
Em Destaque:

O arco do pleistoceno e suas implicações evolutivas para a biodiversidade associada aos dosséis florestais

Os fragmentos de Matas Secas ocorrem naturalmente em manchas disjuntas em toda a região Neotropical, desde o México e Caribe até o Sudeste do Brasil e os Chacos na Argentina (PENNINGTON *et al.*, 2000, 2009; WERNECK *et al.*, 2010). Normalmente, formações vegetacionais naturalmente disjuntas tendem a acumular espécies endêmicas e possuir elevada diversidade, fruto da evolução continuada às particularidades de cada evento de fragmento natural. Este é um processo que segue princípios de evolução insular (GIVNISH, 1998). Assim, se por um lado espera-se um ajuste fino às condições naturalmente fragmentadas, por outro, qualquer grau de degradação ambiental ou diminuição da área natural terá consequências em direção ao aumento do risco de extinções (RIBEIRO & BORGES, 2010; TRIANTIS *et al.*, 2010). Desta forma, ambientes de afloramentos rochosos em campos rupestres, por exemplo, são altamente biodiversos e ao mesmo tempo altamente vulneráveis. No caso das Matas Secas, existe um aspecto histórico-evolutivo que as torna menos biodiversas, porém, mais vulneráveis.

Para que a fauna e flora de formações “insulares” diversifiquem é preciso período



Foto: Frederico Siqueira Neves

FIGURA 1 – Uma espécie de Chrysomelidae, grupo de herbívoro de grande importância nos dosséis da região Neotropical, sobre folha de *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae).

evolutivo relativamente longo. No caso de formações que separaram recentemente, é possível ainda se observar os efeitos da retração desta formação. Portanto, em ambientes que se retraíram em tempos modernos, por razões naturais, geológicas, ou por força das ações humanas, atuais ou pré-históricas, é mais provável encontrar baixa e não alta diversidade biológica. Registros fósseis do Terciário Quaternário indicam que as Matas Secas Neotropicais já tiveram uma distribuição mais contínua no passado geológico recente, principalmente no final do Pleistoceno, mais

precisamente no final do último período glacial, entre 18.000 e 8.000 anos atrás (PENNINGTON *et al.*, 2000; MAYLE, 2006; WERNECK *et al.*, 2010). Esta distribuição original formava o chamado “Arco Pleistocênico” (PRADO & GIBBS, 1993; PRADO, 2000). Com o aumento da temperatura e umidade, a partir do final do último período glacial, estas florestas podem ter retraído e atingido a distribuição disjunta atual (WERNECK *et al.*, 2010).

O fato de ter sofrido uma retração recente impede que processos de especiação, que são necessários para a acumulação de endemismos, tenham acontecido nestas formações florestais, como de fato não são observados. Entretanto, se por um lado este baixo endemismo implica em uma menor valoração ecológica, relacionada à falta de ocorrência de espécies de distribuição restrita, existem consequências funcionais. A teoria ecológica já descreve com devida clareza que a elevada biodiversidade de um dado ecossistema tem um papel importante para sua funcionalidade. Basicamente, a redundância de espécies que exercem um mesmo papel em processos fundamentais para a manutenção da biodiversidade como a decomposição, herbivoria, fotossíntese, retenção de solo, garante que se uma delas extinga ou entre em colapso populacional, outras a substituirão, dando continuidade à função ecológica de toda a comunidade ecológica.

Assim, quando ambientes vulneráveis são estressados e perdem espécies, tendem a entrar mais rápido em risco de colapso

ecológico. Ambientes vulneráveis com baixa diversidade biológica têm este risco em muito aumentado, já que qualquer perda implicará no risco da não substituição adequada de sua funcionalidade (TRIANSTIS *et al.*, 2010). Se não funciona como antes, começa-se um processo de desagregação em cadeia. Para piorar este cenário de vulnerabilidade, soma-se à fragmentação pós-pleistoceno a devastação contemporânea, causada pela colonização europeia. Hoje, vários remanescentes desapareceram, embora a maior parte dos remanescentes de Mata Seca permaneceram na América do Sul (PENNINGTON *et al.*, 2006, 2009).

Dessa forma, conhecer a estrutura de comunidades presentes em áreas de florestas úmidas que se expandiram recentemente e, contrapondo aos padrões presentes nos habitats mais antigos, é de fundamental importância para se compreender como ocorre o processo evolutivo de comunidades e interações nesses habitats.

Em Minas Gerais encontramos florestas que apresentam histórias evolutivas distintas, áreas antigas de refúgio de Mata Seca, áreas de expansão de florestas úmidas e áreas de grotões de matas úmidas bem antigas. Assim tanto habitats com distribuição disjunta bem como habitats evolutivamente mais recentes formam um modelo em mosaico paisagístico interessante para se testar hipóteses biogeográficas. Dentre estas, o efeito de processos de vicariância em parâmetros ecológicos e genéticos. Assim, o entendimento destes ecossistemas auxiliará o desenvolvimento de previsões do efeito

das mudanças climáticas atuais na persistência de seus remanescentes.

Trabalhos recentes com insetos herbívoros associados ao dossel de distintos ecossistemas no estado de Minas Gerais evidenciaram um padrão similar de baixa diversidade de insetos herbívoros associados ao dossel. Esse padrão foi verificado em uma floresta úmida na região de expansão após o Arco do Pleistoceno, localizada no Parque Estadual do Rio Doce (NEVES, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2008). O mesmo padrão de baixa diversidade foi verificado em refúgios de Mata Seca no norte de Minas Gerais (NEVES, 2009; NEVES *et al.*, 2010) e nas Florestas Montanas do Parque Estadual do Itacolomí (ESPÍRITO SANTO, 2008).

Mecanismos distintos de pressão abiótica e evolutiva podem estar determinando esta baixa diversidade de insetos herbívoros associados ao dossel. Ou seja, em florestas tropicais recentes ou em florestas tropicais que sofrem uma forte pressão abiótica sazonal, a qual ocorre uma variação brusca da disponibilidade e qualidade de recursos, encontraremos uma baixa diversidade de insetos herbívoros associados ao dossel. O enfoque desta questão no dossel passa pelo fato de que este é o habitat florestal mais exposto às variações climáticas e sazonais, bem como vulnerável à fragmentação. Enquanto o subbosque e a serapilheira continuam em ambientes fragmentados, o dossel desaparece.

De qualquer forma, dentro da área de influência do Arco do Pleistoceno haveriam biomas novos em expansão, e antigos em

retração. Ambas as situações podem determinar uma certa fragilidade na funcionalidade ecológica destes ecossistemas, com oportunidades para entrada de espécies invasoras (ecossistemas novos e mal estruturados), ou extinções locais (ecossistemas em retração com espécies pouco ajustadas à diminuição de área). Estas situações hipotéticas são preocupantes devido, em especial, à recente intervenção humana. Os processos naturais de contração e expansão de ecossistemas levam um tempo geológico que permitiria o devido ajuste das populações e espécies a estas mudanças. O temor é que a baixa diversidade hoje observada nos dosséis florestais do sudeste já reflita o efeito da exacerbada contração artificial e extremamente acelerada de todas as florestas. Teremos chegado tarde demais? Esperamos que não, e que o fato urgente seja a necessidade de aprofundamento das pesquisas nestas áreas, as quais são todas estratégicas para a conservação e recuperação ambiental do domínio da Mata Atlântica.

Sérvio Pontes Ribeiro

Biólogo, Doutor em Ecologia. Laboratório de Ecologia Evolutiva de Insetos de Dossel e Sucessão Natural, Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente, Universidade Federal de Ouro Preto.

Frederico Siqueira Neves

Biólogo, Doutor em Ecologia. Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros-Minas Gerais, Brasil, Campus Darcy Ribeiro, 39401-089.

Referências bibliográficas

- ESPÍRITO SANTO, N. B. *Assembléia de formigas do Parque Estadual do Itacolomi (MG) e relações intra e interespecíficas entre espécies dominantes*. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- GIVNISH, T. J. Adaptive plant evolution on islands: classical patterns, molecular data, new insights. In: Grant, P. R. (Ed.) *Evolution on islands*. Oxford: Oxford University Press. 1998.
- MAYLE, F. E. The late quaternary biogeographical history of South American seasonally dry tropical forests; insights from paleo-ecological data. In: PENNINGTON, T. R., LEWIS, G. P., RATTER, J. A. (Eds.) *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*, London :Taylor & Francis,. 2006.
- NEVES, F. S. *Efeitos da estrutura do habitat sobre insetos herbívoros associados ao dossel*. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.
- NEVES, F. S. *Dinâmica espaço-temporal de guildas de insetos associados a Floresta Estacional Decidual*. 2009. 138 f. Tese (Doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.
- NEVES, F. S.; ARAÚJO, L. S.; FAGUNDES M.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FEERNADNES, G. W.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; QUESADA, M. Canopy herbivory and insect herbivore diversity in a dry forest-savanna transition in Brazil. *Biotropica* v. 42, p. 112 – 118.
- PENNINGTON, T. R., PRADO, D. E. & PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* v. 27, p. 261–273. 2000.
- PENNINGTON, T. R.; LEWIS, G. P. & RATTER, J. A. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. In: PENNINGTON, T. R., LEWIS, G. P., RATTER, J. A. (Eds). *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. London: Taylor & Francis, 2006.
- PENNINGTON, T. R.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic*. v. 40, p. 437-457. 2009.
- PRADO, D. E. & GIBBS, P. E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forest of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* v. 80, p. 902. 1993.
- PRADO, D. E. Seasonally dry forests of tropical south america: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* v. 57, p. 437–461. 2000.
- RIBEIRO, S. P. & BORGES, P. A. V. Canopy habitat area effect on the arthropod species densities in the Azores: pondering the contribution of tourist species and other life histories. In: SERRANO, A. R. M.; BORGES, P. A. V.; BOIEIRO M., OROMÍ P. (Eds.). *Terrestrial arthropods of macaronesia: biodiversity, ecology and evolution*. Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia. 2010. p. 81-106.
- RIBEIRO, S. P.; SOARES, J. P.; CAMPOS, R. I.; MARTINS, R. P. Insect herbivores species associated to pioneer tree species: contrasting within forest and ecotone canopy habitats. *Revista Brasileira de Zoociências*. v.10, p.141-152. 2008.
- TRIANSTIS, K. A et.al Extinction debt on oceanic islands. *Ecography*, v. 33: p. 285-294, 2010.
- WERNECK, F. P.; COSTA, G. C.; COLLI, G. R.; PRADO, D. E. & SITES, J. W. Revisiting the historical distribution of seasonally dry tropical forests: New insights based on palaeo distribution modelling and palynological evidence. *Global Ecology and Biogeography*, (online) DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00596.x). Acesso em 6 de outubro de 2010.