

DESLOCAMENTO DE NICHOS ABIÓTICOS EM ESPÉCIES INVASORAS DE DROSOPHILIDAE, UMA REGRA?

MARCOS HENRIQUE FRECH TELLES¹; MARCO SILVA GOTTSCHALK²

¹Universidade Federal de Pelotas – marcoshft@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gotts007@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A ideia de conservadorismo de nicho, que é a manutenção de características ancestrais (BROENNIMANN et al., 2007), permeia nossa percepção, errada, da imutabilidade das espécies. Apesar do conceito do conservadorismo de nicho ser sempre verdadeiro e facilmente apontado em exemplos triviais (WIENS; GRAHAM, 2005), ele não explica as rápidas mudanças ambientais atribuídas ao processo de invasão das espécies (BROENNIMANN et al., 2007).

Deslocamento de nicho é comumente observado durante o processo de invasão (CHAPMAN et al. 2017; GUISAN et al., 2014; DA MATA et al., 2010; ØRSTED; ØRSTED, 2019). Esse fenômeno dificulta a geração de modelos de adequabilidade ambiental que possam prever locais passíveis à invasão de espécies alóctones (ØRSTED; ØRSTED, 2019) de interesse ambiental, agrícola ou médico.

A introdução de espécies alóctones está ligada a impactos na biodiversidade (MOONEY; CLELAND, 2001; GIAKOUMI et al., 2016) levando à homogeneização biótica (VITULE; POZENATO, 2012). Além dos impactos ambientais, há também danos econômicos. No Brasil, os custos associados a espécies invasoras ultrapassam os 100 bilhões de dólares ao ano e representam um impacto de 5% do PIB mundial (CONABIO, 2009).

Dentre as espécies invasoras de relevância econômica estão dois representantes da família Drosophilidae: *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), a drosófila-de-asa-manchada, e *Zaprionus indianus* Gupta, 1940, a mosca-do-figo. A recente invasão dessas espécies foi bem documentada, em decorrência de danos à pomares comerciais causados por elas (ANDREAZZA et al., 2016). Em ambas as espécies foi detectado deslocamento de nicho durante o processo de invasão (ØRSTED; ØRSTED, 2019; DA MATA, 2010).

Desta forma, o objetivo do trabalho é verificar se o padrão previamente observado de deslocamento de nicho durante o processo de invasão por drosophilídeos é observado também nas demais espécies invasoras oriundas de diferentes regiões biogeográficas.

2. METODOLOGIA

Foram eleitas cinco espécies de Drosophilidae para realização dos testes: *D. suzukii*, nativa da região oriental (HAUSER, 2011); *D. immigrans* Sturtevant, 1921, provavelmente nativa da região Oriental dado o endemismo de outras espécies do grupo (MARKOW; O'GRADY, 2005); *Z. indianus* e *Scaptodrosophila latifasciaeformis* (Duda, 1940), nativas da região Etiópica (VILELA, 1999; BOCK; PARSON, 1978, respectivamente); e *D. repleta* Wollaston, 1858, provavelmente é nativa da região Neotropical dado o endemismo de outras espécies do grupo (MARKOW; O'GRADY, 2005).

Os pontos de ocorrência das espécies foram obtidos majoritariamente da literatura especializada catalogada no banco de dados *online* Taxodros (BÄCHLI, 2018). Os registros de ocorrência foram verificados utilizando o *site* Google Maps (<https://www.google.com.br/maps>). Outras fontes de dados também foram consultadas.

Foram selecionadas 15 camadas bioclimáticas com resolução de 10 arcos-minutos dentre as 35 disponíveis na base de dados CliMond (KRITICOS et al., 2012). A seleção das camadas ambientais foi realizada em duas etapas: *i*) foram feitas modelagens *a priori* no *software*, as camadas foram ranqueadas de acordo com os ganhos de treino, medidos por *Jackknife*, para cada espécie; *ii*) foi feita uma análise de correlação de Pearson, pelo pacote ENMTools (WARREN et al., 2010) da plataforma R versão 3.5.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008). Camadas que apresentaram $|\rho| \geq 0,75$ foram consideradas altamente correlacionadas e descartadas tendo como critério de seleção a etapa "*i*". Para gerar os modelos usados para selecionar as camadas ambientais, utilizou-se a configuração padrão do MaxEnt versão 3.4.1 (PHILLIPS et al., 2006) através do pacote Dismo da Plataforma R. Os 10.000 pontos de *Background* foram extraídos de um raio de 500km a partir dos pontos de ocorrência usando o pacote ENMtools.

Para verificar se houve deslocamento de nicho, foram feitos testes de identidade usando o pacote ENMtools. Os testes foram feitos com pontos de ocorrência das regiões biogeográficas nativas e pontos de ocorrência de regiões biogeográficas invadidas. Para gerar os modelos usados no teste de identidade foi utilizado o *software* MaxEnt nas mesmas configurações utilizadas para a eleição das camadas com 100 réplicas. As regiões invadidas testadas foram escolhidas de acordo a disponibilidade de pontos de ocorrência. Nesse trabalho chamaremos de espécies com nicho conservado àquelas em que não foi possível detectar deslocamento de nicho entre populações, dado que todos os nichos, em algum grau, são conservados (WIENS; GRAHAM, 2005). Será considerado deslocamento de nicho quando nos testes de identidade $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As camadas selecionadas para realização dos testes foram: Bio01-Temperatura média anual; Bio02-Variação média da temperatura; Bio07 Variação anual da temperatura; Bio17-Precipitação do trimestre mais seco; Bio15-Sazonalidade de precipitação; Bio13-Precipitação da semana mais úmida.

Os testes de identidade indicam que as espécies Orientais, *D. suzukii* e *D. immigrans*, sofreram deslocamento de nicho ao invadir a região Neotropical. O resultado do teste de identidade com as populações de *D. suzukii* corroboram os resultados encontrados por ØRSTED; ØRSTED (2019), que também verificaram deslocamento de nicho durante a invasão do Neotrópico. Os resultados de *D. repleta* também parecem indicar que a espécie sofreu deslocamento de nicho durante a invasão das regiões Paleártica, Neártica e Etiópica. Assim como apontaram os resultados de DA MATA (2010), os testes de identidade entre as populações Etiópicas e Orientais de *Z. indianus* também sugerem que houve deslocamento de nicho durante a invasão da Região Oriental.

Por outro lado, o teste de identidade não verificou diferença estatística para os modelos gerados com as populações Etiópicas e Neotropicais de *S. latifasciaeformis* e *Z. indianus*, indicando que não houve deslocamento de nicho durante a invasão do Neotrópico por essas espécies. O conservadorismo de nicho de *Z. indianus* indicado pelo teste não corroboram os resultados encontrados por

DA MATA et al. (2010). Essa divergência entre os resultados dos dois estudos pode ser resultado das diferenças metodológicas dos trabalhos e do resgate de mais registros de ocorrências, desde a publicação do trabalho.

O nicho conservado de *S. latifasciaeformis* pode ser o porquê do insucesso de invadir outras regiões biogeográficas, onde se tem poucos registros de sua ocorrência (BÄCHLI, 2018).

PETERSON (2011) apontou em sua revisão que pouco ou nenhum deslocamento de nicho ocorre durante invasões em outros grupos. É claro que a variação das características ambientais, avaliadas pelos testes de identidade, não é necessariamente derivada de fenômenos evolutivos, tais variações podem decorrer da plasticidade fenotípica das populações ao se adequarem a um novo ambiente (BROENNIMANN et al., 2007).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontam que, apesar de ser comum no grupo, o deslocamento de nicho não é uma regra para invasões de novas regiões biogeográficas por Drosophilidae; de todas as espécies verificadas, somente *S. latifasciaeformis* não sofreu deslocamento de nicho durante o processo de invasão. Mais estudos são necessários para avaliar a natureza do deslocamento de nicho verificada no grupo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREAZZA, F.; HADDI, K.; OLIVEIRA, E. E.; FERREIRA, J. A. M. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) Arrives at Minas Gerais State, a Main Strawberry Production Region in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 4, p. 796–798, 2016.

BÄCHLI, G. **TaxoDros**, the Database on Taxonomy of Drosophilidae. 2018. Version 1.04. Disponível em: <http://www.taxodros.uzh.ch/>.

BOCK, I. R.; PARSONS, P. A. The subgenus *Scaptodrosophila* (Diptera: Drosophilidae). **Systematic Entomology**, v. 3, p. 91–102, 1978.

BROENNIMANN, O.; TREIER, U. A.; MÜLLER-SCHÄRER, H.; et al. Evidence of climatic niche shift during biological invasion. **Ecology Letters**, v. 10, n. 8, p. 701–709, 2007.

CHAPMAN, D. S.; SCALONE, R.; STEFANIC, E.; BULLOCK, J. Mechanistic species distribution modeling reveals a niche shift during invasion. **Ecology**, v. 98, n. 6, p. 1671–1680, 2017.

CONABIO, M. M. A. Estratégia nacional sobre espécies exóticas invasoras. **Resolução CONABIO n.o 05, de 21 de outubro de 2009**, p. 1–23, 2009.

DA MATA, R. A.; TIDON, R.; CÔRTEZ, L. G.; DE MARCO, P.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Invasive and flexible: Niche shift in the drosophilid *Zaprionus indianus* (Insecta, Diptera). **Biological Invasions**, v. 12, n. 5, p. 1231–1241, 2010.

GIAKOUMI, S.; GUILHAUMON, F.; KARK, S.; et al. Space invaders; biological invasions in marine conservation planning. **Diversity and Distributions**, v. 22, n. 12, p. 1220–1231, 2016.

GUISAN, A.; PETITPIERRE, B.; BROENNIMANN, O.; DAEHLER, C.; KUEFFER, C. Unifying niche shift studies: Insights from biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 29, n. 5, p. 260–269, 2014. Elsevier Ltd.

HAUSER, M. A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United States, with remarks on their identification. **Pest Management Science**, v. 67, n. 11, p. 1352–1357, 2011.

KRITICOS, D. J.; WEBBER, B. L.; LERICHE, A.; et al. CliMond: Global high-resolution historical and future scenario climate surfaces for bioclimatic modelling. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, n. 1, p. 53–64, 2012.

MARKOW, T. A.; O'GRADY, P. **Drosophila: a guide to species identification and use**. Elsevier, 2005. 259 p.

MOONEY, H. A.; CLELAND, E. E. The evolutionary impact of invasive species. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 10, p. 5446–5451, 2001.

ØRSTED, I. V.; ØRSTED, M. Species distribution models of the Spotted Wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*, Diptera: Drosophilidae) in its native and invasive range reveal an ecological niche shift. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, n. 2019, p. 423–435, 2019.

PETERSON, A. T. Ecological niche conservatism: A time-structured review of evidence. **Journal of Biogeography**, v. 38, n. 5, p. 817–827, 2011.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, p. 231–259, 2006.

R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>

VILELA, C. R. Is *Zaprionus indianus* currently colonizing the Neotropical region? **Drosophila Information Service**, v. 82, p. 37–39, 1999.

VITULE, J. R. S.; POZENATO, L. P. Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado. **Estudos de biologia**, v. 34, n. 83, 2012.

WARREN, D. L.; GLOR, R. E.; TURELLI, M. ENMTools: A toolbox for comparative studies of environmental niche models. **Ecography**, v. 33, n. 3, p. 607–611, 2010.

WIENS, J. J.; GRAHAM, C. H. Niche Conservatism: Integrating Evolution, Ecology, and Conservation Biology. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 36, n. 1, p. 519–539, 2005.