



VARIAÇÃO ALTITUDINAL EM PEQUENA ESCALA: ESTUDO PRELIMINAR COM ARANHAS DE SOLO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA

Gabriel Barros Gonçalves de Souza*;

Henrique Jesus de Souza; José Amorim; Juliana Costa Piovesan; Wellington Bittencourt

Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Rua Barão de Geremoabo, s/n, Campus de Ondina, Salvador, Bahia, 40170 - 290, Brasil *Autor correspondente: *gabriel_barraum@yahoo.com.br*

INTRODUÇÃO

Ambientes montanhosos são caracterizados por fortes gradientes altitudinais, os quais restringem a distribuição espaço-temporal de uma série de organismos (Fleishman *et al.*, 1998). Estudos sobre o efeito da altitude na riqueza e composição de comunidades ecológicas tem sido um tópico de interesse para muitos pesquisadores antigos e contemporâneos, remontando às origens da biogeografia (Lomolino, 2001; Chatzaki *et al.*, 005). Lomolino (2001) defende ainda que pesquisas com esse caráter podem contribuir para o desenvolvimento de uma teoria mais geral sobre a diversidade de espécies.

Uma das regras ecológicas mais utilizadas na literatura para explicar padrões verificados em gradientes altitudinais é a regra Rapoport de elevação altitudinal (Stevens, 1992), a qual compreende uma extensão da regra de Rapoport latitudinal, afirmando uma diminuição no número de espécies com o aumento da altitude (Stevens, 1989). Um declínio na riqueza das espécies com a elevação altitudinal tem sido documentado nas regiões temperadas e tropicais para plantas (Stevens, 1992), vertebrados (Stevens, 1992), e insetos (McCoy, 1990; Kearns, 1992). Diversos autores atribuem o efeito negativo da elevação na riqueza de espécies a fatores como redução da produtividade, da área total e da diversidade dos recursos, além da adversidade das condições ambientais prevalentes em altas altitudes (Lawton *et al.*, 1987; Lomolino, 2001; Chatzaki *et al.*, 005).

Embora o efeito negativo da altitude sobre a diversidade seja amplamente documentado (Lawton, *et al.*, 1987; McCoy, 1990; Stevens, 1992; Brown *et al.*, 1996; Lomolino, 2001; Sanders, 2002), ainda há controvérsias. Há duas linhas de pensamento: (i) um grupo que defende uma relação linear na diminuição da riqueza das espécies com a elevação altitudinal (Lawton *et al.*, 1987; Wolda, 1987; Stevens, 1992) e; (ii) outro que defende um padrão em forma de domo, onde o pico da riqueza de espécies ocorre em uma elevação intermediária (McCoy, 1990; Fleishman *et al.*, 1998; Lomolino, 2001; Sanders, 2002). Além disso, a maior parte dos tra-

balhos mencionados foi realizada em amplitudes superiores a 1.000 metros de variação altitudinal, o que nos permite questionar se há influência da altitude sobre os organismos em um intervalo menor de variação altimétrica.

As aranhas (Arachnida) compreendem um grupo megadiverso que desempenha papéis funcionais em diferentes níveis tróficos nos ecossistemas, atuando, por exemplo, como predadores da microfauna de solo (e.g. Wise & Chen, 1999). Além disso, são suscetíveis às alterações na estrutura dos habitats (e.g. Pinto - Leite *et al.*, 008) e por essa razão têm sido utilizadas como bioindicadores no monitoramento de ambientes terrestres (Höfer & Brescovit, 2001). No entanto, poucos estudos avaliaram os efeitos da variação altitudinal nas aranhas de solo, sendo que estes têm verificado um declínio gradual na riqueza com o aumento da altitude (Chatzaki *et al.*, 005; Otto & Svensson, 1982; McCoy, 1990).

OBJETIVOS

A fim de obter uma compreensão mais abrangente a respeito dos padrões de distribuição das espécies em gradientes altitudinais, o presente trabalho objetivou testar a seguinte hipótese: há influência da altitude na composição e riqueza de aranhas forrageadoras de solo, em um intervalo de variação altimétrica de 500 m.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na RPPN Serra Bonita, localizada no município de Camacan (BA), durante o período de 14 a 17 de abril de 2009. A área contém um dos últimos fragmentos remanescentes de Mata Atlântica de Altitude do Corredor Central da Mata Atlântica, também conhecida como "Mata de Neblina" ou "Floresta Submontana Úmida" (Instituto Uiraçu, 2009), abrangendo uma área de 7.500 hectares.

A RPPN Serra Bonita é privilegiada por um habitat único, com gradientes altitudinais entre 200 e 950 metros acima do nível do mar. A grande variação de umidade e temperatura da região expressa - se em sua vegetação, que compreende desde Florestas Ombrófilas Densas com elementos de Florestas Estacionais Semidecíduais, nas partes mais baixas, até Florestas Úmidas Submontanas no alto da serra. Matas primárias cobrem cerca de 50% da área, sendo que o restante é formado por um mosaico de vegetação em diversos estágios de sucessão, incluindo matas secundárias, cabruças e alguns fragmentos de pastos. Além de sua importância na manutenção da biodiversidade, as florestas da serra também protegem inúmeras nascentes que abastecem de água limpa as populações dos municípios de Camacan e Pau Brasil (Instituto Uiraçu, 2009).

Amostragem

Neste trabalho foram utilizadas duas técnicas de coleta de forma complementar: coleta manual de serrapilheira e armadilhas de queda (*pitfall traps*). Foram sorteados 10 pontos de amostragem ao longo de um gradiente de altitude entre 400 e 900 metros, sendo estes: A=490, B=550, C=560, D=630, E=660, F=750, G=790, H=800, I=850 e J=900 metros. Para cada ponto foram estipuladas duas parcelas de 10x10 metros (distantes 10 metros uma da outra), onde foram randomizados cinco pontos e instaladas armadilhas de queda. As armadilhas foram construídas com copos de plástico (10 cm de diâmetro e capacidade de 500 ml), enterradas ao nível do solo e cobertas com pratos plásticos sustentados por hastes de madeira para evitar inundação pela chuva. Em cada *pitfall* foram colocados 200 ml de álcool 70% e 20 ml de detergente para quebrar a tensão superficial da água, os quais permaneceram armados por 48 horas e após este período os espécimes capturados foram retirados e fixados em álcool 70%. Foram retiradas quatro amostras de serrapilheira em cada ponto, sendo duas amostras por parcela. Para isto, utilizou - se *quadrats* de 50x50 cm (área 0,5 m²) e todo o material foi retirado manualmente e acondicionado em sacolas plásticas devidamente etiquetadas. As amostras de serrapilheira foram triadas manualmente no dia posterior à coleta no Centro de Pesquisa do Instituto Uiraçu. Posteriormente todo o material coletado foi conduzido ao Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia (MZUFBA) para triagem e identificação de famílias e morfoespécies, sendo que todo o material foi incorporado à coleção do museu.

Análise dos Dados

A relação entre a variação altitudinal e a composição das assembleias de aranhas de solo foi avaliada através do teste de Regressão Simples. Para isto foi extraído um eixo multivariado com dados sobre a composição (presença e ausência) das assembleias de aranhas utilizando a técnica de ordenação Escalonamento Multidimensional Não - Métrico (nMDS). Porém, não houve normalidade nem homocedasticidade dos dados (mesmo após transformação), as quais são premissas básicas do teste de regressão, não permitindo a realização do mesmo. Provavelmente, o grande número de espécies raras contribuiu para isto.

Assim, apenas foi testada a relação entre número de espécies (riqueza) e a variação altitudinal, mediante Regressão Simples ($\alpha=0,05$), utilizando o programa INSTAT. Adicional-

mente, foi realizada a técnica nMDS para visualizar graficamente os pontos de amostragem através de matrizes de similaridade (índice de Bray - Curtis) da composição e estrutura das assembleias de organismos. Com o objetivo de visualizar a variação das espécies ao longo do gradiente foram plotados gráficos de frequência dos morfotipos mais abundantes, contabilizando 70% do número total de indivíduos, de forma a excluir as espécies raras.

RESULTADOS

Foi registrado um total de 164 espécimes, compondo 55 morfotipos, os quais corresponderam a 18 famílias. O morfotipo *Nesticidade* sp. 1 foi o mais abundante (14,6%), seguido de *Salticidae* sp. 1 (7,9%) e *Pholcidae* sp.2 (6,1%). Não foi encontrada influência significativa ($p= 0,5176$) da altitude sobre a riqueza de aranhas forrageadoras de solo. Embora não tenha sido possível realizar um teste de hipótese envolvendo dados de composição, a partir dos gráficos de frequência das 19 morfoespécies mais abundantes (71,3% da abundância total) pode - se perceber que há de fato discreta substituição de espécies ao longo do gradiente, a qual deve ser mais evidente em escalas maiores. Assim, reforça - se mais ainda a importância de se avaliar tal característica em gradientes altitudinais.

O nMDS para matrizes de composição e estrutura das assembleias de aranhas de solo mostrou que os pontos D e I (630 e 850 m, respectivamente) foram dissimilares em relação às outras estações, possivelmente devido à baixa ocorrência de organismos nestes locais. Não foi observada uma clara separação entre pontos de menor e maior altitude para os dados de composição, porém para dados de estrutura percebe - se uma maior aproximação entre os pontos de altitudes semelhantes, mais altos e mais baixos.

Tais resultados alcançados podem ser atribuídos à amplitude de variação altimétrica avaliada, mostrando que talvez não seja possível detectar o efeito da altitude na riqueza de espécies de aranhas em uma pequena escala. Wolda (1987), Fleishman *et al.*, (1998) e Chatzaki *et al.*, (2005) por sua vez trabalharam em amplitudes de variação superiores a 1.500m e encontraram uma relação significativa entre a riqueza de espécies e a altitude. Tal ambiguidade entre nossos resultados e os padrões documentados na literatura sugere que a regra Rapoport pode ser dependente da escala de variação altimétrica.

Outro aspecto que merece atenção em estudos sobre padrões na diversidade de espécies diz respeito ao uso dos índices ecológicos utilizados nas análises. Apesar do índice de riqueza ser utilizado com mais frequência em estudos dessa natureza, entendemos que ao longo de um gradiente ambiental ocorra uma substituição de espécies, tornando relevante o conhecimento da identidade das mesmas. Para uma compreensão mais completa a respeito dos padrões de diversidade e distribuição das espécies, sugerimos que sejam incorporados aos estudos análises de composição e abundância das comunidades biológicas.

Além disso, grupos megadiversos, como é o caso das aranhas e outros artrópodos de áreas tropicais, exigem um maior esforço amostral para que se possa capturar informações precisas sobre a estrutura da comunidade (Law-

ton *et al.*, 1998), possibilitando uma melhor determinação da frequência de ocorrência de espécies comuns, raras e transitórias, as quais, quando ignoradas, podem produzir ruídos nas análises (Quinn & Keough, 2002). Grande parte dos trabalhos que avaliaram efeitos altitudinais em invertebrados foi realizada em áreas temperadas, o que nos permite ainda sugerir maiores estudos em áreas tropicais, as quais apresentam maior diversidade e possivelmente distinções dos padrões até então observados.

CONCLUSÃO

Não houve influência significativa da altitude sobre a riqueza de espécies de aranhas forrageadoras de solo no intervalo de variação altimétrica avaliado, o que nos leva a questionar sobre a escala sobre a qual a regra do Rapoport altitudinal pode ser aplicada. Assim, sugerimos que novos esforços de pesquisa sejam despendidos a fim de ampliar a compreensão sobre o efeito da escala na regra Rapoport altitudinal, avaliando - se principalmente a substituição de espécies ao longo destes gradientes e não somente o número de espécies (riqueza). Explicitamos também a importância da realização de mais estudos em áreas tropicais, já que a maior parte da literatura se refere a locais temperados. Agradecemos ao Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Biomonitoramento (PPGECOBIO) pela oportunidade de realizar este trabalho e aos professores Francisco Barros, Marcelo Napoli e Pedro Rocha pelo apoio e acompanhamento. Agradecemos também a Silvanir Pereira Souza e Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho pela morfotipagem das aranhas, ao Museu de Zoologia da UFBA (MZUFBA) pela disponibilização do laboratório, aos nossos colegas do mestrado ECOBIO 2009.1 pelo companheirismo, a Clarissa Machado Pinto Leite pelas sugestões para aprimoramento do trabalho e, por fim, a Vítor Becker e Clemira Becker pela hospitalidade e simpatia.

REFERÊNCIAS

Brown, J. H.; Stevens, G. C.; Kaufman, D. M. 1996. The geographical range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **27**: 597 - 623.

Chatzaki, M.; Lymberakis, P.; Markakis, G.; Mylonas, M. 2005. The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography*, **32**: 813 - 831.

Fleishman, E.; Austin, G. T.; Weiss, A. D. 1998. An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients

in montane butterfly communities. *Ecology*, **79** (7): 2482 - 2493.

Höfer, H.; Brescovit, A. D. 2001. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. *Andrias*, **15**: 99 - 119.

Instituto Uiraçu. 2009. Disponível em: <<http://www.serrabonita.org.br/>>. Acesso em: 10 de maio de 2009.

Kearns, C. A. 1992. Anthophilous fly distribution across an elevation gradient. *American Midland Naturalist*, **127**: 172 - 182.

Lawton, J. H.; Macgarvin, M.; Heads, P. A. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology*, **56**: 147 - 160.

Lawton, J. H.; Bignell, D. E.; Bolton, B.; Bloemers, G. F.; Eggleton, P.; Hammond, P. M.; Hodda, M.; Holt, R. D.; Larsen, T. B.; Mawdsley, N. A.; Stork, N. E.; Srivastava, D. S.; Watt, A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, **391**: 71 - 76.

Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species - density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, **10**: 3 - 13.

Mccooy, E. D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos*, **58**: 313 - 322.

Otto, C.; Svensson, B. S. 1982. Structure of communities of ground - living spiders along altitudinal gradients. *Holarctic Ecology*, **5**: 35 - 47.

Pinto - Leite, C. M.; Guerrero, A. C.; Brazil, T. K. 2008. Non - random patterns of spider species composition in an Atlantic rainforest. *Journal of Arachnology*, **36**: 448 - 452.

Quinn, G. P.; Keough, M. J. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. United Kingdom: Cambridge University Press, 537 p.

Sanders, N. J. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography*, **25**: 25 - 32.

Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *American Naturalist*, **133**: 240 - 256.

Stevens, G. C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *American Naturalist*, **140**: 893 - 911.

Wise, D. H.; Chen, B. 1999. Impact of intraguild predators on survival of a forest - floor wolf spider. *Oecologia*, **121**: 129 - 137.

Wolda, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society*, **30**: 313 - 323.