



EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SAZONAIS NO FORRAGEIO DE FORMIGAS EM UMA ÁREA DE MATA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL MONTANA.

R. Fagundes^{1,3}

N. B. do Espirito - Santo³; G. L. Silva³; A. C. R. Maia³; J. F. L. Santos²; S. P. Ribeiro³

1Mestrando do Programa de Pós - Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, NUPEB/ICEB/Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro, Bairro Bauxita, Ouro Preto, MG, 35400 - 000, Brasil. E - mail: roberthbio@yahoo.com.br.

3Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel e Sucessão Natural, DEBIO/ICEB/Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Morro do Cruzeiro, Bairro Bauxita, Ouro Preto, MG, 35400 - 000, Brasil.;

2Programa de Pós Graduação em Comportamento e Biologia Animal, UFJF, Campus Universitário Martelos, CEP: 36036 - 900 Juiz de Fora, MG, Brasil.

INTRODUÇÃO

Estudar a ecologia das comunidades é também estudar os efeitos dos fatores bióticos e abióticos em sua dinâmica (Begon *et al.*, 2006). A variação dos fatores abióticos pode advir de mudanças espaciais (heterogeneidade de habitats) e temporais (sazonalidade e sucessão natural). Tal variação é um importante agente transformador da comunidade (MacArthur 1975), pois os organismos tendem a ter uma atividade ótima dentro de um intervalo determinado de condições (Ricklefs 1996), o que é intrinsecamente relacionado ao nicho da espécie. Se essas condições temporais e espaciais mudam, mudam também as espécies relacionadas a elas.

Uma das atividades mais afetadas por mudanças ambientais é a atividade de forrageio dos animais, ou seja, a busca por alimento. Esse comportamento é uma das atividades determinantes na evolução da etologia, bioquímica e morfologia dos organismos, logo de grande importância para a biologia das espécies. O forrageio correlaciona - se com a economia custo - benefício envolvida na sua realização. Frente às variações as quais os organismos são evolutivamente moldados os animais devem fazer constantes escolhas sobre a estratégia específica, dentro de uma gama pré - determinada geneticamente, para lidar com uma determinada situação. Por possuírem colônias numerosas e grande taxa de produção de prole as formigas necessitam de grande quantidade de alimento. Logo, uma intensa e constante atividade de forrageio é essencial para a manutenção da qualidade de vida em qualquer colônia. Por isso, muitas espécies evoluíram mecanismos fisiológicos ou caracteres morfológicos que lhes permitiram potencializar, especializar ou até mesmo monopolizar por dominância competitiva o forrageio do recurso mais energético, nutritivo e de baixo custo disponível no seu habitat. Assim, dentre os animais as formigas são inconspícuas forrageadoras e bons objetos de

estudos não só da etologia do forrageio per se como também de toda a ecologia dessa atividade.

OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou analisar como a mirmecofauna de Mata Montana responde a variações temporais advindas da mudança sazonal estação seca - chuvosa no que diz respeito as nuances das condições climáticas ao longo do ano. Para isso estamos as predições da seguinte hipótese: cada estação apresenta uma mirmecofauna forrageadora específica e a variação sazonal na riqueza e abundância de formigas deve - se a mudanças nos fatores climáticos que caracterizam cada estação.

MATERIAL E MÉTODOS

O Parque Estadual do Itacolomi (PEIT/IEF), local de realização desse estudo, foi criado como Unidade de Conservação pela lei estadual 4.495 de 14 de junho de 1967 abrangendo 7000 ha. O Parque localiza - se no extremo sul da Cadeia do Espinhaço entre os meridianos e (43^o 32'30" e 43^o22'30") de longitude oeste e os paralelos (20^o 22'30" e 20^o30'00") de latitude sul, nos municípios de Ouro Preto e Mariana. No PEIT os Campos Rupestres dividem área com a Floresta Estacional Semidecidual Montana, ou Floresta Pluvial Montana, que é uma formação da Mata Atlântica localizada entre 800 e 1700m, cobrindo morros e serras.

A Floresta Montana é um mosaico de fisionomias vegetacionais, muitas delas em processo de sucessão ou em estágio de floresta secundária. Logo, para melhor mostrar esse mosaico foram escolhidas três áreas de fitofisionomia distinta (mata baixa, mata de sucessão e mata secundária), mas pertencente ao bioma. Em cada uma das três áreas

foram traçados três cruzeiros (transectos perpendiculares) com braços de 15 m, totalizando 60m de transecto por cruz e 180m de transecto por área, porém descontínuo. Cada cruz ficava afastada 30m da mais próxima. Cada linha do transecto recebeu seis pontos amostrais 5m equidistantes um do outro.

Foram realizadas 12 coletas (uma por mês) estendendo - se de setembro de 2006 a agosto de 2007. Para a coleta das formigas utilizou - se armadilhas do tipo pitfall de solo (alçapão entomológico), pois não utiliza isca atrativa coletando apenas animais que normalmente forrageiam naquele período e na área onde o dispositivo está instalado. Essas armadilhas foram distribuídas nos pontos amostrais predeterminados configurando 12 armadilhas por transecto, logo 36 armadilhas por área, 108 por coleta, 1296 no total. Foram mensuradas variáveis micro - climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade) ao fim de cada mês durante os dias em que as formigas foram coletadas. Em cada transecto eram medidas as três variáveis depois a média das medidas era calculada a fim de caracterizar o clima do mês. Utilizou - se o programa Excel (Windows XP Office, 2007), para tabulação dos dados. Para as análises estatísticas utilizou - se os pacotes SPSS 13.0 e BioEstat 4.0. Testes t e Q comparam abundância e composição dos gêneros, respectivamente, em cada estação (seca x chuvosa). Além disso, o teste t também mostrou qual variável climática efetivamente muda entre as estações. Regressões lineares simples analisaram as possíveis correlações entre a abundância e a riqueza de formigas e os dados climáticos coletados durante o ano. Uma análise de componentes principais classificou os meses em relação a o seu clima (temperatura, umidade e pluviosidade) para melhor delimitar as duas estações. Por fim, o resultado da PCA foi avaliado em relação à mirmecofauna coletada para buscar ligações entre dominância numérica de gêneros e as condições climáticas predominantes na ocasião e inferir sobre a importância desses fatores ambientais para a ecologia do grupo.

RESULTADOS

Foram encontrados 7.266 indivíduos distribuídos em 24 gêneros incluídos em 10 subfamílias. O gênero mais abundante foi *Pheidole* detendo 3.307 indivíduos (46,8%), seguido de *Labidus* com 1.004 indivíduos (14,2%), e depois *Camponotus*, *Linepithema*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Apesar de sua alta abundância *Labidus* só foi coletada em duas ocasiões. O gênero *Asphinctanilloides* foi registrado com apenas um indivíduo em uma amostra, porém, foi o primeiro registro do gênero para Minas Gerais e representa possivelmente uma espécie ainda não descrita (Carlos R. F. Brandão, com. pessoal).

Do total de indivíduos coletados, 3.737 ocorreram na estação chuvosa (52,9%) e 3.425 ocorreram na estação seca (47,1%). A primeira estação apresentou todos os 24 gêneros coletados enquanto que na segunda estação foram coletados indivíduos de 18 gêneros. A quantidade total de formigas que forrageia na estação chuvosa não é diferente da quantidade de formigas na seca. A despeito disso, observa - se que há diferença entre a composição de gêneros que forrageia em cada uma das estações (Q de Cochran: $Q = 6$; $p < 0,015$).

A umidade relativa é a principal variável distintiva das estações sendo menor na seca (61,39%) em relação à chuvosa (80,1%) (T - Student: $t = 2,87$; $p < 0,02$). As demais variáveis foram discretamente menores na seca do que na chuvosa. Quando analisamos o número de ocorrência dos gêneros e as variáveis climáticas predominantes no mês de coleta percebemos um aumento na atividade de forrageio em resposta a diminuição da temperatura (Regressão Linear Simples: $F_{1,10} = 5,67$; $p < 0,05$), ao aumento da umidade (Regressão Linear Simples: $F_{1,10} = 7,11$; $p < 0,02$), e ao aumento da precipitação (Regressão Linear Simples: $F_{1,10} = 3,8$; $p < 0,08$). Percebemos que as mudanças climáticas moldam a mirmecofauna enquanto essa responde dinamicamente aos estímulos ou restrições impostas pelas condições climáticas atuantes. Assim, as formigas de Mata Montana mostram - se adaptadas ao clima típico dessas regiões, pois quanto mais frio, úmido e chuvoso está dia mais gêneros forrageiam.

Com 99,5% da variação explicada pelo primeiro componente, a análise de componentes principais discriminou os meses em dois grandes grupos que caracterizaram a estação chuvosa (úmida, quente e de alta pluviosidade) e a estação seca (seca, fria e de baixa pluviosidade). Comparando esses resultados com a mirmecofauna coletada pode - se determinar o fator correlacionado a alta atividade de forrageio dos gêneros em cada mês. Assim, encontramos que a maior parte dos gêneros ocorreu entre os meses de dezembro e abril, os meses mais chuvosos e quentes (estação chuvosa). Já nos meses junho a agosto foram coletados poucos gêneros (estação seca). Os demais meses são considerados transições e assim como os fatores climáticos mostram - se intermediários os valores de riqueza e abundância também. Os gêneros raros só foram coletados nos meses quentes e chuvosos.

Várias explicações podem ser dadas para a existência de variações no comportamento de forrageio de formigas no decorrer de estações sazonais. A alimentação é um dos principais, somado a perda de heterogeneidade de habitats na estação seca, além de comportamentos de resposta a tais variações que são intrínsecos de cada espécie. Comportamentos específicos como hábitos nômades, de armazenamento de alimentos ou especificidade de habitat podem determinar a permanência de uma espécie durante e após a mudança climática ambiental. O clima muda o tempo todo e no momento atual é questão chave nos estudos em ecologia.

Se pensarmos em termos de recursos alimentares o efeito *bottom up* determinaria a dinâmica da mirmecofauna através das estações. Presas e manchas de recursos são afetadas e sua dinâmica é efetivamente alterada com as mudanças ambientais. As formigas são tão diversas em seus comportamentos de forrageio e alimentação que os diversos gêneros podem ser separados em guildas tróficas específicas. Assim, é importante voltar - se para esse aspecto ao interpretar dados de flutuações populacionais de formigas. Pelo fato de que maioria das formigas e dos gêneros coletados nesse trabalho serem da guilda das generalistas e das detritívoras, que se alimentam de restos de animais e plantas e são relativamente abundantes o ano todo, elas encontrariam alimento constante ao longo do ano e assim man-

teriam suas populações longe de grandes declínios gerados por fome. *Linepithema*, *Camponotus*, *Pheidole*, *Wasmannia* e *Solenopsis* que são consideradas generalistas detritívoras (Brandão & Silva, 2005) foram coletadas no ano todo e responderam aos gêneros mais abundantes. Outros gêneros, como *Acromyrmex*, que pertence a guilda das cultivadoras de fungo, não apresentariam grande variação sazonal, pois o forrageio é constante e o alimento, dentro do ninho, também.

As presas das formigas são importantes fontes protéicas e energéticas sendo que sua disponibilidade nos trópicos é altamente limitada pelas variações sazonais (Gibbs & Leston 1970). Assim, a guilda das formigas predadoras deveria ser afetada indiretamente pelo clima através da redução da oferta de presas. Nosso trabalho corrobora essa hipótese e evidencia uma clara variação sazonal das predadoras, como as pertencentes ao grupo Poneromorpha, principalmente para os gêneros *Pachycondyla* e *Ectatomma*. Associada a falta de presas houve diminuição da pluviosidade e umidade, dois fatores abióticos determinantes da atividade dessas formigas, pois seus corpos grandes e metabolismo elevado requerem temperaturas condizentes. Por sua resposta às variações climáticas, o gênero *Pachycondyla* poderia ser um bom candidato para monitoramento de mudanças no clima e impactos ambientais.

Os principais caracteres intrínsecos das formigas são agressividade, territorialidade, crescimento e dinâmica intracolônial, período e comportamento reprodutivo. Esses caracteres estão fortemente relacionados à sazonalidade (Carroll & Janzen 1973). Em decorrência disso, algumas espécies podem ser altamente abundantes numa estação e o contrário em outra. Espécies muito agressivas podem suprimir outras. Mas, ao terem sua atividade reduzida pela estação seca, p. ex. pela baixa disponibilidade de presas, podem abrir espaço para que outras espécies dominem mudando assim a mirmecofauna. A redução da abundância e atividade de uma colônia conseqüentemente leva a redução do seu território, o que também permite o estabelecimento ou expansão de novas espécies. Hunt (1974) mostrou que a diferenciação da mirmecofauna entre as estações é importante para a coexistência de espécies. Os períodos distintos de atividade de forrageio impediriam a competição direta entre espécies de mesmo nicho. *Wasmannia*, por exemplo, tem sua abundância elevada na estação seca, quando suas competidoras diretas, *Solenopsis* e *Pheidole*, diminuem a taxa de forrageio. Para *Crematogaster* e *Myrmelachista* o fenômeno é ainda mais fino, pois essas formigas arborícolas estritas só aumentam significativamente sua atividade de forrageio quando *Solenopsis* e *Pheidole*, ao chegar a estação seca, forrageiam com menor freqüência nas árvores e reduzem assim a pressão competitiva sobre as duas primeiras (Espírito - Santo 2008). Comportamentos tipicamente sazonais como migração de guildas nômades e período reprodutivo ligado as chuvas são também claramente evidenciados pela abundância das espécies em forrageio. *Labidus*, por exemplo, mostrou - se sazonal e a migração de suas colônias aconteceu na estação seca.

A mirmecofauna neotropical *per se* naturalmente apresenta baixa abundância e menor complexidade de espécies na estação seca (Levings 1983). O que se espera em sazonalidade de formigas, assim como para outros animais, é a redução da riqueza na estação seca. Nas florestas atlântica e amazônica existe esse padrão de decaimento de complexidade. Devido a alta heterogeneidade de habitats encontrada nessas florestas existem muitas espécies muito especializadas a seu microhabitat e microclima. Assim, quando chega a estação seca a variedade e número de microhabitats, principalmente aqueles ligados a umidade, torna - se muito reduzido. Com isso as espécies associadas ao microhabitats que desaparecem são forçadas a migrar em busca de habitats remanescentes ou morrer. Nas matas estacionais semidecíduais a heterogeneidade de habitats não é tão alta comparada as ombrófilas densas. Mas, os habitats que existem nas matas montanas são abundantes e amplamente distribuídos. Logo, com a mudança de estações haveria apenas uma redução do número de microhabitats disponíveis, mas quase não haveria perda de tipos de microhabitats, ou seja, homogeneização. Assim espera - se uma mudança, porem não muito significativa da mirmecofauna, pois os microhabitats permanecem, mas se tornam raros, principalmente os dependentes de umidade. Dos 24 gêneros, 20 sofreram redução na abundância e todos os gêneros que possuíam menos de três ocorrências, os da guilda de formigas detritívoras de serrapilheira, desapareceram da estação chuvosa para a seca. Esses gêneros raros (*Brachymyrmex*, *Europhalotrix*, *Probolomyrmex* e *Proceratium*) são os de serrapilheira, e são as formigas desse estrato as mais afetadas pela dessecação da estação seca. Porém quatro gêneros tornaram - se muito abundantes: *Crematogaster*, *Wasmannia*, *Labidus* e *Cyphomyrmex*. Portanto, percebe - se que há uma diversidade que surge na estação seca e sua abundância crescente compensaria a perda de abundância das espécies típicas da estação chuvosa. Logo, não haveria variação na abundância como um todo. Mas, é importante salientar que só porque um gênero não foi coletado não quer dizer que ele não possua mais colônias no local. Os grupos podem simplesmente ter migrado em busca de remanescente de seu microhabitat, podem estar em baixíssima atividade externa devido a estratégias de armazenamento de alimentos ou restrições fisiológicas ao clima, podem ter colapsado por falta de recursos. Por isso poderíamos ter detectado uma redução na atividade de determinados gêneros, pela falta de ocorrência, e não a morte das colônias dos mesmos.

CONCLUSÃO

Em matas estacionais semidecíduais montanas há duas estações bem definidas, uma estação chuvosa e uma seca. Os gêneros de formigas que forrageiam na chuvosa são praticamente os mesmos que o fazem na seca com exceção dos gêneros raros na chuvosa que não são mais coletados na estação seca, pois reduzem ao mínimo sua atividade. O número de formigas forrageando na estação chuvosa é praticamente o mesmo da seca, mas alguns gêneros mostram redução na abundância através das estações, enquanto outros aumentam sua abundância, o que compensa no total. Seria interessante uma análise da sazonalidade em cada gênero e em cada guilda funcional. O clima temperado e chuvoso dessas matas é favorável ao forrageio das formigas que nelas habitam. Porém, alguns gêneros foram significa-

tivamente sensíveis a mudanças climáticas e são possíveis ferramentas para análises de mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

Begon, M.; **Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2006.** Ecology: from individuals to ecosystems. Oxford, Blackwell Publishing. 738pp.

Brandão, C. R. F. & silva, R. R. 2005. Formigas da Mata Atlântica. Anais do XVII Simpósio de Mirmecologia. 17:34 - 35.

Carrol, C.R. & Janzen, D.H. 1973. Ecology of foraging by ants. Annu. Rev. Ecol. Syst. 4: 251 - 297.

Espirito Santo, N. B. 2008. Assembléia de formigas do Parque Estadual do Itacolomi (MG) e relações intra - e interespecíficas entre espécies dominantes. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós - Graduação em Ciências

Biológicas, Comportamento e Biologia Animal, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. 86pp.

Gibbs D.G. & Leston, D. 1970. Insect phenology in a forest cocoa - farm locality in west africa. J. Appl. Ecol. 7: 519 - 48.

Hunt, H. 1974. Temporal Activity Patterns in Two Competing Ant Species (Hymenoptera: Formicidae). Psyche 81:237 - 242.

Levings, C.1983. Seasonal, annual, and among - site variation in the ground ant community of deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. Ecological Monographs, 53: 435 - 455.

Macarthur, J. W. 1975. Environmental fluctuations and species diversity. Pages 74-80 in m. L. Cody and j. M. Diamond, editors. Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.

Ricklefs, R. 1996. Economia da natureza. Ed. Guanabara koogan, rio de janeiro, 320pp.