

São Paulo, 10 de julho de 2017.

Carta destinada ao (à) assessor(a) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) responsável pelo processo 2014/27349-6, referente à bolsa de mestrado que recebi entre 01/05/2015 a 22/01/2017.

Senhor(a) Assessor(a),

Nesta carta, gostaria de esclarecer, de forma resumida, a trajetória do projeto ao longo do meu mestrado, para que, ao final, eu consiga justificar melhor a última mudança que fizemos na pergunta que o norteia e a consequente falta de tempo e amadurecimento para ter desenvolvido o novo contexto teórico e a discussão dos resultados a tempo de incluir no relatório final. Esta carta é acompanhada pela versão final da dissertação, que apresenta as partes que faltaram no relatório.

A ideia inicial do projeto, como apresentada no projeto de pesquisa submetido à Fapesp, era avaliar o efeito do distúrbio na seleção natural de estratégias de vida em comunidades sob dinâmica ecológica neutra, utilizando simulações geradas a partir de um modelo computacional baseado em indivíduo desenvolvido por mim, meu orientador e meu coorientador. Durante a Iniciação Científica (IC), eu havia utilizado uma versão mais simples desse modelo a fim de entender se, a partir de uma dinâmica ecológica neutra, era possível que emergisse uma dinâmica evolutiva não-neutra. Em outras palavras, o objetivo era verificar a ocorrência de seleção natural em uma comunidade ecologicamente neutra. Ao final da IC, chegamos à conclusão de que era possível, o que nos levou à pergunta do mestrado: qual é a influência do distúrbio no processo de seleção de estratégias em comunidades neutras?

Entretanto, ao longo do primeiro ano do mestrado, ao cursar as disciplinas, participar das reuniões do laboratório e ler artigos sobre a Teoria Neutra da Biodiversidade e Biogeografia (Hubbell, 2001), fui levada a questionar dois aspectos centrais do meu projeto, que, inclusive, eram premissas da pergunta que o guiava: (1) a separação categórica entre dinâmica ecológica e evolutiva e (2) a neutralidade do nosso modelo. Ainda que dinâmica ecológica e dinâmica evolutiva possam ser conceituadas separadamente (com reservas), é difícil diferenciá-las quando se tem um modelo em que ambas ocorrem. A definição original de seleção natural

(Darwin, 1859) evidencia esta dificuldade, ao relacionar diretamente a evolução das espécies com as interações entre indivíduos (como a competição) - ou, de forma mais genérica, com a “batalha pela existência”. Além disso, a sobreposição entre tempo evolutivo e tempo ecológico tem sido identificada e estudada cada vez mais, tanto de forma teórica quanto empírica (revisados em Hairston, Ellner, Geber, Yoshida, & Fox, 2005).

Quanto à neutralidade do modelo, ainda que tenhamos implementado um *trade-off* entre a longevidade (probabilidade de sobrevivência por ciclo) e a fecundidade (número de propágulos produzidos por ciclo), não houve garantia de que as estratégias de vida delimitadas por ele teriam aptidões equivalentes, situação que de fato caracterizaria uma dinâmica neutra no nível das estratégias. No lugar disso, a neutralidade do modelo pode ocorrer no nível da espécie, quando as espécies criadas apresentarem a mesma estratégia de vida. No entanto, a pergunta que queríamos responder dizia respeito à ocorrência de seleção de *estratégias* em uma comunidade em que as *estratégias* são ecologicamente neutras (a pergunta sobre seleção de estratégias em uma comunidade em que as espécies, mas não as estratégias, são neutras, não traria algo de novo ao conhecimento sobre o funcionamento nem da seleção e nem da dinâmica neutra). Posteriormente, percebi que a pergunta que tentávamos responder talvez fosse resolvida com um maior esclarecimento das definições de seleção natural e de dinâmica ecológica neutra, que, em realidade, mostram ser processos incompatíveis, dado que o pressuposto da ocorrência de dinâmica ecológica neutra é a equivalência nas aptidões, enquanto a base para ocorrência de seleção natural está na existência de diferenças nas aptidões.

Dessa forma, pensei em modificações para o projeto e formulei um contexto teórico distinto, que fosse mais abrangente do que a Teoria Neutra (Hubbell, 2001). Como, no meu entendimento, o modelo não era puramente neutro, ele deveria estar em uma interface neutro-nicho, uma área recente bastante estudada (Adler, HilleRisIambers, & Levine, 2007; Fisher & Mehta, 2013; Gravel, Canham, Beaudet, & Messier, 2006; Hérault, 2007). Assim, meu objetivo passou a ser identificar no modelo mecanismos neutros e não-neutros que facilitassem a coexistência de estratégias, baseada na Teoria Moderna da Coexistência (Peter Chesson, 2000), e, além disso, entender como os mecanismos evolutivos presentes no modelo poderiam ser pensados à luz dessa teoria, ampliando-a. No relatório parcial, justifiquei as mudanças sugeridas e desenvolvi um texto, que eu usaria de base para redigir a introdução da dissertação.

Entretanto, após conversas com meus orientadores e membros do comitê que acompanharam o projeto, percebemos que a tentativa de integrar processos evolutivos na Teoria Moderna da Coexistência exigiria conhecimentos bastante aprofundados de matemática, uma vez que essa teoria é totalmente baseada em modelos matemáticos (Chesson, 1994; Chesson, 1997; Chesson, 2000). Além disso, analisar os processos que ocorrem nas comunidades simuladas a partir de uma única estrutura teórica talvez pudesse engessar o entendimento sobre seus efeitos, enquanto compor um contexto a partir de teorias diversas tende a auxiliar na interpretação dos resultados, especialmente em estudos como o nosso, situados na interface entre duas áreas.

Mais uma vez, foi necessário mudar o contexto teórico em que o projeto estava ancorado e pensar em uma pergunta interessante que pudesse ser respondida usando o nosso modelo. Percebi que o fato de nós termos desenvolvido o modelo, e por isso termos clareza das regras que norteavam o seu funcionamento, não significava que pudéssemos compreender seus resultados sem dificuldades – conflito que, até então, tinha levado à primeira e principal grande mudança no projeto. Dessa forma, decidi processar mais simulações, com diferentes valores para os parâmetros de riqueza, taxa de mutação e distúrbio, e analisar os momentos (média, variância, assimetria e curtose) da distribuição de estratégias de vida resultante em cada comunidade simulada. A riqueza das comunidades simuladas variou de 5 a 500 espécies, a taxa de mutação variou de valores próximos a zero a valores próximos a 5, a intensidade do distúrbio variou de 0% a 100% e a frequência do distúrbio variou de nenhum evento a eventos em todos os ciclos.

Todas as comunidades simuladas apresentaram mais de uma espécie e mutação positiva e, dessa forma, misturaram processos tipicamente estudados na Ecologia e na Evolução. Ainda que tenha sido possível descrever os resultados das simulações, a compreensão dos processos ecológicos e evolutivos atuantes na evolução das estratégias de vida foi dificultada, uma vez que não há estudos suficientes na área de interface entre Ecologia e Evolução que poderiam ser usados para interpretar e discutir os resultados, especialmente com foco nos efeitos do distúrbio. Assim, para facilitar a compreensão dos resultados de que dispúnhamos, decidimos processar simulações que recriassem cenários bem explorados na literatura. Um dos cenários é estudado frequentemente pela Ecologia de Comunidades, composto por comunidades com múltiplas espécies que não apresentam variação intraespecífica nos atributos, ou seja, é um cenário que desconsidera a evolução das espécies.

O outro cenário é tipicamente estudado na Biologia Evolutiva, caracterizado por populações de uma única espécie em que há entrada de variação por meio de mutação, ou seja, é um cenário que desconsidera o papel das interações interespecíficas na evolução. O objetivo era comparar os resultados do cenário eco-evolutivo criado por nós com os resultados das simulações dos cenários ecológico e evolutivo, dos quais tínhamos conhecimento dos processos atuantes e literatura disponível.

Após analisar os resultados dos três cenários, percebemos que o próprio objetivo do projeto se transformou em entender como o distúrbio determina as estratégias de vida presentes em comunidades em cenários ecológicos, evolutivos e eco-evolutivos, e que o contexto teórico do trabalho deveria ser composto por estudos que analisam o impacto do distúrbio na evolução e na diversidade de estratégias de vida tanto na Ecologia de Comunidades quanto na Biologia Evolutiva. O modelo de que dispomos foi adequado para estudar essa questão, uma vez que ele apresenta apenas os elementos mínimos necessários para simularmos dinâmicas ecológicas e evolutivas em separado e em conjunto.

Reconheço que o relatório final estava defasado, mas espero que a descrição da trajetória tenha ajudado a justificar as mudanças que pensamos para o projeto ao longo do mestrado e o consequente atraso à época que redigi o relatório. Ainda que pudesse ter sido mais seguro e confortável seguir com o projeto original (Teoria Neutra) ou com a versão resultante da primeira mudança (interface entre Teoria Neutra e teorias de nicho), já que eu tinha conhecimento da literatura da área, acredito que as mudanças de perspectiva foram necessárias para a criação de um projeto consistente e interdisciplinar, para o amadurecimento da compreensão do modelo e do uso simulações computacionais e para que se abrisse para mim um horizonte de novas perguntas e áreas a estudar. Além disso, as mudanças permitiram que eu me apropriasse de diversos conteúdos da Ecologia de Comunidades e da Evolução, importantes para minha formação como ecóloga.

Por fim, gostaria de acrescentar que ter escrito os relatórios parcial e final e, em especial, esta carta, foram passos importantes para eu reconhecer o meu percurso no mestrado, que, afinal, foi um pequeno espelho do que parece ser o trabalho do cientista: sair de A mirando B, mas, no lugar disso, chegar em C, percorrendo uma trajetória não linear e, certamente, não prevista.

Referências Bibliográficas

- Adler, P. B., HilleRisLambers, J., & Levine, J. M. (2007). A niche for neutrality. *Ecology Letters*, 10(2), 95–104. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00996.x>
- Chesson, P. (1994). Multispecies Competition in Variable Environments. *Theoretical Population Biology*. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1006/tpbi.1994.1013>
- Chesson, P. (1997). *The roles of harsh and fluctuating conditions in the dynamics of ecological communities*. *Am. Nat.*, 150, 519–53.
- Chesson, P. (2000). Mechanisms of Maintenance of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 343–366.
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or, the preservation of favoured races in the struggle for life*. J. Murray.
- Fisher, C. K., & Mehta, P. (2013). A phase transition between the niche and neutral regimes in ecology, 111(36), 13111–13116. <http://doi.org/10.1073/pnas.1405637111>
- Gravel, D., Canham, C. D., Beaudet, M., & Messier, C. (2006). Reconciling niche and neutrality: The continuum hypothesis. *Ecology Letters*, 9(4), 399–409. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00884.x>
- Hairston, N. G., Ellner, S. P., Geber, M. A., Yoshida, T., & Fox, J. A. (2005). Rapid evolution and the convergence of ecological and evolutionary time. *Ecology Letters*, 8(10), 1114–1127. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00812.x>
- Héroult, B. (2007). Reconciling niche and neutrality through the Emergent Group approach. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(2), 71–78. <http://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.08.001>
- Hubbell, S. P. (2001). *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press.