



Variáveis ambientais na distribuição de duas espécies de aranhas do gênero *Acanthoscurria* (Araneae: Theraphosidae)

Felipe José de Souza Cunha, Profa. Dra. Vera Nisaka Solferini

Laboratório de Diversidade Genética (LDG) - Departamento de Genética, Evolução, Microbiologia e Imunologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

1. INTRODUÇÃO

A região neotropical se estende do sul do México até o norte da Argentina (Morrone, 2006). Nela são encontrados diversos biomas, incluindo florestas úmidas e regiões secas. Algumas regiões secas do Neotrópico se organizam na denominada Diagonal Seca, no Brasil ela é composta pela Caatinga e o Cerrado, que ocupam o Nordeste e a região central do país (Werneck, 2011).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, compreendendo 2 milhões de km² sendo menor, apenas, que a Amazônia. A topografia, a precipitação sazonal e o regime de fogo restringem a distribuição do Cerrado à região do planalto central brasileiro. Apesar de ter variação nas formações vegetais que o compõem, predominam as savanas (Oliveira & Marquis, 2002).

Com alto grau de endemismo, o Cerrado é considerado um *hotspot* de biodiversidade. No entanto, somente 2,85% de sua área corresponde a unidade de proteção integral (Myers *et al.* 2000; Ministério do Meio Ambiente).

As formações secas surgiram posteriormente as florestas úmidas (Morley, 2000) e as espécies que colonizaram esse novo habitat adaptaram-se às novas condições ambientais. Antonelli *et al.* (2018) mostram que muitas linhagens migraram da Floresta Amazônica e colonizaram outras formações.

Há diversos trabalhos que buscam elucidar os mecanismos de adaptação dos organismos ao Cerrado, porém a maioria deles são voltados a adaptação de plantas. Os trabalhos com animais são em maioria com vertebrados.

A ordem Araneae (aranhas) tem 48767 espécies que são distribuídas em 4182 gêneros e 128 famílias (Platnick, 2020). No Brasil ocorrem cerca de 5 a 10 mil espécies, sendo registradas aproximadamente mil espécies no Cerrado (Motta, 2014). Apesar da grande ocorrência de aranhas nas regiões de Cerrado, são organismos pouco utilizados em estudos que buscam compreender e explicar a história biogeográfica deste domínio. Mesmos pouco explorados, esses organismos podem ser bons modelos ressaltado no trabalho de Bartoletti *et al.* (2017).

O gênero *Acanthoscurria* Ausserer, 1871 (Mygalomorphae, Theraphosidae), tem ampla distribuição no Brasil e algumas espécies como, *A. paulensis*, Mello-Leitão e *A. geniculata*, Koch, são bons modelos para entendermos a adaptação a ambientes secos, já que apresentam uma distribuição disjunta, e em ambientes distintos: *A. paulensis* ocorre no Cerrado e Mata Atlântica e *A. geniculata* é restrita à Amazônia.

Entre as diversas metodologias para compreendermos as adaptações de organismos a ambientes secos, podemos destacar a Modelagem de Nicho Ecológico. Com ela podemos inferir como a variação nas características ambientais influenciam na distribuição do nicho das espécies, a fim de entender quais os componentes ambientais mais importantes no processo de adaptação aos ambientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as espécies, *Acanthoscurria paulensis* e *Acanthoscurria geniculata*. O levantamento dos pontos de ocorrência de cada uma das espécies foi feito por meio da consulta a artigos já publicados: Lucas *et al.* (2010) e Paula *et al.* (2014). Foram consultados acervos de museus, mas os espécimes já constavam nos artigos acima citados.

Os dados ambientais utilizados foram obtidos através da plataforma WorldClim - Global Climate Data (Fick, S.E. & R.J. Hijmans, 2017). Os dados foram disponibilizados em uma resolução de 2,5' (5x5 Km de grade na região do equador), sendo utilizados as 19 variáveis bioclimáticas e dados de altitude.

Os pontos de ocorrência foram filtrados para a remoção de pontos repetidos e *outliers*. Para a seleção das variáveis ambientais que fariam parte do modelo foi feita uma Análise de Componentes Principais (PCA), selecionamos as variáveis mais importantes para o nosso conjunto de dados. Verificamos as relações entre os dados ambientais por meio de uma análise de correlação e com esses resultados selecionamos as variáveis com menor autocorrelação. Consideramos valores de correlação menores que 0,70 para o modelo.

Para a inferir a ocupação espacial da espécie no modelo de distribuição utilizamos a técnica de Máxima Entropia. Para a seleção das variáveis que mais contribuíram na elaboração do modelo foi utilizado um procedimento de Jackknife. Ambos os procedimentos foram performados no programa MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006; Phillips & Dudik, 2008). O algoritmo utilizou 75% dos pontos de ocorrência para treinar e 25% para testar.

Para avaliação do modelo, utilizamos a Area under the receiver-operator curve (AUC). O AUC é interpretado como a probabilidade de um local de ocorrência selecionado aleatoriamente, seja classificado mais alto que um ponto de fundo, também escolhido aleatoriamente (Merrow *et al.*, 2013). Foram aceitos modelos com valores de AUC acima de 0,7. Para análise externa do modelo utilizamos o valor de True Skills Statistics (TSS) e consideramos apenas modelos com valor TSS>0,5 (Allouche *et al.*, 2006).

3. RESULTADOS

Obtivemos 29 pontos de ocorrência para *A.geniculata*. Para a construção do modelo foram selecionadas as variáveis bio06 (temperatura mínima do mês mais frio), bio15 (Sazonalidade de precipitação), bio19 (precipitação do trimestre mais frio) e altitude. Já para *A. paulensis*, obtivemos 88 pontos de ocorrência, desses 76 foram utilizados na construção do modelo e 12 para validação externa. Para essa espécie utilizamos as variáveis bio02 (variação de temperatura diária), bio05 (temperatura máxima do mês mais quente), bio06, bio16 (precipitação do trimestre mais úmido), bio17 (precipitação do trimestre mais seco), bio18 (precipitação do trimestre mais quente), bio19 e altitude.

A figura 1 mostra que as áreas de alta adequabilidade ambiental previstas, para *A. geniculata*, estão concentradas mais na parte leste Amazônica. Na figura 2 podemos ver o mapa de adequabilidade ambiental para *A. paulensis*, e sua maior probabilidade de ocorrência no Cerrado mais próximo da Mata Atlântica.

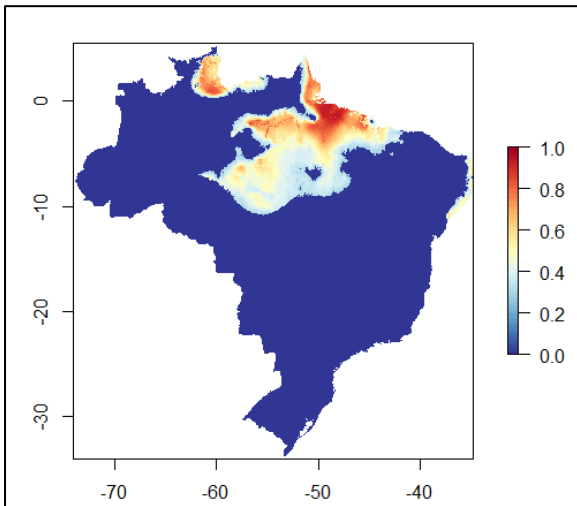


Figura 1: Mapa de Adequabilidade Ambiental de *A. geniculata*

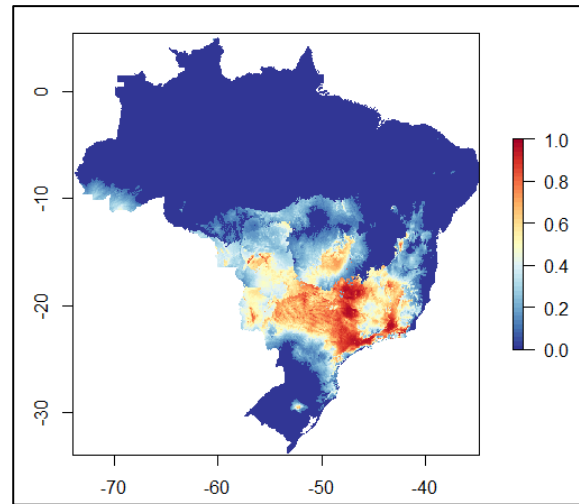


Figura 2: Mapa de Adequabilidade Ambiental de *A. paulensis*.

Na tabela 1, temos os valores dos índices estáticos para os modelos das duas espécies. Podemos ver que apesar de um bom resultado no MaxEnt, *A. geniculata* mostrou um valor de TSS < 0,5 se mostrando um modelo não adequado para estudos mais conclusivos. No mapa de adequabilidades (figura 1) vemos uma grande área com alta adequabilidade concentrada no leste da Amazônia, onde também está a maior parte dos pontos de ocorrência das espécies, principalmente próximos a cidade de Belém – PA. Enquanto o modelo de *A. paulensis* (figura 2), se mostrou um bom modelo, tendo um bom resultados nas análises estatísticas e um índice de acerto de 85%.

Tabela 1: Valores de AUC e TSS dos modelos de *A. geniculata* e *A. paulensis*.

	AUC	TSS
<i>A. geniculata</i>	0,90	0,31
<i>A. paulensis</i>	0,91	0,61

Mesmo com suas restrições, utilizamos o modelo gerado para *A. geniculata* de forma exploratória e como um exercício para o aprendizado das metodologias para entender a influência das variáveis ambientais na sua distribuição e comparar com *A. paulensis*.

Nas figuras 3 e 4 podemos ver a como a variação das condições ambientais influencia na adequabilidade do ambiente a presenças dessas aranhas. Nelas vemos como a temperatura mínima e a altitude influenciam de forma opostas as espécies, enquanto *A. geniculata* tem alta adequabilidade em áreas mais quentes e baixas, *A. paulensis*, tolera ambientes mais frio e é encontrada em médias altitudes.

Para *A. paulensis* a precipitação no trimestre mais quente (figura 5) se mostrou uma importante característica para a alta adequabilidade de uma área, enquanto para *A. geniculata* essa característica não mostrou grande relevância.

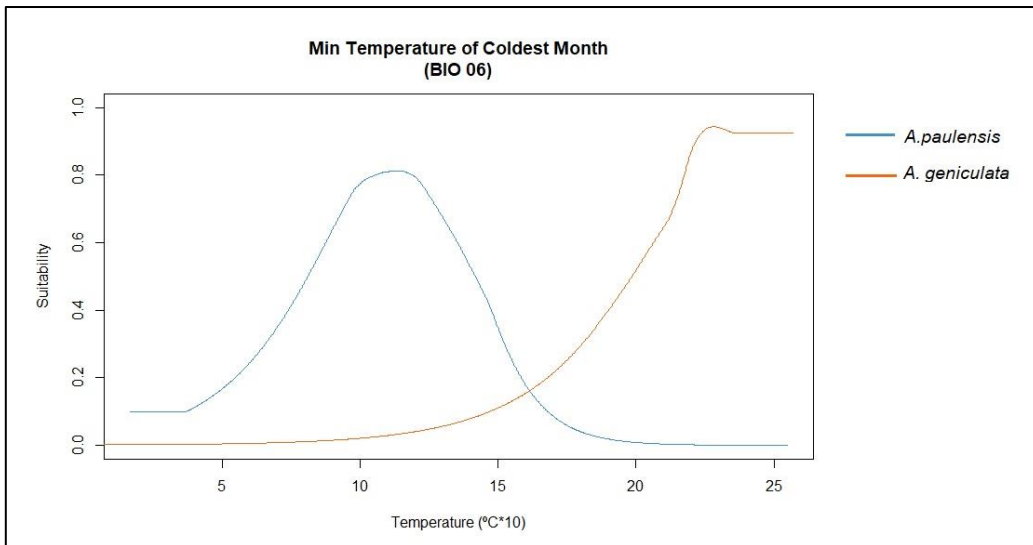


Figura 3: Gráfico de adequabilidade ambiental por variação de temperatura.

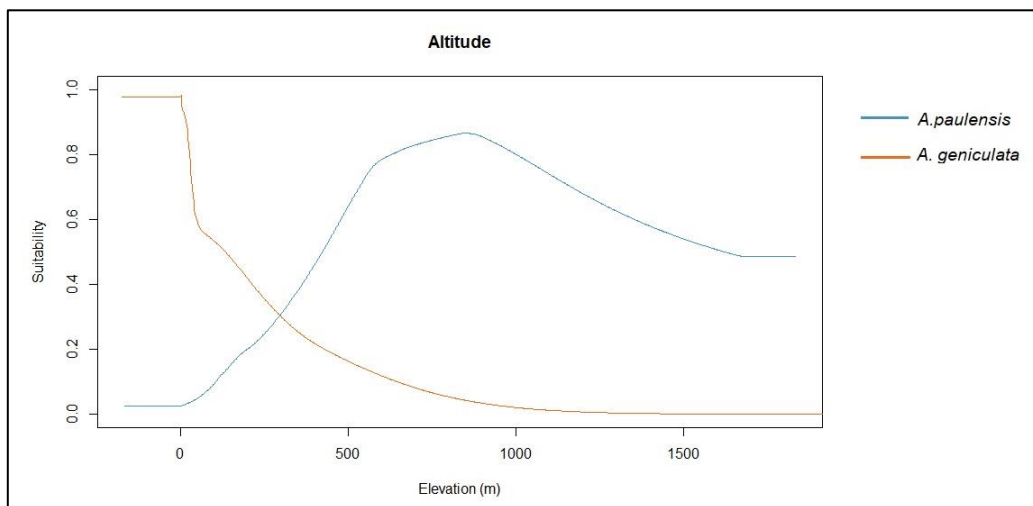


Figura 4: Gráfico de adequabilidade ambiental por variação de altitude.

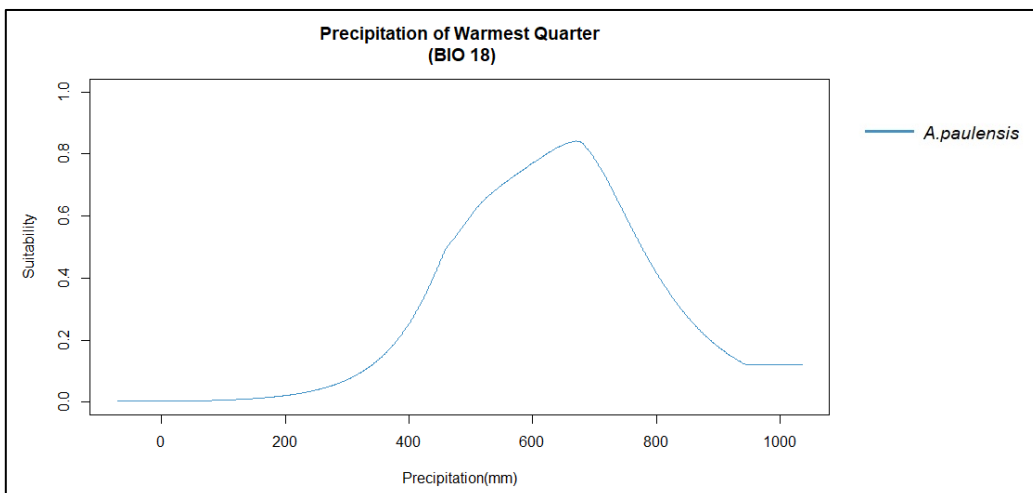


Figura 5: Gráfico de adequabilidade ambiental por variação precipitação.

4. CONCLUSÃO

Pelos resultados do mapa de adequabilidade de *A. geniculata*, vemos que faltam dados sobre área de ocorrência real da espécie para a construção de um modelo de nicho mais robusto, sendo necessário a realização de novas coletas.

Como esperado, as características ambientais adequada para as duas espécies são opostas. Apesar do Cerrado ser um ambiente seco e quente, ele tem uma grande variação na temperatura e precipitação ao longo do ano, justificando as baixas temperaturas toleradas por *A. paulensis* e, também, a precipitação alta no trimestre mais quente, que é o mais chuvoso. *A. geniculata*, ocorre em um ambiente quente e com menor variação anual, uma vez que a floresta Amazônica está próxima a linha do Equador e tem uma taxa de precipitação alta e bem distribuída ao longo do ano.

A variação na adequabilidade pela altitude era um resultado esperado, uma vez que a maior parte da Amazônia apresenta altitudes baixas, diferentemente do Cerrado que tem uma grande variação de altitudes.

5. Referências Bibliográficas

- Allouche, O., Tsoar, A., & Kadmon, R. (2006). Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of applied ecology*, 43(6), 1223-1232.
- Antonelli, A., Zizka, A., Carvalho, F. A., Scharn, R., Bacon, C. D., Silvestro, D., & Condamine, F. L. (2018). Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(23), 6034-6039.
- Bartoletti, L. F. D. M., Peres, E. A., Sobral-Souza, T., Fontes, F. V. H. M., Silva, M. J. D., & Solferini, V. N. (2017). Phylogeography of the dry vegetation endemic species *Nephila sexpunctata* (Araneae: Araneidae) suggests recent expansion of the Neotropical Dry Diagonal. *Journal of biogeography*, 44(9), 2007-2020.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.
- Lucas, S. M., Paula, F. dos S., Gonzalez F., H. M. O. & Brescovit, A. D. (2010). Redescription and new distribution records of *Acanthoscurria paulensis* (Araneae: Mygalomorphae: Theraphosidae). *Zoologia (Curitiba)* 27: 563-568
- Merow, C., Smith, M. J., & Silander Jr, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058-1069.
- Ministério do Meio Ambiente. O Bioma Cerrado (2004). Acessado em 18 de agosto de 2020 Url: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>
- Morley, R. J. (2000). Origin and evolution of tropical rain forests. John Wiley & Sons.
- Morrone, J. J. (2006). Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annu. Rev. Entomol.*, 51, 467-494.
- Motta, P. C. (2014). *Aracnídeos do cerrado*. TB, Technical Books Editora.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Oliveira, P. S., & Marquis, R. J. (2002). *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press.
- Paula, F. dos S., Gabriel, R., Indicatti, R. P., Brescovit, A. D. & Lucas, S. M. (2014). On the Brazilian Amazonian species of *Acanthoscurria* (Araneae: Theraphosidae). *Zoologia (Curitiba)* 31(1): 63-80.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175
- Werneck, F. P. (2011). The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography and perspectives. *Quaternary Science Reviews*, 30(13-14), 1630-1648.