

**Importância de fatores ambientais e da distância geográfica
na diversidade beta de mariposas Arctiidae do Cerrado¹**

Taynara Nascimento² & Viviane Gianluppi Ferro³

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. E-mail:
taynaraflorestas@hotmail.com

&

Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia. E-
mail: vgferro@yahoo.com

¹ revisado pelo orientador

² orientando

³ orientador

Introdução

A variação na composição de espécies entre sítios foi denominada diversidade beta por Whittaker (1972). A similaridade de espécies entre sítios geralmente possui uma relação negativa com a distância geográfica, ou seja, sítios mais distantes tendem a apresentar uma composição de espécies menos similar. Nekola e White (1999) sugeriram que os principais fatores determinantes deste decréscimo eram as diferenças ambientais dos nichos e as restrições espaciais da paisagem. As diferenças ambientais produzem um decréscimo da similaridade das espécies com a distância geográfica porque sítios próximos tendem a serem mais similares em suas condições ambientais (ex. temperatura) do que sítios distantes (Legendre, 1993) e sítios ambientalmente mais similares possuem uma composição de espécie mais similar. Já as restrições espaciais produzem um decréscimo na similaridade das espécies com a distância geográfica porque a configuração espacial (ex. tamanho e isolamento de fragmentos) e o contexto espacial (ex. características da matriz que circunda o fragmento) influenciam a locomoção de espécies entre paisagens (Nekola & White, 1999). A variação na taxa de decréscimo de similaridade entre paisagens ocorre neste caso, porque diferentes paisagens conferem diferentes níveis de resistências ao movimento dos organismos. As restrições espaciais atuam, portanto, em escala regional e determinam quantas e quais espécies irão chegar a um novo habitat. Já as diferenças ambientais atuam em escala local e determinam quais espécies irão colonizar com sucesso esse novo habitat.

Trabalhos que investigam a importância relativa dos processos em escala regional (restrições espaciais) e local (diferenças ambientais) em diferentes grupos funcionais são raros. Pandit et al. (2009), estudando comunidades marinhas, verificaram que espécies generalistas quanto ao habitat (ocorrem em vários habitats) eram menos influenciadas por processos em escala local do que processos em escala regional, pois elas possuem maior tolerância quanto às variações ambientais. O inverso foi observado para as espécies especialistas quanto ao habitat (ocorrem em habitats restritos) (Pandit et al., 2009).

Objetivos

Os objetivos deste projeto foram (1) descrever o padrão de diversidade beta das mariposas Arctiidae em uma localidade do Cerrado, (2) analisar se esse padrão está mais relacionado com diferenças ambientais ou com restrições espaciais e (3) investigar se a

importância das diferenças ambientais e das restrições de dispersão difere entre conjuntos de espécies generalistas e especialistas quanto ao habitat.

Metodologia

O estudo foi realizado no Parque Nacional das Emas, sudoeste do estado de Goiás, nos municípios de Mineiros e Chapadão do Céu, entre as coordenadas 17°49'-18°28'S e 52°39'-53°10'W. Foram selecionadas 40 parcelas de 10 x 10m em quatro fitofisionomias de Cerrado (seis parcelas em campo sujo, 14 em campo cerrado, 10 em cerrado *sensu stricto* e 10 em floresta estacional semidecídua) a fim de abranger um maior grau de variabilidade ambiental, estando cada parcela separada por uma distância mínima entre elas de 100m. Esta distância equivale ao raio de atração de uma lâmpada de 125 w (Muirhead-Thompson, 1991) que é mais forte do que a utilizada em coleta (15 w). As altitudes e coordenadas geográficas do centro das parcelas foram obtidas através de GPS.

As amostragens das mariposas foram realizadas em junho de 2010 (estação seca) e em janeiro e fevereiro de 2011 (estação chuvosa). Em cada parcela, as mariposas foram amostradas com uma armadilha luminosa do tipo Luis de Queiroz. A fonte luminosa utilizada foi uma lâmpada UV de 15W. As armadilhas foram ligadas a baterias automotivas de 45A e permaneceram acesas do anoitecer ao amanhecer. Em cada ocasião amostral, as mariposas foram amostradas em cada parcela durante duas noites não consecutivas a fim de obter um número de indivíduos que caracterizasse melhor a fauna da parcela. As coletas foram realizadas no período de lua nova e minguante, pois estas fases lunares são de noites mais escuras, aumentando o raio de ação das armadilhas e, conseqüentemente, o número de indivíduos atraídos pela luz (McGeachie, 1989; Yela & Holyoka, 1997). As mariposas foram capturadas e mortas com auxílio de frascos mortíferos contendo hidróxido de amônio e, em seguida, triadas, montadas e secas em estufa. Os exemplares foram rotulados com os dados de coletas (local e data de coleta, coordenadas geográficas e altitude dos pontos amostrais, tipo de vegetação, método de coleta e coletor) e separados, inicialmente por morfoespécies. As identificações foram feitas com o auxílio de literatura (Piñas *et al.*, 1997; Piñas & Manzano, 2000; Watson & Goodger, 1986) e por comparação com registros fotográficos dos exemplares identificados da Coleção Particular V. O. Becker. Os espécimes foram depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás.

As características relacionadas com a vegetação foram medidas em cada parcela apenas na estação da chuva, pois estas não variam significativamente ao longo de seis meses.

As características avaliadas foram (1) tipo de fitofisionomia da parcela (campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e floresta estacional semidecídua), a riqueza, a densidade e o perímetro na altura do solo do componente arbustivo-arbóreo (indivíduos lenhosos com diâmetro na altura do solo maior ou igual a três cm).

Os dados foram organizados em três matrizes: (1) faunística (com a abundância das espécies nas parcelas), (2) geográfica (com a localização geográfica, latitude e longitude, das parcelas) e (3) ambiental (com a descrição ambiental das parcelas – tipo de fitofisionomia, altitude, densidade, riqueza e coeficiente de variação do perímetro de plantas arbustivo/arbóreas). Para averiguar se o padrão de diversidade beta de Arctiidae era melhor explicado por diferenças no tipo de habitat ou pela distância geográfica foi feita uma análise de Correspondência Canônica parcial (CCAp) (Legendre *et al.*, 2005) para o total de espécies, para o conjunto de espécies especialistas de habitat (que ocorreram em apenas um tipo de fitofisionomia) e para o conjunto de espécies generalistas de hábitat (que ocorreram em mais de um tipo de fitofisionomia). Os indivíduos amostrados nas estações seca e chuvosa foram reunidos para gerar a matriz faunística. Os *singletons* foram excluídos das análises. Foi realizada também uma análise de classificação (UPGMA) utilizando o índice de similaridade de Bray Curtis para o total de espécies a fim de caracterizar o padrão de diversidade beta.

Resultados

Foram amostrados no total 1.509 indivíduos, representados em 73 espécies. A análise de UPGMA indica que a composição de espécies de mata foi diferente da fauna das demais fitofisionomias, com exceção da “mata4” (Figura 1). As parcelas de campo sujo, campo cerrado e de cerrado *sensu stricto* apresentaram composição semelhante entre si, não sendo evidenciados grupos compostos de parcelas de uma única fitofisionomia (Figura 1).

As parcelas de campo cerrado sete (cc7) e de campo cerrado dez (cc10) apresentaram as espécies mais semelhantes entre si (índice de similaridade de Bray Curtis igual a 0,735) e as parcelas do campo cerrado treze (cc13) e floresta estacional semidecídua dois (mata2) as mais distintas, com valor de similaridade igual a 0,021.

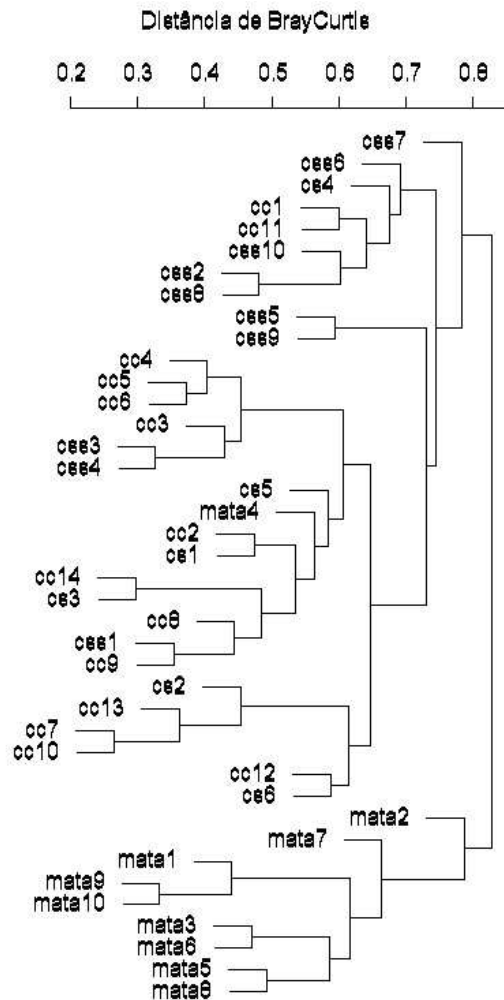


Figura 1. Classificação das 40 parcelas amostradas no Parque Nacional das Emas (GO), utilizando o índice de Bray Curtis como medida de distância. cs indica parcelas de campo sujo, css de cerrado *sensu stricto*, cc de campo cerrado e mata de floresta estacional semidecídua.

Para o conjunto total de mariposas, a composição de espécies está mais relacionada com diferenças ambientais do que com a distância espacial. A análise de CCAp mostrou que cerca de 19% da variância da matriz faunística foi explicada pela matriz ambiental (composta de cinco variáveis: tipo de fitofisionomia e altitude da parcela, riqueza, densidade e coeficiente de variação do perímetro do componente arbóreo-arbustivo) e apenas cerca de 4% foi explicada pela matriz espacial. Aproximadamente 3% da variância foi compartilhada entre as duas matrizes (Figura 2). Desse modo, 25,9% da variância total da matriz faunística foi explicada pelas variáveis investigadas nesse estudo.

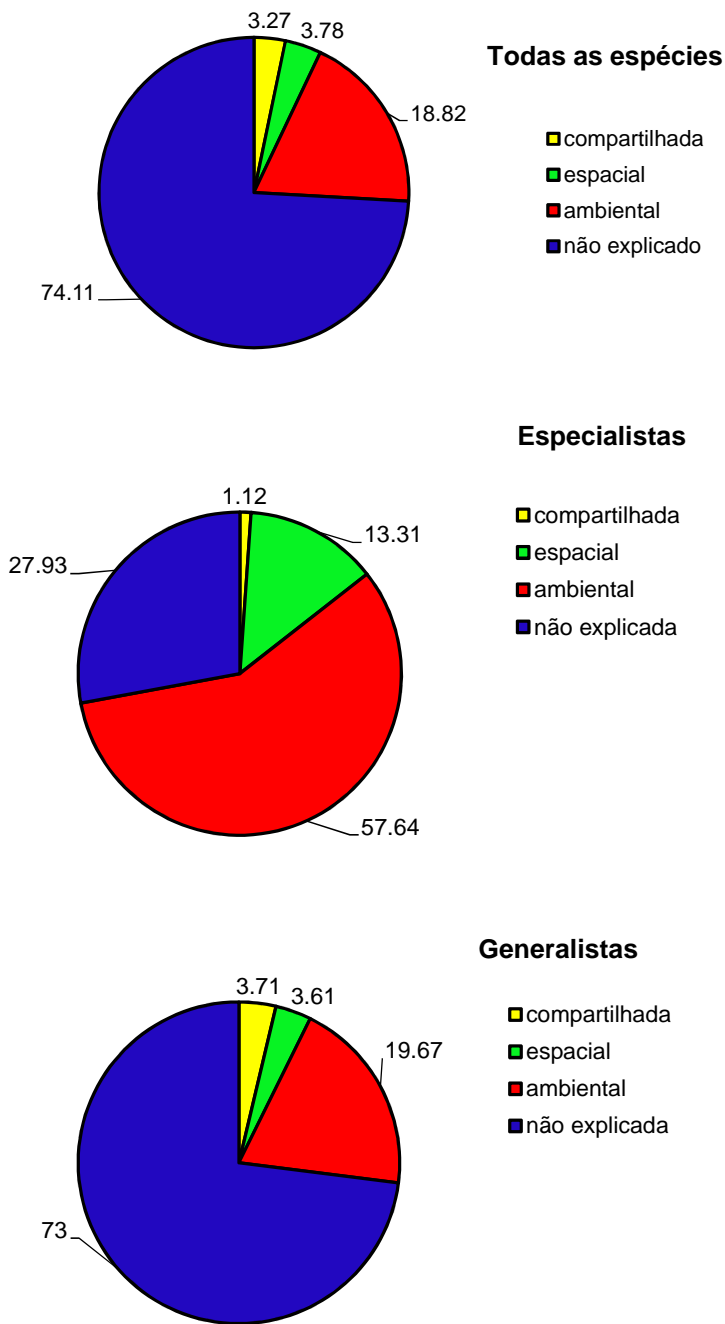


Figura 2. Porcentagens de variabilidade não explicada, explicada apenas pela matriz espacial, explicada apenas pela matriz ambiental e compartilhada entre as matrizes espacial e ambiental, obtidas através da análise de correspondência canônica parcial. São apresentados os resultados das análises do conjunto total de espécies, do conjunto das espécies especialistas de habitat e das generalistas de habitat. Os singletons foram excluídos das três análises.

Para os conjuntos de mariposas especialistas e generalistas de habitat, foi observado o mesmo padrão: a composição de espécies está mais relacionada com diferenças ambientais do que com a distância espacial. Na análise com as espécies especialistas, a matriz ambiental explicou 57,64% da variância, a matriz espacial explicou 13,3% e cerca de 1% da variância foi compartilhada entre as duas matrizes (Figura 2). A porcentagem de variância explicada pelas variáveis ambientais e espaciais foi alta (72%). Na análise com as espécies generalistas, as variáveis ambientais explicaram cerca de 20% da variância total, as variáveis espaciais 3,6% e ambos os tipos de variáveis 3,7% (Figura 2). A porcentagem de variância explicada foi de apenas 27%.

Quando consideramos apenas a variância explicada, verificamos que a porcentagem de variância explicada apenas pela matriz ambiental e apenas pela matriz espacial são semelhantes nos conjuntos de espécies especialistas (80 e 18,5%, respectivamente) e generalistas (72,8 e 13,3, respectivamente), sendo as porcentagens pouco superiores nas espécies especialistas de habitat.

Discussão

As parcelas de floresta estacional semidecídua apresentaram uma fauna distinta das demais fitofisionomias avaliadas. Esse padrão já era esperado, pois as áreas de mata apresentam espécies de plantas diferentes, com menor cobertura de espécies herbáceas e um microclima distinto (menor temperatura, maior umidade, menos vento) das fitofisionomias não florestais. Ferro & Diniz (2007) e Hilt & Fiedler (2005) também verificaram que os Arctiidae de ambientes florestais eram bastante dissimilares de outras formações vegetais no Cerrado e no Equador, respectivamente.

Tanto as variáveis ambientais quanto as distâncias entre as parcelas influenciaram a composição das mariposas Arctiidae, mas as cinco variáveis ambientais foram mais importantes. Esse padrão ocorreu para o total de espécies, para as especialistas e para as generalistas de habitat. A literatura apresenta vários estudos que demonstram que as características ambientais, principalmente relacionadas com a vegetação, influenciam a composição dos Lepidoptera (Brown Jr & Gifford 2002; Erhardt 1985). Como os Arctiidae são herbívoros, a distribuição, quantidade e qualidade dos recursos alimentares de adultos (néctar) e larvas (folhas) podem influenciar a distribuição dessas mariposas, causando diferenças entre a composição das faunas. Outros fatores que podem influenciar a composição

de espécies de Lepidoptera incluem a heterogeneidade espacial, riqueza vegetal, altitude, clima e pressão de inimigos naturais.

De uma maneira geral, os Arctiidae possuem boa capacidade de dispersão (Hilt 2005). Logo, a escala espacial deste trabalho pode não ter sido suficiente grande para ser observada a existência de restrição significativa ao movimento das espécies entre as parcelas. Isso poderia ter influenciado na menor porcentagem de variância explicada pela matriz espacial.

A porcentagem de variância explicada foi muito maior no conjunto de espécies especialistas de habitat (72%) do que no conjunto de espécies generalistas de habitat (27%). Isso indica que, para as espécies generalistas de habitat, outras variáveis não testadas nesse trabalho contribuem para as diferenças na composição de espécies das 40 parcelas amostradas. Já para as espécies especialistas de habitat as poucas variáveis testadas explicaram grande parte da variância. Assim como verificado por Pandit *et al.* (2009) as espécies generalistas podem estar sendo mais influenciadas por processos em escala regional do que local. A influência de variáveis em escala regional será investigada em futuros estudos.

Espécies especialistas quanto ao hábitat possuem uma relação mais estreita com as condições ambientais de seu hábitat (isto é, apenas alguns habitats com características ambientais específicas permitem que essas espécies sobrevivam). Logo, esperava-se que as variáveis ambientais influenciassem de maneira mais significativa a composição do conjunto de espécies especialistas quanto ao habitat do que as restrições espaciais. Já as espécies generalistas quanto ao hábitat possuem uma maior amplitude de condições ambientais toleráveis para sua sobrevivência, ocorrendo em habitats com diferentes características ambientais. Esperava-se, portanto, que as variáveis ambientais influenciassem de maneira menos significativa a composição do conjunto de espécies generalistas quanto ao habitat do que as restrições espaciais. Em nossa análise, quando consideramos apenas a variância explicada, a porcentagem de variância explicada apenas pela matriz ambiental foi levemente maior no conjunto de espécies especialistas (80) do que no de generalistas de habitat (72,8) corroborando nossa expectativa inicial. Futuramente, adicionaremos indivíduos/espécies de novas amostragens e usaremos de técnicas de aleatorização para igualar o esforço amostral entre os dois conjuntos de espécies para confirmar esse resultado.

Conclusões

A composição de espécies de mata foi diferente da fauna das demais fitofisionomias. A composição de espécies está mais relacionada com diferenças ambientais do que com a distância espacial. A porcentagem de variância explicada foi muito maior no conjunto de espécies especialistas de habitat do que no conjunto de espécies generalistas de habitat. As variáveis ambientais influenciaram de maneira mais significativa a composição de espécies especialistas do que as generalistas de habitat.

Agradecimentos

Primeiramente aos meus pais que me apoiam em meus estudos. À Dra. Viviane G. Ferro, minha orientadora, que teve muita paciência e disponibilidade em prol do meu conhecimento. Ao Dr. Marcus V. Cianciaruso e aos seus alunos pelo auxílio na identificação e medição do perímetro das plantas. Ao Igor Borges Siqueira pelo auxílio com as planilhas. À Carolina M. dos Santos, Luciano Sgarbi e Luiz Rezende, pela ajuda em campo e com as análises. Ao CNPq pela bolsa concedida. Esse projeto integra o projeto PELD (CNPq 558187/2009-9).

Referências

- Brown K.S. & Gifford D.R. (2002) Lepidoptera in the cerrado landscape and the conservation of vegetation, soil, and topographical mosaics. In: The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna (eds. P. S. Oliveira & R. J. Marquis) pp 201-222. Columbia University Press, New York.
- Erhardt A. (1985) Diurnal Lepidoptera: Sensitive indicators of cultivated and abandoned grassland. *Journal of Applied Ecology*, 22: 849-861.
- Ferro V.G. & Diniz I.R. (2007) Composição de espécies de Arctiidae (Insecta, Lepidoptera) em áreas de Cerrado. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24: 635-646.
- Hilt N. (2005) Diversity and species composition of two different moth families (Lepidoptera: Arctiidae vs. Geometridae) along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. Tese de doutorado. Universidade de Bayreuth. 251 p. Disponível na World Wide Web em: http://opus.ub.uni-bayreuth.de/volltexte/2006/201/pdf/DISS_HILT.pdf

- Hilt N. & Fiedler K. (2005) Diversity and composition of Arctiidae moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. *Diversity and Distributions*, 11: 387-398.
- Legendre P. (1993) Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology*, 74: 1659-1673.
- Legendre P., Borcard D. & Peres-Neto P.R. (2005) Analysing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs*, 75: 435-450.
- McGeachie W.J. (1989) The effects of moonlight illuminance, temperature and wind speed on light-trap catches of moths. *Bulletin of Entomological Research*, 79: 185-192.
- Muirhead-Thompson R.C. (1991) *Trap responses of flying insects*. Academic Press, London.
- Nekola J.C. & White P.S. (1999) The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, 26: 867-878.
- Pandit N.S., Kolasa J. & Cottenie K. (2009) Contrasts between habitat generalists and specialists: an empirical extension to the basic metacommunity framework. *Ecology*, 90: 2253-2262.
- Piñas Rubio F.S.J., Raab-Green S., Onore G. & Manzano I. (2000) *Mariposas del Ecuador*. Volume 20. Family Arctiidae. Pontificia Universidade Católica Del Ecuador, Quito.
- Piñas Rubio F.S.J. & Manzano I. (2003) *Mariposas del Ecuador*. Volume 21b. Arctiidae, subfamilia Ctenuchinae. Compañía de Jesús, Quito.
- Watson A. & Goodger D.T. (1986) *Catalogue of the neotropical tiger-moths*. *Ocasional Papers on Systematic Entomology*. No 1.
- Whittaker R.H. (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Yela J.L. & Holyoak M. (1997) Effects of moonlight and meteorological factors on light bait trap catches of Noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*, 26: 1283-1290.