

# **CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS PODEM PREDIZER O TAMANHO DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁRVORES DO CERRADO?**

Lara Gomes CÔRTEZ; Paulo DE MARCO; Marcus Vinicius CIANCIARUSO

Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução, Laboratório de Ecologia Teórica e Síntese, Universidade Federal de Goiás, laragcgyn@gmail.com

modelagem de distribuição de espécies; estratégias ecológicas

## **INTRODUÇÃO**

Extinções são raramente randômicas e compreender as características que tornam algumas espécies mais vulneráveis traz subsídios para ações de conservação pró-ativas (McKinney 1997). Uma das características que determina a raridade de uma espécie e que aumenta o seu risco de extinção é ter uma pequena área de distribuição geográfica (Gaston 1994; Schwartz *et al.* 2006). Considerando a Teoria de Nicho Ecológico (Hutchinson 1957), sendo o nicho de uma espécie determinado pelo conjunto de condições ambientais e recursos necessários para que ela possa sobreviver e se reproduzir, espera-se que espécies de distribuição restrita tenham um nicho ecológico restrito e são comumente conhecidas como especialistas (Brown 1995). Adicionalmente, os mesmos atributos que podem permitir que uma espécie tenha uma ampla distribuição podem ser válidos para que ela tenha uma maior abundância e vice-versa (Brown 1995). A abundância é o reflexo das interações das características intrínsecas dos indivíduos com o ambiente abiótico e biótico local que determinam a sobrevivência e a reprodução dos mesmos (McKinney 1997).

No entanto, há diferentes estratégias ecológicas para a aquisição dos mesmos recursos pelas plantas, gerando variações entre as espécies (Westoby *et al.* 2002) e, conseqüentemente, distintas funções ecossistêmicas. Portanto, se características funcionais que permitem uma maior capacidade de dispersão, estabelecimento e persistência das árvores do Cerrado localmente também estiverem associadas a um maior tamanho da distribuição geográfica das mesmas, é possível prever que a perda das espécies de menor tamanho de distribuição também significaria a perda de funções específicas.

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou testar as seguintes hipóteses: com relação à dispersão (i) sementes pequenas estão associadas com grande produção de sementes, que por si só aumentam as chances de dispersão e colonização (Weiher *et al.* 1999) e, portanto, espécies com sementes pequenas

possuem maior tamanho de distribuição; com relação ao estabelecimento (ii) espécies com sementes pesadas possuem reservas disponíveis para enfrentar várias intempéries (Leishman et al 2000) e, portanto, possuem maior tamanho de distribuição; com relação à persistência (iii) espécies com maior densidade ( $\text{g/cm}^3$ ), por ser uma variável substituta à longevidade (Weiher et al 1999), possuem maior tamanho de distribuição; (iv) plantas com folhas menores utilizam a água de maneira mais eficiente em ecossistemas abertos, com maior incidência de luz solar (Parkhurst & Loucks 1972), e, portanto, quanto menor o comprimento da folha, maior o tamanho da distribuição; (v) plantas mais altas têm uma maior resistência a distúrbios (Westoby 1998) e, assim, maior tamanho de distribuição.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **1) Banco de dados**

#### *Seleção de espécies, características funcionais e registros de ocorrência*

Foram selecionadas espécies de interesse econômico para utilização como carvão, lenha ou madeira, ainda que local e que possuíam ocorrência confirmada para o Cerrado (Sano et al 2008). Dentre estas espécies, apenas as que possuíam hábito predominante como "árvore" foram selecionadas.

De acordo com as hipóteses listadas, compilou-se valores de comprimento da semente (cm), massa da semente (g), densidade da madeira ( $\text{g/cm}^3$ ), comprimento da folha (cm), altura máxima da planta (m). Quando mais de uma referência trazia um valor distinto para uma determinada característica foi utilizada a média destes valores.

Após selecionadas as espécies, foi feito um banco de dados de registros de ocorrência a partir de informações de bases de dados online ([www.splink.cria.org.br](http://www.splink.cria.org.br); [www.florescer.unb.br](http://www.florescer.unb.br)). Utilizou-se ainda um banco de dados de registros georreferenciados de 329 artigos de trabalhos com plantas em fitofisionomias típicas de Cerrado e um trabalho com registros de ocorrência de espécies para 106 localidades florestais na América do Sul (Oliveira-Filho & Ratter 1994). Todas as espécies utilizadas possuíam ao menos dez registros únicos na resolução utilizada.

### **2) Modelagem de distribuição de espécies**

Foi utilizado o programa Maxent (Phillips *et al.* 2006) para estimar o tamanho da distribuição da espécies estudadas. O Maxent encontra a probabilidade de distribuição com máxima entropia, a qual é próxima da distribuição uniforme, mas que é restringida pelas informações das variáveis ambientais disponíveis (Phillips *et*

al. 2006). Os parâmetros utilizados foram os padronizados pelo programa, apenas selecionando também a opção "random seeds" e alterando o número máximo de iterações para 1000. O limiar utilizado foi o LPT (Pearson *et al.* 2007). Os modelos foram avaliados através do AUC e somente os modelos com AUC superior a 0.7 foram utilizados.

Utilizou-se 19 variáveis de precipitação e temperatura e duas de relevo para se fazer uma Análise de Componentes Principais (PCA). Foram utilizados nas modelagens os oito primeiros eixos, os quais explicaram mais de 97% da variação dos dados e, individualmente, todos com porcentagem de explicação maior que 1%. Adicionalmente, como foram utilizados registros georreferenciados para o município a resolução do pixel das variáveis utilizadas no modelo foi de 10 min ou aproximadamente 18km.

### **3) Análises estatísticas**

Como as características funcionais utilizadas são contínuas, foi feita uma regressão simples de cada uma (variável preditora) contra o tamanho da distribuição modelada. A existência de padrão filogenético, que poderia afetar a independência das unidades amostrais, foi avaliada através de uma análise de regressão por autovetores filogenéticos (PVR). A filogenia utilizada tinha apenas resolução até o nível de família (Davies *et al.* 2004), com a classificação das espécies dentro de cada família atualizada (The APG, 2009).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conseguiu-se reunir um banco de registros de ocorrência e características funcionais de 409 espécies de árvores do Cerrado, representando cerca de 27% das árvores deste bioma (Sano *et al.* 2008). Obteve-se informações de comprimento da semente para 45% das espécies estudadas; de massa da semente para 92%; de densidade da madeira para 73%; de tamanho da folha para 93%; de altura para 94%. De acordo com o PVR realizado não houve padrão filogenético no tamanho da distribuição potencial das espécies. Foi feita transformação logarítmica nas variáveis preditoras, exceto para a densidade da madeira. As regressões das características funcionais com o tamanho da distribuição não foram significativas (Comprimento da semente:  $r^2=0.003$ ,  $p= 0.473$ ,  $n=183$ ; Massa da semente:  $r^2=0.005$ ,  $p= 0.177$ ,  $n=377$ ; Densidade:  $r^2=0.003$ ,  $p= 0.355$ ,  $n=297$ ; Altura:  $r^2=0.0001$ ,  $p= 0.855$ ,  $n=383$ ) ou apresentaram um  $r^2$  muito baixo (Comprimento da folha:  $r^2=0.011$ ,  $p= 0.040$ ,  $n=384$ ).

Desta forma, pode-se dizer que não há efeito das características funcionais selecionadas com o tamanho da distribuição potencial das espécies. Observou-se também que a variação nas características é bastante ampla (Média±SD; comp. da semente: 0.029±2.659; massa da semente: 0.936±2.930; comp. da folha: 34.470±47.670; densidade: 0.737±0.199; altura: 17.807±8.375). Isso pode representar a existência de uma grande diversidade de estratégias ecológicas, as quais, por sua vez, são selecionadas devido *tradeoffs* de colonização e competição (Chesson 2000).

No entanto, na escala em que a modelagem de distribuição potencial geralmente é feita, principalmente se for considerada a grande variação fisionômica do Cerrado (Batalha 2011), os *tradeoffs* aos quais as espécies estão submetidas podem variar espacialmente. Por exemplo, uma maior altura pode ser uma característica vantajosa para árvores que ocorrem em mata ciliar, pois possibilitaria o acesso prioritário à luz, conferindo uma vantagem competitiva. Porém, não se pode dizer o mesmo para árvores de Cerrado *stricto sensu*, pois investir em altura também tem um custo. Assim, a vantagem local de determinada característica pode se tornar dispersa em uma abordagem de maior escala.

Além disso, nesta escala de trabalho, o nicho modelado é Grinnelliano, uma vez que a distribuição potencial das espécies é determinada principalmente pelas condições ambientais (Soberón 2007). Entretanto, não há ainda características funcionais que indiquem claramente as preferências de temperatura das espécies (Westoby et al 2002), as quais poderiam mostrar mais facilmente uma relação com o tamanho da distribuição potencial das mesmas e auxiliar nas predições de funcionalidade dos ecossistemas frente às mudanças climáticas globais.

## **CONCLUSÕES**

Não foi encontrado efeito das características funcionais selecionadas sobre o tamanho da distribuição potencial das espécies de árvores estudadas. Isso pode garantir uma maior resistência funcional do Cerrado frente às mudanças climáticas globais, uma vez que espécies de menor distribuição não possuem características funcionais distintas. No entanto, deve-se considerar que o Cerrado é um mosaico de fitofisionomias, com espécies submetidas à diferentes pressões ecológicas e evolutivas. Neste contexto, ainda que as espécies tenham uma distribuição restrita no espaço ecológico, estariam dispersas no espaço geográfico na escala em que a modelagem foi feita. Isso sugere a realização de análises também por fitofisionomia

para que se possa controlar melhor o tamanho da distribuição das espécies estudadas. Essa heterogeneidade fisionômica do Cerrado também reforça a necessidade de se considerar a abundância das espécies em qualquer mensuração de alterações na diversidade funcional.

## Referências Bibliográficas

- Batalha, M.A. (2011) O cerrado não é um bioma. *Biota Neotrop.* **11**, 000-000. References
- Brown, J.H. (1995) Macroecology, p. -270. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Chesson, P. (2000) Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **31**, 343-366.
- Davies, T.J., Barraclough, T.J., Chase, M.W., Soltis, P.S., Soltis, D.E., & Savolainen, V. (2004). Darwin's abominable mystery: Insights from a supertree of the angiosperms. *PNAS* **101**, 1904-1909.
- Gaston, K.J. (1994) *Rarity*, 1 edn, p. -205. Chapman & Hall, London.
- Hutchinson, G.E. (1957) Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology* **22**, 415-427.
- Leishman, M.R., Wright, I.J., Moles, A.T., Westoby, M. (2000). The evolutionary ecology of seed size. In: Fenner, M. (ed.), *Seeds - the ecology of regeneration in plant communities.* CAB International 31-57.
- McKinney, M.L. (1997) Extinction vulnerability and selectivity: Combining Ecological and Paleontological Views. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **28**, 495-516.
- Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A. (1994) Database: woody flora of 106 forest areas of eastern tropical South America. *Occasional Monographs from the Royal Botanic Garden Edinburgh*
- Parkhurst, D.F., Loucks, O.L. Optimal Leaf size in relation to environment. *Journal of Ecology* **60**, 505-537.
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., & Peterson, A.T. (2007) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J. Biogeogr.* **34**, 102-117.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., & Schapire, R.E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* **190**, 231-259.
- Sano, S.M., Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (2008) *Cerrado Ecologia e Flora*, Volume 2, p.-1279. Embrapa, Brasília.
- Schwartz, M.W., Iverson, L.R., Prasad, A.M., Matthews, S.N., & O'Connor, R.J. (2006) Predicting extinctions as a result of climate change. *Ecology* **87**, 1611-1615.
- Soberón, J. (2007) Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecol Letters* **10**, 1115-1123.
- The angiosperm phylogeny group (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* **161**, 105-121.
- Weier, E., Van der Werf, A., Thompson, K., Roderick, M., Gamier, E., Eriksson, O. (1999) Challenging Theophrastus: A Common Core List of Plant Traits for Functional Ecology. *Journal of Vegetation Science* **10**, 609-620.
- Westoby, M. (1998) A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil* **199**, 213-227.
- Westoby, M., Falster, D.S., Moles, A.T., Vesk, P.A., Wright, I.J. (2002) Plant Ecological Strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **33**, 125-159.