



RIQUEZA DE FORMIGAS EM ÁREAS REABILITADAS APÓS MINERAÇÃO DE CARVÃO A CÉU ABERTO DE DIFERENTES IDADES E DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NO MUNICÍPIO DE SIDERÓPOLIS, SC, BRASIL.

G. H. Beckmann*

B. Harter - Marques**

* Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, UNA HCE, Curso de Ciências Biológicas, Av. Universitária, 1105, Bairro Universitário, 88806 - 000 Criciúma, SC, Brasil. E - mail: georg.bio7@yahoo.com.br

** Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, UNA HCE, Programa de Pós - Graduação em Ciências Ambientais, UNA HCE, Avenida Universitária, 1105, 88806 - 000 Criciúma, SC, Brasil.

INTRODUÇÃO

O solo está entre os mais complexos sistemas biológicos da terra e, ainda não é completamente entendido. Este sistema garante um lugar para a vida de muitos organismos e possui uma estreita relação com as cadeias alimentares das quais depende a maioria dos organismos terrestres, pois é o substrato de sustentação dos vegetais (Stork & Eggleton, 1992). Azevedo (2004) e Lima *et al.*, (2003) mostraram que as explorações dos ecossistemas resultam na diminuição da densidade e diversidade de uma vasta quantidade de organismos que habitam o solo e que são fundamentais na decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, afetando a manutenção dos ecossistemas terrestres como um todo. Segundo Majer (1992), a fertilidade e a estrutura do solo são comprometidas negativamente na ausência de animais edáficos apropriados.

Dentro os insetos terrestres ou edáficos, as formigas são o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas, estando presente nos mais diferentes habitats (Majer, 1983). Sua riqueza de espécies está correlacionada com o tipo e a variedade da vegetação, sendo que o aumento na complexidade da vegetação garante aumento na sua diversidade (Diehl - Feig *et al.*, 1998, Souza *et al.*, 1998, Soares *et al.*, 2001). A estrutura das comunidades das formigas é fundamental em estudo de impacto ambiental, pois estas mantêm e restauram a qualidade do solo. Elas operam na redistribuição das partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica e melhoram a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração (Bruyn, 1999). Em virtude de sua presença em todos os estratos da vegetação e da sua grande abundância e diversidade, elas permitem a avaliação de alterações ambientais, indicando o estado de conservação, de degradação e de recuperação ambiental (Majer, 1989).

A bacia carbonífera catarinense constitui uma faixa de aproximadamente 100 km de comprimento e largura média

de 20 km, entre a Serra Geral a oeste e o maciço granítico da Serra do Mar a leste, onde se desenvolveram importantes centros de mineração de carvão, especialmente nos municípios de Criciúma, Forquilha, Lauro Müller, Siderópolis, Treviso e Urussanga (Belolli *et al.*, 2002). O município de Siderópolis realizou mineração de carvão a céu aberto em grande escala, que se caracterizava pela supressão da vegetação para a extração do carvão, pela destruição do banco de sementes do solo e pela descaracterização do horizonte, devido à inversão de suas camadas (Citadini - Zanette, 1999). Atualmente, o solo de algumas destas áreas degradadas pela mineração a céu aberto foi reconstruído e revegetado com espécies de gramíneas e espécies arbustivas e arbóreas de diferentes categorias sucessionais.

Na Austrália, as formigas estão sendo utilizadas extensivamente como bioindicadoras, especialmente em relação a áreas restauradas após mineração de bauxita (Majer, 1983, entre outros). Neste país, diversos estudos têm sido realizados para acompanhar a sucessão das espécies de formigas, a construção da riqueza das espécies durante o tempo e para examinar mudanças na composição dos grupos funcionais de comunidades de formigas (Andersen, 1997). De acordo com Majer (1983) e Andersen (1997), é possível definir o grau de degradação ou de recuperação de uma área a partir de estudos simples da fauna de formigas, detectando a presença ou ausência de espécies raras e indicadoras de um estado sucessional definido, estudando as diferenças de populações em diferentes áreas, pois estas variam de acordo com o estado sucessional da vegetação e, caracterizando grupos funcionais de formigas que permitem identificar espécies associadas às condições habitacionais específicas.

OBJETIVOS

O presente projeto teve como objetivo observar a riqueza de formigas em áreas reabilitadas após mineração de carvão

a céu aberto de diferentes idades (1 à 3 anos) e diferentes coberturas vegetais e uma área de remanescente florestal que serviu como área de controle e comparar a riqueza específica entre as áreas, pela finalidade de avaliar o estado de recuperação destas áreas reabilitadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no Campo Malha II Leste da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), compreendido nas coordenadas 28°34'55.21"S 49°24'11.30"W, no município de Siderópolis (28°35'54.04"S 49°25'27.77"W). O município localiza-se ao sul do estado de Santa Catarina e faz parte da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC) ao qual também constituem esta associação os municípios de Criciúma, Cocal do Sul, Forquilha, Içara, Lauro Müller, Morro da Fumaça, Nova Veneza, Siderópolis, Treviso e Urussanga (AMREC, 2007).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é Cfa, subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes. As temperaturas variam entre - 3°C e 40°C, sendo a média do mês mais quente superior a 22°C (Santa Catarina, 1991).

Foram amostradas quatro áreas de diferentes tratamentos e idades de reabilitação e reintrodução da vegetação e uma área de um remanescente florestal que serviu como área de controle: área 1-tratamento: argila e turfa, sem introdução de espécies vegetais, reabilitação concluída em junho de 2006; área 2-tratamento: argila, turfa, introdução de mudas de capim - gordura (*Melinis minutiflora*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*), reabilitação concluída em fevereiro de 2006; área 3-tratamento: argila, turfa, introdução de mudas de capim - gordura, bracatinga e maricá (*Mimosa bimucronata*), reabilitação concluída em 2004 (por motivos desconhecidos, as espécies plantadas não se desenvolveram e, atualmente, a área representa-se coberta por espécies vegetais nativas diversas espécies de Asteraceae e gramíneas, entre outras); área 4-tratamento: argila, turfa, introdução de mudas de capim - gordura e bracatinga, reabilitação concluída em 2004; e área 5-remanescente de Floresta Ombrófila Densa em estágio avançado de regeneração natural.

Metodologia

Para a coleta das formigas, em cada área foi marcada uma linha de transecto de 100 m de comprimento, na qual foram dispostas dez armadilhas do tipo pitfall, com um espaçamento de 10 m entre cada armadilha. Foi deixado um espaço aproximado de 20 m antes do início e fim da linha de armadilhas para evitar o efeito de borda (Ricklefs, 2003). As armadilhas foram expostas por um período de 72 horas, mensalmente, durante os meses de março de 2007 a agosto de 2008. As formigas encontradas em cada armadilha foram triadas e conservadas em álcool 70%. Os espécimes foram identificados ao nível de subfamília e morfo - espécies.

Para verificar se houve diferença significativa no número de indivíduos por estação, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste Tukey (Zar, 1999).

RESULTADOS

Foram coletados 2839 indivíduos pertencentes a seis subfamílias, 17 gêneros e 33 morfo - espécies. Myrmicinae foi a subfamília mais abundante (45,3% de indivíduos) e mais rica com 18 espécies. Esta subfamília inclui o maior número de espécies de todas as subfamílias e a maioria das espécies apresenta comportamento generalístico. A segunda subfamília mais abundante e com maior riqueza foi Formicinae com 1075 indivíduos e 10 espécies, seguida por Ponerinae (389 indivíduos/ quatro espécies), Dorylinae (108 indivíduos/ uma espécie), Ecitoninae (61 indivíduos/ uma espécie) e Pseudomyrmecinae com apenas um indivíduo coletado. Os dados mostram que as áreas são recolonizadas principalmente por espécies generalistas que não apresentam especializações no que diz respeito ao forrageamento e locais de nidificação.

Foram encontradas diferenças entre o número de morfo - espécies observadas nas diferentes áreas estudadas, sendo na área de controle (remanescente florestal) observado o maior número de morfo - espécies (21). Nas áreas 2, 3 e 4, nas quais foi realizada reintrodução de espécies pioneiras e a reabilitação foi concluída em fevereiro de 2006 e no ano 2004, foi registrada uma riqueza similar entre si, com 14, 11 e 16 espécies, respectivamente. A área 1 apresentou, com oito espécies observadas, a menor riqueza de todas as áreas. Trata-se de uma área onde não ocorreu reintrodução de espécies vegetais e a reabilitação foi concluída em junho de 2006. Os dados obtidos indicam que o tempo da revegetação não influencia na recolonização das áreas por formigas, mas sim, a cobertura vegetal, pois na área com menor cobertura vegetal apresentou menor número de espécies de formigas. Das 33 espécies registradas, 23 foram encontradas em duas ou mais áreas. O gênero *Linepithema* (Dolichoderinae) foi o único encontrado exclusivamente na área 4, onde a cobertura vegetal é constituída, principalmente por árvores de bracatinga de 3 a 4 m de comprimento. Como o solo é raso e pesado devido à compactação da argila, não deixando as raízes das árvores se aprofundarem, o tombamento natural destas árvores ocorre facilmente, resultando em clareiras, as quais, segundo Hölldobler & Wilson (1990), favorecem o estabelecimento das colônias de espécies desta subfamília. O maior número de espécies foi encontrado entre os meses de dezembro e março (20 a 25 morfo - espécies) e o maior número de indivíduos entre novembro e abril (231 a 449 indivíduos). Nos meses de inverno e da primavera foram encontrados significativamente menos indivíduos de formigas do que nas outras estações ($F = 11,98$, $p < 0,05$). Estes resultados refletem o comportamento destes insetos sociais que concentram suas atividades externas nos meses mais quentes do ano.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a recolonização pelas formigas ocorre rapidamente após reabilitação e revegetação e, mesmo depois de alguns anos, não ocorre aumento na riqueza de formigas. O fato que houve diferença no número de morfo - espécies registradas entre as áreas onde ocorreu reintrodução de espécies vegetais e a área sem introdução

de vegetação após a reabilitação indica que a riqueza de espécies de formigas é correlacionada com o tipo e a variedade da vegetação, corroborando com resultados obtidos por outros estudos.

Os dados obtidos mostram, ainda, que as áreas são recolonizadas principalmente por espécies generalistas. Entretanto, estudos ao longo prazo são necessários para verificar se a diversidade de formigas aumenta com o aumento da complexidade da vegetação ao decorrer da regeneração natural.

(Ao PIC 170 pela bolsa concedida para este projeto).

REFERÊNCIAS

- AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera. *Histórico: Aspectos Gerais da Região. Criciúma, SC*. Disponível em <http://www.amrec.com.br>. Acesso em 21/10/08.
- Andersen, A. N. Ants as indicators of restoration success following mining: a functional group approach. In: Hale, P., Lamb, D. (eds.). *Conservation Outside Nature Reserves*. University Press of Queensland, Queensland, 1997. p. 1319 - 325.
- Azevedo, A. C. Funções ambientais do solo. In: Azevedo A. C., Dalmolin, R. S. D., Pedron, F. A. (eds.). *Fórum Solos e Ambiente*, 1., Pallotti, Santa Maria, 2004, p. 7 - 22.
- Belolli, M., Quadros, J., Guidi, A. *A história do carvão de Santa Catarina*. Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, Criciúma, 2002, 296p.
- Bruyn, L. A. L. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agric., Ecosys. & Environm.*, 74: 425 - 441, 1999.
- Citadini - Zanette, V. Diagnóstico Ambiental da Região Carbonífera no Sul de Santa Catarina: Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão. *Rev. Tecnol. Amb.*, 5: 51 - 61, 1999.
- Diehl - Feig, E. D., Diehl - Feig, E., Sanhudo, E. Comunidade de formigas no município de Torres, RS: comparação entre dois ecossistemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 1998. *Resumos...* Rio de Janeiro:SBE, 1998, p. 901.
- Hölldobler, B., Wilson, E. O. *The Ants*. University Press, Harvard, 1990. 732p.
- Lima, A. A. de, Lima, W. L. de, Berbara, R. L. L. Diversidade da mesofauna de solo em sistemas de produção agroecológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1., 2003. *Anais...* EMATER/RS/ASCAR, Porto Alegre, 2003. CD - ROM.
- Majer, J. D. Ants: Bioindicators of minesite rehabilitation, land - use, and land conservation. *Environm. Managem.*, 7: 375 - 383, 1983.
- Majer, J. D. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. *J. Trop. Ecol.*, v. 8, p. 97 - 108, 1992.
- Ricklefs, R. E. *A economia da natureza*. 5. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003, 503p.
- Santa Catarina - Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretária de Estudos Geográficos e Estatísticos. *Atlas escolar de Santa Catarina*. Aerofoto Cruzeiro/IOESC, Rio de Janeiro, 1991, 136p.
- Soares, I. M. F., Gomes, D. S., Santos, A. A. Influência da composição florística na diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Serra da Jibóia - BA. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15., 2001. *Resumos...* IAPAR, Londrina, 2001, p. 331 - 332.
- Souza, D. M., Souza, B. M., Oliveira, A., Teixeira, G. N. Fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do Parque Estadual do Ibitipoca, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998. *Resumos...* SBE, Rio de Janeiro, 1998, p. 866.
- Stork, N. E., Eggleton, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *Am. J. Altern. Agric.*, 7: 38 - 47, 1992.
- Zar, F. H. *Biostatistical analysis*. Prentice - Hall, New Jersey, 1999, 663p.