (ANDERSEN, 2000), associada às subdominantes Myrmicinae generalistas, sendo no presente trabalho duas espécies do gênero *Crematogaster* e uma do gênero *Pheidole*, já descritas por esse mesmo autor como sendo a estrutura desses ambientes. Na área de Impacto Intermediário, possui maior frequência de uma morfoespécie do gênero *Solenopsis*, seguida de *Camponotus fastigatus*. Na área sob forte impacto predomina *Crematogaster goeldi*, seguida de *Camponotus fastigatus*, e *Camponotus* sp1 (d'ETTORE & LENOIR, 2010). Os estratos apresentaram riqueza média significativamente distinta, sendo que o dossel possui maior riqueza em relação ao sub-bosque ($F_{178}; 1 = 9,931; p = 0,002$), diferentemente do esperado (MAJER *et. al.*, 2001), podendo estar relacionado à porção vertical do dossel coletada (MOFFET, 2000). Na estação chuvosa, a composição de espécies presentes no dossel e no sub-bosque não apresentou diferenças em nenhuma das três áreas estudadas. Como os estratos não apresentam diferenças significativas, o teste SIMPER foi realizado, desconsiderando-se os estratos. As espécies *Solenopsis* sp1, *Camponotus fastigatus*, *Linepithema* sp2, *Crematogaster goeldi*, *Pheidole* sp3, *Crematogaster acuta* são responsáveis pelo acúmulo de 50% de distinção das assembleias encontradas para a coleta da estação chuvosa. Possivelmente, nessa estação os trânsitos entre os territórios podem ser mais pronunciados, por haver um menor risco de dessecação para espécies (KASPARI & WEISER, 2000), explicando a não distinção da fauna entre estratos, uma vez que as diferentes estações do ano interferem diretamente nos recursos que por sua vez definem a distribuição das formigas em territórios definidos (BLÜTGHEN & STORK, 2007). A área de impacto intenso por sua vez, formada em sua maior parte por árvores baixas e espaçadas, não apresentou diferenças entre o dossel e o sub-bosque mesmo na estação seca, enquanto que na área de impacto intermediário e na área de impacto leve os estratos se diferenciam. Diferentemente da estação chuvosa, na estação seca foi possível distinguir a fauna de dossel e sub-bosque para as áreas sob impacto leve e intermediário, enquanto que na área sob impacto intenso a

fauna destes dois estratos permaneceu indiferenciada, mesmo na estação seca. Apesar da forte abundância de *C. fastigatus* nos dois estratos, há uma preferência desta espécie pelo dossel, o que se confirma para as três áreas. No entanto, *Linepithema* sp2 ocupa exclusivamente o dossel da área com o distúrbio leve, sugerindo que esta área é a única que oferece condições para a manutenção desta espécie ao longo da estação seca. *Solenopsis* sp1, ainda que abundante, reduz a sua influência em relação à estação chuvosa, mantendo-se ausente no sub-bosque da área de impacto leve e adicionalmente ocorrendo mais fortemente no dossel do que em relação ao sub-bosque, indicando a sua resistência a ambientes quentes (ANDERSEN, 2000). Apesar de uma ligeira inversão de posições, *Camponotus* (cf) *fastigatus* e *Linepithema* sp2 foram as mais importantes em ambas as estações, no dossel e no subbosque, seguidas de *Solenopsis* sp1. Da mesma forma, *Crematogaster acuta* ocorreu apenas no subbosque na estação seca, o que pode estar relacionado com o ressurgimento de *Myrmelachista catharinae* como a quarta mais importante no dossel na estação seca, onde não havia sido registrada na estação chuvosa, uma vez que trabalho anterior na mesma área indica a sua dominância (ESPIRITO-SANTO *et al.* 2012).

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostram que a riqueza local é maior nas áreas sob impacto menos intenso seguindo o esperado. Possivelmente este resultado relaciona-se com o fato de que em locais mais preservados há maior complexidade estrutural, o que torna o ambiente mais heterogêneo para a ocupação e utilização de recursos, assim como dos locais para nidificação, que são dados por maior densidade arbórea (KLIMES *et al.*, 2012). Além disso, notou-se que não há diferenças entre as áreas sob impacto leve e intermediário, indicando semelhanças estruturais entre as duas áreas. Desta forma, embora o número de espécies não seja considerado um bom indicador de impactos ambientais (RIBAS *et al.* 2012), no presente trabalho, a riqueza média na área sob maior impacto foi menor do que nas áreas menos impactadas. Por outro lado, diferenças na composição de espécies evidenciam que mesmo as áreas sob impacto intermediário apresentam fauna distinta, apesar de terem a mesma riqueza local. Além disso, é importante notar que os padrões para riqueza e composição se mantiveram nas duas estações (seca e chuvosa). A área com impacto menos intenso possui maior ocorrência de *Linepithema* sp2, considerada por Andersen (2000) como Dolichoderinae dominante, sendo um *taxa* competitivo, típico de ambientes de baixo *stress* e distúrbio, associada a dosséis de florestas tropicais. Juntamente com *Linepithema* sp2, espécies Myrmicinae generalistas como *Crematogaster acuta*, seguida de *Crematogaster tortosa* e *Pheidole* sp3 possuem alta representatividade na área, indicando sub-dominância, confirmando a estrutura a partir de uma perspectiva global para este ambiente (ANDERSEN, 2000). De modo diferente, na área sob distúrbio intermediário *Linepithema* sp2 aparece com menor frequência, determinando uma composição distinta. A comunidade nesta área parece ser influenciada fortemente por *Solenopsis* sp1 (considerada especialista de clima quente) e *Camponotus fastigatus* integrantes de diferentes guildas e exigências, demonstrando as diferenças entre as áreas, apesar de apresentarem a mesma riqueza. Na área mais impactada, *Crematogaster goeldi* possui uma ampla distribuição, tipicamente de Myrmicinae generalista, refletindo a ausência de recursos demasiadamente atraentes ou mesmo podendo exibir comportamento dominante, uma vez que pode nidificar no solo e forragear na copa, ou até mesmo estabelecer suas colônias escavando o tronco (ANDERSEN, 2000; TANAKA *et al.*, 2012). Em seguida, duas espécies do mesmo gênero: *Camponotus fastigatus* e *Camponotus* sp1 possuem ocorrências significativas, demonstrando a conhecida co-ocorrência entre estes dois gêneros, podendo estabelecer inclusive associações parabióticas (d'ETTORE & LENOIR, 2010). Os resultados também nos mostraram a distinção entre as riquezas no dossel e sub-bosque, sendo a fauna do dossel a detentora da maior riqueza local média. Esperávamos uma menor riqueza no dossel, uma vez que a riqueza de espécies e diversidade decrescem linearmente com a elevação vertical (MAJER, 2001). Uma possível explicação para este resultado pode relacionar-se com o fato de o sub-bosque estudado neste trabalho ser composto por árvores menores, abaixo do dossel e não representar o dossel – estrato – inferior (MOFFET, 2000). Apesar da diferença na riqueza local média, que mostra maior número de espécies no dossel do que no sub-bosque, de modo consistente e independente da estação ou da área, a composição de espécies destes dois estratos não se distingue na estação chuvosa. Possivelmente, nessa estação os trânsitos entre os territórios podem ser mais pronunciados, por haver um menor risco de dessecação para espécies (KASPARI & WEISER, 2000), explicando a não distinção da fauna entre estratos, uma vez que as diferentes estações do ano interferem diretamente nos recursos que por sua vez definem a distribuição das formigas em territórios definidos

(BLÜTGHEN & STORK, 2007). A área de impacto intenso por sua vez, formada em sua maior parte por árvores baixas e espaçadas, não apresentou diferenças entre o dossel e o sub-bosque mesmo na estação seca, enquanto que na área de impacto intermediário e na área de impacto leve os estratos se diferenciam. Em um trabalho com galhas em ambientes de Cerrado e Savana, propôs-se o entendimento de ambientes com estas características como sendo semelhantes ao dossel superior de florestas, sendo este um fator determinante para as dinâmicas das espécies associadas (RIBEIRO, 2003, RIBEIRO & BASSET 2007). Por outro lado, na estação seca, o dossel e o sub-bosque se diferenciam claramente em relação à composição das formigas nas áreas sob impacto leve e intermediário. Apesar da forte abundância de *C. fastigatus* nos dois estratos, há uma preferência desta espécie pelo dossel, o que se confirma para as três áreas. No entanto, *Linepithema* sp2 ocupa exclusivamente o dossel da área com o distúrbio leve, sugerindo que esta área é a única que oferece condições para a manutenção desta espécie ao longo da estação seca. *Solenopsis* sp1, ainda que abundante, reduz a sua influência em relação à estação chuvosa, mantendo-se ausente no sub-bosque da área de impacto leve e adicionalmente ocorrendo mais fortemente no dossel do que em relação ao sub-bosque, indicando a sua resistência a ambientes quentes (ANDERSEN, 2000).

CONCLUSÃO

O padrão encontrado para o trabalho, conjuntamente com o surgimento de *Myrmelachista catharinae* como uma das subdominantes no dossel na estação seca, resultam em um padrão que reflete grande constância temporal nas espécies dominantes ao longo do tempo. Trabalho anterior nesta área mostrou *Linepithema* e *Myrmelachista* entre as espécies dominantes em 2006 (ESPÍRITO SANTO *et al.* 2012). A constância e os gêneros dominantes no dossel estão de acordo com o modelo de existência de um mosaico de territórios neste dossel (ROOM 1971, MAJER 1972, LESTON 1978). Vários aspectos e sutilezas sobre a presença destes territórios em alternância podem ser observados nestes locais a partir dos dados atuais e dos estudos anteriores (ESPÍRITO SANTO *et al.* 2012, FAGUNDES *et al.* 2012). Embora presente, tem-se observado e proposto que os mosaicos apresentam permeabilidade nas suas bordas e elevada variação no seu tamanho de detectabilidade, exatamente em função dos custos e benefícios de patrulhamento (FAGUNDES *et al.* 2012). Estes benefícios vão variar entre seca e chuvosa, e da mesma maneira, a força e detectabilidade dos mosaicos também (DEJEAN *et al.* 2007, ESPÍRITO SANTO *et al.* 2012, FAGUNDES *et al.* 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, A. N. (2000). A global ecology of rainforest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance.
- Blüthgen, N; Stork, N.E. (2007) Ant mosaics in a tropical rainforest in Australia and elsewhere: A critical review. *Austral ecology* 32: 93-104.
- d’Ettorre, P., & Lenoir, A. (2010). Nestmate recognition. *Ant ecology*, 194-209.
- Didham R.K., Fagan L.L. (2004) Forest canopies. In: Burley J, Evans J, Youngquist J (eds.) *Encyclopaedia of forest sciences*. Academic, London, pp 68–80.
- Espírito Santo, N. B., Ribeiro, S. P., Lopes, S., & Floriano, J. (2012). Evidence of Competition Between Two Canopy Ant Species: Is Aggressive Behavior Innate or Shaped by a Competitive Environment? *Psyche: A Journal of Entomology*, 2011.
- Hahn, D.A., Wheeler, D.E. (2002) Seasonal foraging activity and bait preferences of ants on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 34: 348–356.
- Hölldobler B., Wilson E.O. (1990) *The ants*. Belknap, Cambridge, Mass. Hunt, James H. "Cryptic herbivores of the

rainforest canopy." *Science* 300.5621 (2003): 916-917.

Kaspari, M., & Weiser, M. D. (2000). Ant Activity along Moisture Gradients in a Neotropical Forest. *Biotropica*, 32(4a), 703-711.

Klimes, P., Idigel, C., Rimandai, M., Fayle, T. M., Janda, M., Weiblen, G. D. and Novotny, V. (2012) Why are there more arboreal ant species in primary than in secondary tropical forests? , *Journal of Animal Ecology*, 81, 1103-1112.

Madigosky, S.R. (2004) Tropical microclimatic considerations. In: Lowman MD, Rinker HB (eds) *Forest canopies*, 2nd edn. Elsevier Academic Press, Burlington, pp 24–48.

Majer, J. D., Kitching, R. L., Heterick, B. E., Hurley, K., & Brennan, K. E. C. (2001). North—South Patterns within Arboreal Ant Assemblages from Rain Forests in Eastern Australia¹. *Biotropica*, 33(4), 643-661.

Moffet, M.W. (2000) What's 'up'? A critical look at the basic terms in canopy biology. *Biotropica* 32: 569-596.

Oliveira, M.A., Della Lucia, T.M.C., Marinho, C.G.S., Delabie, J.H.C. & Morato, E.F. (2009) Ant diversity in an area of the Amazon forest in Acre, Brazil. – *Sociobiology* 54: 243-267.

Ozanne, C.M.P., Anhuf, D., Boulter, S.L., Keller, M., Kitching, R.L., Körner, C., Meinzer, F.C., Mitchell, A.W., Nakashizuka, T., Dias, P.L.S., Stork, N.E., Wright, S.E. & Yoshimura, M. (2003) Biodiversity meets the atmosphere: a global view of forest canopies. *Science*, 301, 183.

Prinzing, A.J. (2001) Use of shifting microclimatic mosaics by arthropods on exposed tree trunks *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 94. pp. 210–218.

Shaw, J.D. (2004) Vertical organization of canopy biota. *Forest canopies* (ed. by M.D. Lowman and H.B. Rinker), pp. 73–101. Elsevier Academic Press, Burlington, MA.

Windsor, D.M. (1990) Climate and moisture variability in a tropical forest, long-term records for Barro Colorado Island, Panama. *Smithsonian Contributions to Earth Sciences*. Washington: Smithson. Inst.