



SERVIÇOS AMBIENTAIS REALIZADOS POR SCARABAEINAE (COLEOPTERA - SCARABAEIDAE) EM EUCALIPTAL, CORREDOR ECOLÓGICO E FLORESTA NATIVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

F.M. França ¹

F.R. Alves ¹; R.S. Macedo ¹; V.H.F. Oliveira ¹; R.F. Braga ¹; J.N.C. Louzada ¹

1 - Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Setor de Ecologia, Campus Universitário, 37.200 - 000, Minas Gerais, Brasil. filipe_oz@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A destruição de habitats, introdução de espécies exóticas, poluição, bem como outros diversos impactos causados pelo homem, tem gerado alterações na riqueza, diversidade e composição de espécies (Chapin *et al.*, 2000; Slade *et al.*, 2007). Devido ao intenso uso dos ecossistemas naturais, um dos maiores desafios da sociedade é a preservação da biodiversidade. A biodiversidade não pode ser vista apenas na diversidade de organismos, mas também nas funções desempenhadas por estes nos ecossistemas. A perda desses serviços pode levar não só à perda da produtividade, mas também à diminuição da sustentabilidade dos agrossistemas (Giller *et al.*, 1997).

O processo de fragmentação e a perda de habitat estão intimamente ligados com a perda da diversidade biológica (Laurence & Bierregaaard, 1997). Em paisagens altamente perturbadas ou modificadas, frequentemente são encontrados fragmentos florestais (Harris, 1984; Schiffler, 2003). Na floresta Amazônica, duas das ações humanas responsáveis pelo desmatamento e fragmentação é a exploração de madeira (Nepstad *et al.*, 2001) e a agricultura (Alencar *et al.*, 2004). As áreas e fragmentos de vegetação conectados por corredores ecológicos é um modelo de conservação bastante defendido pelo meio científico, onde os corredores formam uma rede de habitats que possibilitam a conexão genética das populações e aumento da biodiversidade (Sodhi *et al.*, 1999). O tipo de cobertura de solo existente, que envolve as áreas com ecossistemas naturais, devido a sua baixa adequação às populações silvestres, interfere no grau de resistência que essa cobertura impõe ao deslocamento de indivíduos de um fragmento a outro (Merriam, 1988).

As florestas tropicais se destacam nos ecossistemas terrestres pela sua enorme biodiversidade (Burslem *et al.*, 2001). Serviços prestados pela biodiversidade são todos aqueles executados por organismos vivos e que afetam, em última análise processos naturais, como: controle biológico, ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão de

sementes, manutenção e formação de solos, fixação de carbono, produção de oxigênio, entre outros (Myers 1996).

A modificação de florestas em agriculturas, bem como a fragmentação florestal e a substituição de habitat, apresentam potencial para alterar a funcionalidade dos sistemas florestais tropicais, e são fatores que interferem negativamente nos serviços ambientais (Klein, 1989; Howden & Nealis, 1975; Slade *et al.*, 2005).

Os escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) são muito conhecidos pelos diversos serviços que proporcionam ao ambiente, como incorporação de matéria orgânica em decomposição ao solo, incremento da permeabilidade e aeração do solo, controle de moscas hematófagas e detritívoras (Bang *et al.*, 2005; Nichols, 2008), controle de parasitas e moscas vetoras (Miller, 1961), controle de saúvas (*Atta* sp.) (Silveira *et al.*, 2006), dispersão secundária de sementes (Vulínez, 2002; Andresen, 2003) e polinização (Sakai & Inoue 1999, Beath, 1996).

A alteração na quantidade e na qualidade dos recursos (Estrada *et al.*, 1998; Lumaret *et al.*, 1992), têm se mostrado preponderantes para a perda dos serviços realizados pelos escarabeíneos, como ciclagem de nutrientes e regeneração destas áreas (Slade *et al.*, 2007; Louzada, 2008). Por sua eficiência no manejo e remoção de excrementos, cadáveres e frutos decompostos, este grupo de insetos é um dos componentes fundamentais na manutenção de vários ecossistemas (Halffter & Matthews 1966).

OBJETIVOS

Este trabalho visa quantificar serviços ecológicos da biodiversidade prestados por escarabeíneos, e analisar os resultados através da comparação entre três sistemas de uso do solo (eucaliptal, corredores e floresta) na Amazônia brasileira no Estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Monte Dourado, distrito de Almeirim, no Estado do Pará. Esta região apresenta temperaturas médias anuais de aproximadamente 26 °C; a umidade relativa apresenta valores entre 80 e 85% em quase todos os meses do ano; e a precipitação média anual está entre 2.000 e 2.500 mm, com o período chuvoso compreendido entre os meses de dezembro e julho. Março é o mês mais chuvoso, enquanto os meses com menores índices pluviométricos compreendem - se entre julho e novembro, sendo outubro o mais seco (Oliveira *et al.*, 004).

Para mensuração dos serviços dos rola - bostas nessa área, utilizou - se quinze arenas de serviços ambientais por sistema de uso do solo, distantes 100m entre si, e deixadas em campo por um período de 24horas. A arena é composta por uma tela de náilon sustentada por palitos de bambu que delimitam uma área (0,785m²) com 50 cm de raio e 20cm de altura. No centro da arena foi colocado 70g de fezes (50% de fezes humanas e 50% de fezes suínas), misturadas a miçangas de 3 tamanhos e nas respectivas quantidades: 50 pequenas (0,35mm), 20 médias (0,86mm) e 10 grandes (1,55mm) por arena. A isca foi protegida da chuva por uma cobertura plástica, e sustentada por palitos de bambu. Após o período de exposição, era coletado as amostras de solo realocado, fezes não levadas, bem como as sementes não dispersadas nas áreas de observação.

Para análises estatísticas os dados foram submetidos ao teste não - paramétrico Kruskal Wallis, e para comparação entre as médias das áreas foi aplicado o método de Dunn.

RESULTADOS

O corredor apresentou a média de 414g de solo retirado pela atividade dos besouros. Eucalipto e floresta, tiveram a remoção de 338,16g e 218,84g, respectivamente. A quantidade média de solo removido não diferiu estatisticamente entre o corredor e a floresta, mas ao compararmos cada um destes sistemas de uso do solo com o eucalipto pudemos observar que houve diferenças significativas ($Z=3,98$; $p < 0,05$). Mendez (2007) verificou que corredores apresentam médias de remoção de solos muito próximas às áreas de floresta, devido a possibilidade de espécies exclusivas dessa área estarem presentes em corredores, o que pode aumentar a quantidade de serviços e evidenciar a importância dos corredores.

Foi avaliada também a remoção de fezes ocorrida nas arenas em cada área. Houve remoção total das fezes em todos os pontos amostrados no corredor, e a média no eucaliptal e na floresta foi de 60,56g e 65,99g, respectivamente. A remoção de fezes apresentou diferenças entre o eucaliptal e corredor ($Z= 3.31$; $p < 0.05$), e entre o eucaliptal e a floresta ($Z = 2,56$; $p < 0,05$). As áreas de mata e do corredor não foram diferentes estatisticamente ($Z = 0,75$; $p > 0,05$). A diminuição da diversidade de vegetais e de animais, em função da implantação da monocultura de eucalipto e das modificações no habitat resultou em alterações nas funções e serviços da biodiversidade no eucaliptal. Giller (1997) verificou que a intensificação de atividades agrícolas levou

a perda total de importantes serviços prestados pela biodiversidade.

Na dispersão de sementes pequenas, houve maior média no corredor e na floresta, onde em todos os pontos foi levado 100% das miçangas. Mendez (2007) avaliou que a maior abundância e diversidade de scarabaeinae podem ter relação direta com a utilização desses corredores por mamíferos da região, o que garante a fonte de recurso dos besouros para realização da remoção. A floresta primária e corredor não apresentaram diferença significativa na taxa de dispersão de sementes pequenas, as quantidades foram as mesmas ($Z= 0,6394$; $p > 0,05$). A área de eucaliptal, com média de 45 miçangas, foi considerada estatisticamente diferente tanto do corredor ($Z=3,11$; $p < 0,05$) quanto da floresta ($Z= 2,47$; $p < 0,05$), que tiveram respectivamente as médias de 50 sementes dispersadas. Segundo Slade (2007), a remoção de fezes muitas sementes podem ser dispersas ao acaso, principalmente por grandes besouros telecoprídeos. Curry - Lindhal (1972) salientou que eucaliptais introduzidos em muitos locais no mundo são biologicamente pobres, principalmente devido à pequena variedade de produtos vegetais.

No corredor e na mata houve 100% de dispersão das sementes médias, sendo que no eucalipto a média foi de 16 miçangas. O eucaliptal e o corredor se diferenciaram estatisticamente na taxa de remoção de sementes médias ($Z = 2,87$; $p < 0,05$). Não houve diferenças estatísticas significantes entre o sistema de eucalipto e floresta ($Z=2,31$; $p > 0,05$), uma vez que a quantidade de sementes dispersadas foi igual. Mesmo possuindo um sub - bosque relativamente desenvolvido, o eucaliptal não fornecia as mesmas condições para o estabelecimento de uma fauna similar à encontrada na mata.

Na comparação entre os valores de floresta e corredor ($Z=0,56$; $p > 0.05$) não foi encontrada diferença. Mesmo sendo um fato ainda pouco estudado, os corredores, por conectar os fragmentos florestais, auxiliam na sobrevivência de algumas espécies, inclusive de mamíferos, que são potenciais fornecedores de recursos para os besouros. Ao passar pelos corredores, os vertebrados deixam fezes, que é uma importante fonte de recursos para as espécies de Scarabaeinae, e conseqüentemente de dispersão de sementes (Slade *et al.*, ; Beier e Noss, 1998).

Houve remoção total das miçangas grandes no corredor, enquanto na floresta a média foi de 9 miçangas por ponto, seguido do eucalipto, que apresentou média de 6 miçangas grandes por ponto. Na taxa de remoção de sementes grandes, houve diferenças estatísticas entre floresta e eucalipto ($Z= 2,81$; $p < 0,05$). A porcentagem de dispersão de sementes grandes nessas áreas foi diferente, sendo na floresta maior que no eucalipto. Quando a área possuiu algum distúrbio como a implantação de monocultura, há interferências na biodiversidade e conseqüentemente nos seus serviços (Giller, 1997). O corredor e o eucalipto diferiram estatisticamente ($Z = 18,323$; $p < 0,05$) dos demais. Os sistemas de uso do solo floresta e corredor não apresentaram diferenças significativas ($Z=3,44$; $p < 0,05$) e as taxas de dispersão foram iguais. Segundo Slade *et al.*, (2007), a composição de determinados grupos funcionais pode maximizar a funcionalidade do ecossistema. Braga (2009) verificou que ambientes com menor complexidade levam a uma

redução na biomassa, abundância e número de espécies de scarabaeinae, levando a uma redução nos serviços realizados por esses organismos.

CONCLUSÃO

As áreas de corredor e floresta apresentam médias de serviços ambientais muito próximas. Os serviços da biodiversidade, como revolvimento de solos, enterrio de fezes e dispersão de sementes, prestados pelos scarabaeinae, diminuíram à medida que ocorre a redução da complexidade do habitat, neste caso a implantação de monocultura de eucalipto.

(A Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais-FAPEMIG, pelo apoio financeiro prestado ao primeiro autor e a Capes por concessão bolsa de doutorado ao quarto autor.)

REFERÊNCIAS

Andresen, E. Effect of forest fragmentation on dung beetles communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography*, v.26, 2003, p.97 - 97.

Bang, H.S.; Lee, J.; Kwonm, O.S.; Na, Y.E.; Jang, Y.S.; Kim, W.H. Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. *Applied Soil Ecology*, v. 29, 2005, p. 165 - 171.

Beier, P.; Noss, R. F. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology*. Vol. 12, 1998, p. 1241 - 1252.

Bernardi, O.; Garcia, M.S.; Cunha, U.S.; Back, E.C.U.; Bernardi, D.; Ramiro, G.A.; Finkenauer, E. Ocorrência de *Euethola humilis* (Burmeister) (Coleoptera: Scarabaeidae) em *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae), no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology*, 2008, 37(1):100 - 103

Braga, R. F. Efeitos da alteração do uso do solo na Amazônia Brasileira sobre serviços ecológicos proporcionados pelos scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). 2009. 50p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Dados não publicados

Burslem, D. R. R. P.; Garwood, N. C.; Thomas, S. C. Tropical Forest diversity-The plot thickens. *Science*, v. 291, 2001, p.606 - 607.

Chapin, F.S., Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor, R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Lavorel, S., Sala, O.E., Hobbie, S.E., Mack, M.C. & Diaz, S. Consequences of changing biodiversity, *NATURE*, Vol. 405, 2000, p. 234 - 242.

Curry - Lindhal, K. *Ecologia: conservar para sobreviver*. Ed. Cultrix. SP, 1972, 390p.

Estrada, A.; Coates - Estrada, R.; Anzures - Dadda, A.; Cammarano, P. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology*, v. 14, 1998, p. 577-593.

Gardner, R. H.; Milne, B. T.; Turner, M. G.; O'Neill, R. V. Neutral models for the analysis of broad -

scale landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1987, v. 1, n. 1, p. 19 - 28.

Giller, K.E.; Wilson, K.J.; Nitrogen fixation in tropical cropping systems. 2. ed. Wallingford, Reino Unido: CAB International.(1991)

Halfpter, G.; Edmonds, W.D. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutionary approach. México, DF, Instituto de Ecologia, 1982. 176p.

Halfpter, G. & E.G. Matthews. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Ent. Mexicana*, 1966, 12 - 14: 1 - 312.

Harris, L.D. The fragmented forest. Chicago: University of Chicago Press, 1984, 211p.

Howden, H.F.; Nealis, V. G. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of the coprophagous Scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica*, St. Louis, v. 7, 1975, p. 77-83.

Klein, B.C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology*, v. 70, p. 1715-1725, 1989.

Laurance, W.F.; Bierregard, R.O., ed. Tropical forest remnants. Chicago: University of Chicago Press, 1997. 615p.

Louzada, J.N.C. 2008. Scarabaeidae (Coleoptera - Scarabaeidae) detritívoros em ecossistemas tropicais: diversidade e serviços ambientais. P. 299 - 322. In:Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O.; Brussaard, L. (ed.) Biodiversidade dos solos em Ecossistemas Brasileiros. Lavras: Ed. Ufla, 2008. 768p.

Lumaret, J.P.; Kadiri, N.; Bertrand, M. Changes in resources: Consequences for the dynamics of dung beetle Communities. *J. Appl. Ecology*, v. 29, 1992, p. 349 - 356.

Merriam, G. Landscape dynamics in farmland. *Trends in Ecology and Evolution*, v.3, n. 1, 1988, p. 16 - 20.

Metzger, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. Anual da Academia Brasileira de Ciências, 1999, v. 71, n. 3 - I, p. 445 - 463.

Myers, N. Environmental services of biodiversity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, v. 93, 1996, p.2764 - 2769

Nepstad, D. C.; Uhl, C.; Serrão, E. A. S. Recuperation of a degraded amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. *Ambio*, v.20, 1991, p. 248 - 255.

Nichols, E.; Spector, S.; Louzada, J.; Larsen, T.; Amesquita, S. & Favila, M.E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biol. conserv.* 2008. 141:1461 - 1474.

Noss, R. F. Corridors in real landscape: a reply to Simberloff and Cox. *Conservation Biology*, v. 1, n. 2, 1987, p. 159 - 164.

Oliveira, L. L. Mapas dos parâmetros climatológicos do estado do Pará: umidade, temperatura e insolação, médias anuais. In: Congresso brasileiro de meteorologia,13., 2004, Fortaleza. Anais... Fortaleza: 2004. 7p.

Purver, W.K.; Sadava, D.; Orians, G.H. Vida: A ciência da biologia, 6^o Ed., 2005, 456p.Blackwell Publishing Ltd

Simberloff, D.; Farr, J.; Cox, J.; Mehlman, D.W. Movement corridors: conservation bargains or poor investments? *Conservation Biology*, v. 6, n. 4, 1992, p. 493 - 504.

Slade, E.M.; Mann, D.J.; Villanueva, J.F. and Lewis, O.T. Experimental evidence for the effects of dung beetle functional group richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. *Journal of Animal Ecology*, 2007, 76, 1094–1104

Silva, B.A.F.; Hernández M.I.M.; Ide S.; Moura C.R. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro - necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 2007, p. 51(2): 228 - 233

Silveira, F.A.O.; Santos, J.C.; Viana, R.L.; Falqueto, S.A.; Vaz - de - Mello, F.Z.; Fernandes, G.W.

Predation of *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Formicidae: Atini) by *Canthon virens* (Mannerheim, 1829) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Tropical Zoology*, v. 19, 2006, p. 1 - 7.

Schiffler, G. Fatores determinantes na riqueza local de espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em fragmentos de floresta estacional semi - decídua. Departamento de Entomologia, Lavras, MG, UFLA, 2003, 79 p.

Sodhi, N. S.; Briffett, C.; Kong, L.; Yuen, B. Bird use linear areas of a tropical city: implications for park connector design and management. *Landscape and Urban Planning*, v. 45, n. 2 - 3, 1999, p. 123 - 130.

Viana, M.V.; Pinheiro V.F.A.L. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. 1998

Vulinec, K. Dung beetle communities and seed dispersal in primary forest and disturbed land in Amazonia. *Biotropica*, v. 34, 2002, p. 297 - 309.