



FORMIGAS EM ÁREAS DE MATA CILIAR URBANAS: REFLORESTAMENTO VERSUS RECUPERAÇÃO

Renata B.F. Campos¹

José H. Schoereder²

1-Fundação Educacional de Divinópolis, Instituto Superior de Educação de Divinópolis. Av. Paraná 3001, Belvedere, Divinópolis, 35501 - 170, Divinópolis, Brasil. Telefone: 55 37 3229 3500 - rbfcampos@gmail.com

2-Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; Brasil

INTRODUÇÃO

Embora protegidas por lei, as matas ciliares estão sendo substituídas por construções e por áreas destinadas à agricultura e à pecuária. O reconhecimento da importância da conservação das matas ciliares tem motivado a criação de projetos que visam à conservação e à recuperação destas áreas.

Alguns projetos de recuperação ambiental têm utilizado outros aspectos como a diversidade de artrópodes, microrganismos ou distribuição de nutrientes (Andersen e Majer 2004; Smith *et al.*, 2003) como indicadores de recuperação. Estudos com formigas como bioindicadores têm relacionado sua existência com a presença de microrganismos e processos ambientais de modo mais estreito do que plantas, por exemplo (Andersen e Sparling 1997). Entretanto, estudos utilizando formigas na região neotropical não têm resultado em padrões claros (Schmidt 2008), enquanto outros pesquisadores encontraram padrões bastante consistentes de abundância em áreas pré - reflorestadas e rápido aumento na diversidade em áreas de savana seca (Ruiz - Jaén e Aide 2005). Na Amazônia Central, também foi encontrada menor abundância de formigas em regiões de floresta madura e a composição também difere conforme o tempo de recuperação (Vasconcelos 1999). No caso específico de matas ciliares não se conhecem trabalhos que apontem indicadores de recuperação, embora formigas sejam consideradas um possível indicador de avaliação e monitoramento nestes ambientes (Rodrigues e Gandolfi 2001).

A recuperação é uma atividade manipulativa por definição e implica em pesquisas explicitamente experimentais (Young 2000), além de constituir - se em excelente laboratório para estudos ecológicos (Rodrigues e Gandolfi 2001). Entretanto, muitos projetos de recuperação são realizados com ênfase em processos operacionais e implementados pela comunidade local de forma que muitas oportunidades de estudos científicos acerca de atividades de recuperação são perdidas (Young 2000). Justamente pela distância entre iniciativas de recuperação pela sociedade e de pesquisa pe-

los cientistas, a maior parte dos estudos conhecidos compara áreas em diferentes estágios sucessionais em vez de acompanhar o desenvolvimento de áreas em recuperação.

O projeto de reflorestamento de áreas de mata ciliar acompanhado no presente trabalho foi criado e implementado por uma equipe multidisciplinar, composta por engenheiros e técnicos, com o apoio de educadores ambientais e da sociedade civil. A recuperação da mata ciliar, nas áreas estudadas, tem sido feita principalmente através do plantio de mudas de espécies nativas. O presente trabalho analisou a mirmecofauna de áreas ciliares que foram reflorestadas, desde o período de preparo do solo para o plantio das mudas, no perímetro urbano de Divinópolis, MG por quatro anos.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi compreender como a riqueza e composição de espécies de formigas variam ao longo do tempo, em matas ciliares urbanas reflorestadas. Para isso, testamos a hipótese que (i) o número de espécies de formigas aumenta após o plantio. Independente do aumento na riqueza, testamos as hipóteses que a (ii) composição de espécies se modifica em função do plantio de mudas e (iii) esta mudança na composição se dá no sentido de um aumento na similaridade entre locais reflorestados e “nativos” após o plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Áreas de estudo

Este trabalho foi realizado em áreas ciliares, na cidade de Divinópolis - MG (20° 8' 21" S e 44° 53' 17" W). As áreas estudadas ficam às margens do rio Itapecerica, que deságua no rio Pará, afluente direto do Rio São Francisco. A altitude é aproximadamente 700m acima do nível do mar e as temperaturas variam entre 16° C no inverno 25° C no

verão. A precipitação anual oscila entre 1100 e 1700mm. A largura do rio é aproximadamente 30m.

Quatro áreas reflorestadas (aqui chamadas de São Tomaz, Parque da Ilha, Arena e Ponte), entre dezembro de 2003 e janeiro de 2004, foram amostradas. O comprimento destas áreas varia entre aproximadamente entre 50 e 800 metros e a largura do reflorestamento foi sempre de aproximadamente 50 metros em função da APP legalmente determinada.

Também foram amostradas como referência, duas áreas ciliares onde não foi feito o plantio de mudas. Uma destas áreas fica no Parque da Ilha (Ilha-Nativa) e encontra-se em processo de regeneração natural há mais de 20 anos (Marcos Vilela-com. pes.) e outra no Bairro Manoel Valinhas sem histórico de desmatamento (M. Valinhas), ambas com cerca de 300m de comprimento e mais de 50m de largura.

Finalmente, mostramos uma área conhecida como Mata do Noé (Mata do Noé), que se estende desde a área próxima ao centro comercial da cidade até a zona rural do município. Este fragmento de Mata Ciliar/Cerrado acompanha o curso do Rio Itapeverica por aproximadamente 7600 m, podendo atingir mais de 1200m de largura a partir do curso do rio em alguns pontos. Embora a área seja em sua maior parte inserida no perímetro urbano de Divinópolis, portanto sujeita à perturbação antrópica, ela foi aqui utilizada como referência.

2. Desenho amostral

As coletas foram feitas com armadilhas do tipo pitfall com iscas de sardinha, que permaneceram no campo por dois dias, conforme convenção para medida e monitoramento de biodiversidade de formigas. Estas armadilhas foram colocadas ao longo dos locais em recuperação, dispostas em transectos de três armadilhas distantes cerca de quinze metros uma da outra, a partir da margem. Os transectos foram instalados a aproximadamente cem metros de distância uns dos outros, perfazendo todo o comprimento das áreas urbanas estudadas.

As primeiras coletas foram realizadas imediatamente antes do plantio das mudas (entre dezembro de 2003 e janeiro de 2004). No verão de 2004/05 as chuvas causaram uma grande enchente que alagou todas as áreas estudadas, impedindo a coleta no mesmo período. Esta enchente causou grandes danos às mudas plantadas e implicou no replantio na maior parte das áreas reflorestadas e este ano foi desconsiderado em nossas análises. Desta forma, as coletas feitas no verão de 2005/06 foram consideradas como relativas ao primeiro ano após o plantio e as do verão de 2006/07 foram consideradas como o segundo. Finalmente, as últimas coletas foram realizadas em dezembro de 2007.

No primeiro ano de coletas instalou-se apenas uma armadilha para formigas de solo em cada ponto. Nos anos subsequentes instalou-se também uma armadilha para coletas de formigas arborícolas em cada ponto.

Na Mata do Noé, foram instalados três transectos, também distantes aproximadamente cem metros entre si. Cada transecto constituiu-se de três pontos onde conjuntos compostos por duas armadilhas (uma no solo e outra na árvore mais próxima do ponto demarcado) foram instaladas. Estes conjuntos ficaram distantes aproximadamente dez metros entre si. Esta coleta ocorreu unicamente em março de 2007.

3. Processamento dos espécimes e análise dos dados

Os espécimes coletados foram identificados no laboratório de Zoobotânica da Funedi/UEMG até o nível de gênero e quando possível até espécie, por comparação com a coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Comunidades da UFV, onde espécimes testemunho foram depositados. Posteriormente a identificação foi adequada por Rogério R. Silva e Rodrigo Feitosa por comparação com espécimes do Museu de Zoologia da USP.

Para testar a hipótese de que o número de espécies de formigas aumenta após o plantio, foi feita uma análise de dados longitudinais. O número de espécies em cada área foi considerado a variável resposta e o ano foi considerado como variável explicativa. Como os dados apresentam autocorrelação temporal, acrescentou-se ao modelo a área como variável categórica aleatória. O número de armadilhas por área também foi colocado no modelo para possibilitar a distinção de efeitos de amostragem.

Para o teste da hipótese que a composição de espécies se modifica em função do plantio de mudas realizou-se a comparação da composição de espécies de formigas das áreas estudadas coletadas nos diferentes anos de estudo através de análises multivariadas. Primeiramente construiu-se um mapa de ordenação em duas dimensões através de NMDS, calculado a partir de matrizes de presença/ausência para cada área, tendo como grupos as amostras de cada ano.

Para testar a significância das possíveis diferenças na composição indicadas pelo mapas gerados por NMDS, realizou-se a comparação das distribuições de similaridades entre amostras feitas nos mesmos anos e em anos distintos por ANOSIM. A identidade das espécies que contribuem para esta distinção foi investigada através do teste SIMPER (similarity percentage).

Para testar “a direção” das possíveis mudanças na composição de espécies em função das áreas reflorestadas calculou-se a dissimilaridade entre a composição das áreas reflorestadas e da área referência para cada um dos anos deste estudo. Estes índices foram comparados através de regressão linear, onde a similaridade foi considerada a variável resposta e o ano foi considerado a variável explicativa. Como a variação pode diferir entre áreas, esta variável também foi acrescentada no modelo. As análises foram feitas com o auxílio dos softwares R e PAST.

RESULTADOS

Resultados

Foi coletado um total de 139 espécies, sendo 81 coletadas em armadilhas arborícolas e 122 em armadilhas de solo. Antes do plantio das mudas (verão 2003/04) foram coletadas 88 espécies de formigas de solo. No primeiro ano de coletas após o plantio (verão 2005/06) foram coletadas 78 espécies, sendo 48 em armadilhas arborícolas e 62 espécies em armadilhas de solo. No segundo ano de coleta após o plantio (verão 2006/07) foram coletadas 41 espécies em árvores e 43 espécies no solo, totalizando 61 espécies. No último ano de coletas (dezembro 2007) foram coletadas 75 espécies, sendo 60 em armadilhas de solo e 46 em armadilhas de árvores.

O número de espécies de solo variou significativamente ao longo do período de estudo ($\chi^2=11,04$; $p < 0,001$) segundo

um modelo quadrático. Não há diferença significativa entre o número de espécies coletadas antes do plantio e quatro anos após o primeiro plantio (dezembro 2007), mas nos anos intermediários o número de espécies foi menor. Não houve diferença entre as áreas que sofreram o plantio e aquelas onde não houve plantio em relação a este padrão, mas o número de armadilhas por área ($\chi^2=2,36$; $p=0,018$) é importante na determinação do número de espécies coletadas no solo. Para formigas arborícolas apenas o número de armadilhas influencia o número de espécies coletado ($\chi^2=2,96$; $p=0,003$).

As análises de agrupamento mostram grupos delimitados de modo estatisticamente significativo tanto para formigas de solo quanto para formigas coletadas em árvores para a maioria das áreas, indicando mudança na composição de espécies coletadas entre os anos estudados. Entretanto, a definição destes grupos não parece ser consistente. Os resultados do teste SIMPER para cada área onde foi possível distinguir os grupos de modo estatisticamente significativo mostram que para árvores entre cinco e nove espécies são responsáveis pelo acúmulo de 50% da distinção das comunidades encontradas nos anos estudados. Para as comunidades de solo este número variou entre sete e treze. A maior parte destas espécies varia somente em sua frequência de ocorrência nas amostras realizadas.

Como houve mudança significativa nas comunidades das áreas reflorestadas ao longo dos anos, comparou - se a similaridade destas comunidades com a comunidade referência (Mata do Noé), utilizando - se o tratamento (reflorestado ou não) e a identidade da área como co - variáveis. Esta análise mostrou que a similaridade entre as áreas reflorestadas e a área controle não mudou ao longo do tempo. O resultado também mostra que áreas não reflorestadas (aquela que não tem histórico de desmatamento e aquela em processo natural de regeneração há mais de 20 anos) são mais similares entre ao controle do que as áreas reflorestadas, sendo o mesmo padrão observado para formigas de solo ($\chi^2=0,44$; $p < 0,001$) e em árvores ($\chi^2=0,40$; $p < 0,001$).

Discussão

Nossos resultados mostram que há mudança na riqueza de espécies de formigas coletadas em armadilhas para formigas de solo ao longo período após o plantio de mudas nas áreas estudadas, entretanto essa diferença não pode ser notada se compararmos apenas o período anterior ao reflorestamento e quatro anos após o primeiro plantio. Para formigas arborícolas não houve mudança significativa na riqueza de espécies após o reflorestamento. Por outro lado, notaram - se mudanças significativas na composição de espécies na maior parte das áreas, ao longo do período de estudo, tanto para formigas de solo, quanto para formigas coletadas nas árvores.

Embora esta mudança possa, teoricamente, indicar a recuperação da mirmecofauna após o reflorestamento, é preciso notar que o mesmo padrão foi notado em áreas reflorestadas e nas áreas onde não aconteceu o plantio de mudas. Além disso, não houve aumento na similaridade da composição de espécies em relação à área referência. Desta forma, mudanças na riqueza e composição de espécies de formigas não devem ser explicadas pelo reflorestamento nas áreas estudadas.

Acreditamos que a menor riqueza de formigas nas armadilhas de solo nos anos intermediários deste estudo possa ser explicada pela inundação que acontece nas áreas estudadas durante o verão. Como as coletas no primeiro e no último ano foram feitas antes das maiores chuvas, o número de espécies foi maior do que nos anos intermediários, quando a cheia das margens do rio aconteceu antes das coletas. O fato de o mesmo padrão ter sido encontrado para as comunidades das áreas reflorestadas e não reflorestadas reforça ainda mais esta explicação. A importância da cheia é também evidenciada pela ausência do padrão de redução na riqueza para as formigas arborícolas, que por sua vez não sofrem efeitos diretos da inundação.

Formigas são apontadas como organismos que se recuperam rapidamente após distúrbios (Luque *et al.*, 2007), e essa característica pode ser ainda mais presente em comunidades ciliares. Adis e Junk (2002) apontam que em ambientes ciliares a maior parte dos organismos combina altas taxas de reprodução e migração. Formigas podem recolonizar espaços desocupados de serapilheira em menos de três meses (Campos *et al.*, 2007). Em uma escala maior formigas conseguem restabelecer a riqueza de sua comunidade em três anos, como registrado por Ruiz - Jaén e Aide (2005), que apontam que formigas o fazem antes que a vegetação se restabeleça. Portanto, mesmo ambientes muito perturbados e heterogêneos como os aqui estudados podem manter um número de espécies constante ao longo do tempo.

Desta forma, apenas a semelhança na riqueza de áreas distintas pode deixar a falsa impressão de que as comunidades sejam semelhantes, sendo cada vez mais evidente a importância de se considerar a composição e abundância das espécies.

As análises de agrupamento das comunidades das áreas por nós estudadas ao longo do tempo mostram que há distinção entre os grupos de espécies coletadas em diferentes anos, entretanto estes grupos não podem ser claramente separados. Isso se deve, em grande parte, à sobreposição de espécies em diferentes coletas. Esta sobreposição pode ser explicada pelo fato de a maior parte das formigas coletadas constituir - se de espécies generalistas que ocorrem em todas as áreas e anos estudados ocasionando agrupamentos cuja distinção é bastante complexa. Note - se que a distinção dos grupos, na maioria dos casos se dá pela diferença na frequência de ocorrência das espécies e não na presença ou ausência de espécies. Além disso, a variação nas abundâncias parece não apresentar relação linear com o tempo após o plantio de mudas nas áreas reflorestadas.

CONCLUSÃO

Se por um lado, formigas têm sido apontadas por se recuperarem numericamente muito rápido, é possível que a composição não se comporte da mesma maneira. Em estágios sucessionais iniciais há grande variabilidade na composição de comunidades de formigas, por outro lado em estágios sucessionais mais avançados esta variabilidade tende a diminuir (Dauber e Wolters 2005). Deste modo, é preciso considerar o curto intervalo de tempo desde o reflorestamento para a avaliação da recuperação da mirmecofauna das áreas reflorestadas.

A importância de projetos de reflorestamento de áreas ciliares urbanas tem sido reconhecida pelos benefícios que proporcionam diretamente à qualidade de vida nas cidades e proteção do curso d'água, entretanto, estudos de monitoramento em médio e longo prazo se fazem necessários para compreender a dinâmica da biota local e assegurar a contribuição destes projetos para a recuperação e manutenção da biodiversidade.

(Os autores agradecem ao Projeto Nova Margem, À FUNEDI/UEMG pelo suporte e acesso aos laboratórios. Patrícia A. L. Sá, Frederico O.R. Resende, Fernanda Farnese, Gustavo A. Fonseca, Gustavo B.F. Campos pela ajuda no campo. Agradecem também Carlos F. Sperber pelas sugestões nas análises. Rogério R. Silva e Rodrigo Feitosa adequaram a identificação dos espécimes coletados. R. B. F. Campos recebeu bolsa de doutorado da CAPES e J. H. Schoereder recebe bolsa CNPq. Este estudo foi financiado pelo CAPES/PROF, CNPq e FAPEMIG.)

REFERÊNCIAS

- Adis, J. & Junk, W. J. 2002. Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology* 47: 711–731.
- Andersen, A.N. and Sparling, G.P. 1997. Ants as indicators of restoration success: relationships with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology*. 5(2):109 - 114.
- Andersen, A.N. & Majer, J.D. 2004. Ants show the way down under: invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2 (6): 291–298.
- Campos, R. B. F.; Schoereder, J. H.; Sperber, C. F. 2007. Small - scale patch dynamics after disturbance in litter ant communities. *Basic and Applied Ecology*. 8: 36-43.
- Dauber, J. & Wolters, V. 2004. Edge effects on ant community structure and species richness in an agricultural landscape. *Biodiversity and Conservation*. 13: 901–915.
- Luque, G.M.; Reyes'Lópes, J. & Fernández - Haeger, J. 2007. Recovery of ground ant (Hymenoptera: Formicidae) communities six years after a major environmental disaster. *Community and ecosystem ecology*. 36(2):337 - 347.
- Rodrigues, R.R & Gandolfi, S. 2001. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In Rodrigues R.R. & Leitão Filho, H.F. (eds). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo, pp.235 - 248.
- Ruiz - Jaén, M. & Aide, T.M. 2005. Vegetation structure, species diversity and ecosystem processes as measures of restoration success. *Forest Ecology and Management*. 218:159 - 173.
- Schmidt, F.A., 2008. Resposta de comunidades de formigas a um gradiente de sucessão cerrado (Magister scientiae thesis). Universidade Federal de Viçosa, (UFV).
- Smith, R.S.; Shiel, R.S.; Bardgett, R.D.; Millward, D.; Corkhill, P.; Rolph, G.; Hobbs, P.J. & Peacock, S. 2003. Soil microbial community, fertility, vegetation and diversity as targets in the restoration management of a meadow grassland. *Journal of Applied Ecology*. 40: 51–64.
- Vasconcelos, H.L. 1999. Effects of forest disturbance on the structure of ground - foraging ant communities in central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*. 8(3): 409 - 420.
- Young, T.P. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*. 92:73 - 83.