

Simplificação estrutural das redes tróficas de mamíferos após a extinção da megafauna do Pleistoceno

Palavras-Chave: Comunidades ecológicas, Guildas tróficas, Redes de interação

Autores:

Arthur Euzébio Ribeiro – IB/UNICAMP

Prof. Dr. Mathias Mistretta Pires – IB/UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Muitas das comunidades ecológicas atuais já foram tão desconfiguradas pelo impacto humano, que retém poucas de suas propriedades prévias. Um estudo recente (Mendoza & Araújo, 2019) investigando como o clima e a ação humana moldam a estrutura de comunidades atuais mostrou a convergência de estruturas tróficas em diferentes biomas devido às atividades humanas. No entanto, usando como referencial comunidades de milhares de anos atrás, mesmo sistemas ecológicos considerados bem preservados, atualmente, podem ser versões simplificadas dos sistemas que havia em outros períodos (Corlett, 2013).

Um dos grandes eventos de extinção no passado recente é a Extinção do Final do Pleistoceno. Durante esse período, grandes mamíferos (massa corpórea média > 44kg) possuíam distribuição global, com grande riqueza de espécies, diversidade funcional e participação nas comunidades biológicas (Martin & Klein, 1984). Neste estudo, avaliamos o impacto da perda da megafauna sobre os ecossistemas atuais por meio da reconstrução de comunidades do pleistoceno e comparação da estrutura trófica das comunidades do passado e atuais.

METODOLOGIA:

Para analisar as mudanças ocorridas na estrutura trófica de comunidades após as extinções do final do Quaternário utilizamos dados sobre massa corpórea, dieta e distribuição espacial de 4300 espécies de mamíferos. Obtivemos as informações sobre a distribuição das espécies no passado e atualmente da base de dados PHYLACINE 1.2.1 (Faurby, et al., 2018). Dados obtidos do *Paleobiology database* foram importantes para complementar dados sobre a dieta, os quais muitas vezes são incertos por se tratar de animais extintos. Com base nas informações sobre os seus hábitos alimentares, categorizamos as espécies nas guildas tróficas determinadas por Mendoza e Araújo (2019): generalist herbivores (GH), small carnivores (SC), frugivores (FR), granivores (GN), mixed feeders (MF), omnivores (OM), grazers (GR), large carnivores (LC) e invertebrate feeders (IF). A partir dessa classificação, estabelecemos as conexões entre cada guilda e os recursos alimentares utilizados, gerando redes de interação.

Utilizando os dados de distribuição do PHYLACINE, geramos mapas para visualizar as mudanças no padrão de distribuição das guildas entre passado e presente. Para avaliarmos as diferenças entre as redes geradas para cada ponto no mapa nos diferentes tempos, estimamos a conectividade das redes, medida pelo número

Indomalayan, Nearctic, Neotropic, Oceania e Palearctic.

RESULTADOS:

Contrastando os números de espécies e os mapas gerados para cada guilda observamos que o

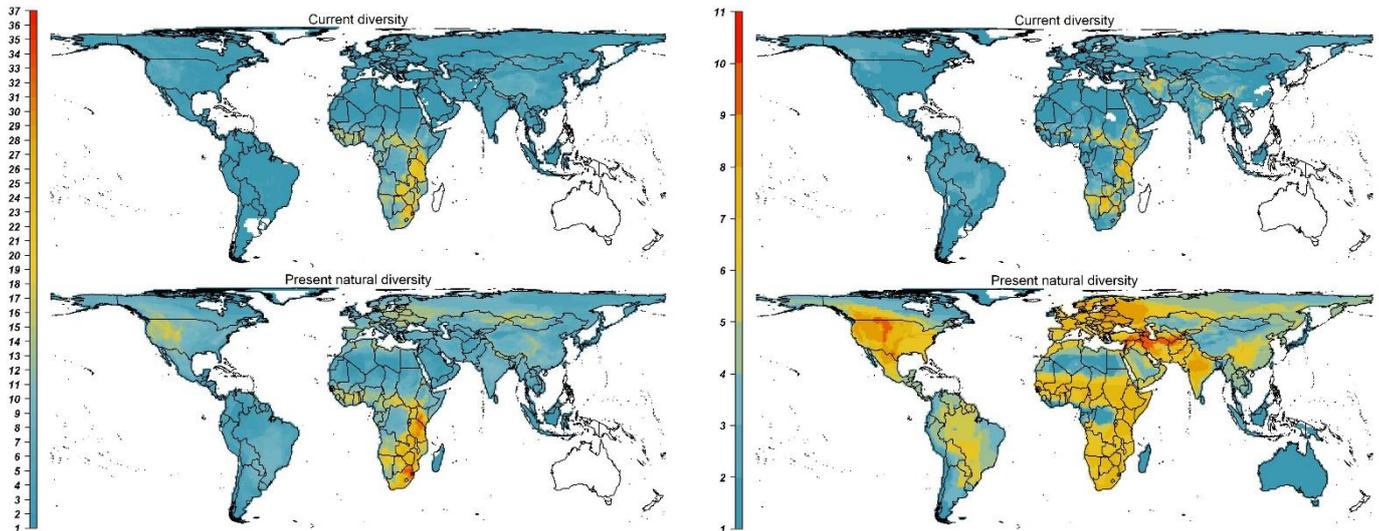


Figura 1: Mapas de diversidade e distribuição, à esquerda representando a guilda trófica de *Grazers* e, à direita, *Large carnivores*. Os mapas superiores mostram diversidade atual e os inferiores remetem à diversidade antes da extinção do fim do pleistoceno.

médio de espécies consumindo cada tipo de recurso, massa corpórea média, nível trófico médio e equitatividade entre guildas tróficas (Delmas, et al. 2019).

A fim de testar se as mudanças estruturais observadas se devem ao padrão de extinções e não somente à redução no número de espécies, geramos cenários teóricos onde as extinções ocorreram de forma aleatória, mantendo o número de espécies equivalente ao que ocorre no presente, porém, usando como base todas as espécies do passado. Geramos 30 réplicas das redes aleatórias para cada ponto do mapa e recalculamos as métricas para comparação com os valores observados.

Por fim, avaliamos como as alterações nas propriedades das redes tróficas se distribuem entre seis ecoregiões diferentes: *Afrotropic, Australasia,*

número de espécies de pastadores e de grandes carnívoros reduziu consideravelmente após as extinções, principalmente nas Américas (Fig.1). A análise das comunidades nos mostra que massa corpórea média diminuiu em até 60% em certas regiões, sendo o efeito consideravelmente grande nas regiões Neotropical, Neártica e Paleártica (Fig 2). A equitatividade entre guildas também reduziu em todas as regiões e não pode ser explicada somente pela variação na riqueza de espécies (Fig.3). A conectividade média das redes tróficas

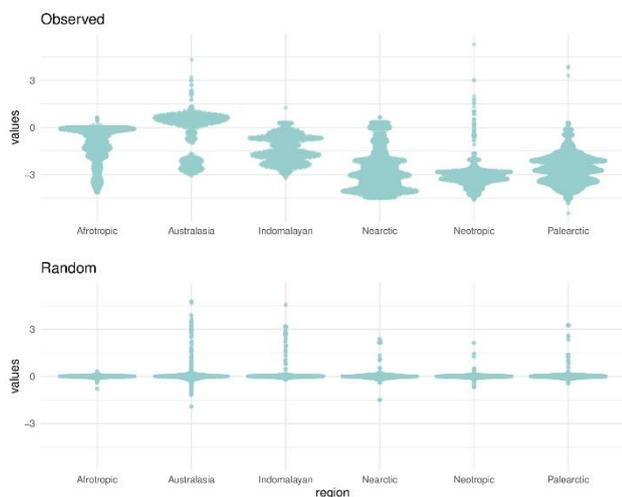


Figura 2: Variação observada de massa corpórea média entre passado e presente ($\text{valor}_{\text{presente}} - \text{valor}_{\text{passado}}$) para cada ecoregião e, em contraste, a mesma análise realizada com redes aleatórias. Cada ponto representa uma localidade no mapa.

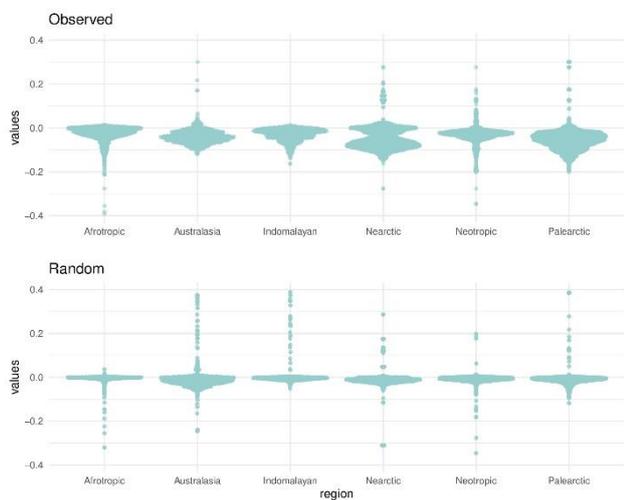


Figura 3: Variação observada na equitatividade das guildas tróficas entre passado e presente ($\text{valor}_{\text{presente}} - \text{valor}_{\text{passado}}$) para cada ecoregião e, em contraste, a mesma análise realizada com redes aleatórias. Cada ponto representa uma localidade no mapa.

reduziu consideravelmente em virtude da extinção de várias espécies de herbívoros e carnívoros (Fig.4). Entretanto, o nível trófico médio atual é maior para a maioria das regiões devido a extinção preferencial de herbívoros (Fig.5).

Com exceção da conectividade média que é altamente dependente da variação no número de espécies, a comparação entre as redes do passado e redes aleatórias não gera os mesmos padrões observados considerando as extinções ocorridas de

fato.

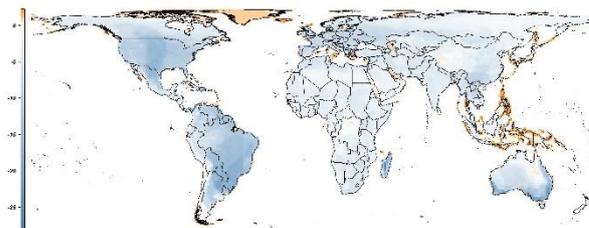


Figura 4: Mapa representando a variação observada na conectividade das redes tróficas entre passado e presente ($\text{valor}_{\text{presente}} - \text{valor}_{\text{passado}}$). Cores mais frias indicam valores menores no presente.

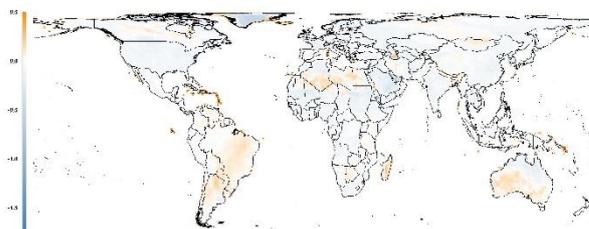


Figura 5: Mapa representando a variação observada na no nível trófico médio das redes tróficas entre passado e presente ($\text{valor}_{\text{presente}} - \text{valor}_{\text{passado}}$). Cores mais quentes indicam valores maiores no presente.

DISCUSSÃO:

Observando a variação nos padrões de distribuição das guildas em cada ecoregião, percebemos uma grande alteração de estrutura nas comunidades de mamíferos entre o passado e o presente. Hoje, em termos de representatividade, a composição das comunidades ecológicas é mais heterogênea do que comunidades do fim do Pleistoceno. Esse fenômeno é ocasionado pela perda seletiva de diversidade em diferentes regiões.

As métricas analisadas, como a equitatividade média entre guildas e nível trófico médio, indicam a perda de espécies também ocasionou a perda de diversidade funcional e de redundância funcional. As redes tróficas que existem hoje em ambientes terrestres têm predominantemente mamíferos pequenos, com menos de 10 kg, baixa diversidade de pastadores e de grandes frugívoros. Essas alterações possuem

grande impacto sobre a dinâmica da vegetação e funcionamento dos ecossistemas. Além disso, a perda de redundância funcional está relacionada com desestabilização das redes de interação que, torna as comunidades mais suscetível a impactos, o que pode resultar em novas extinções (Rosenfeld, 2002.).

A heterogeneidade que caracteriza as comunidades atuais seria menor no passado devido à presença de muitas espécies de grandes carnívoros e grandes herbívoros em todas as ecoregiões, promovendo uma maior homogeneidade quanto a estrutura das comunidades. Nesse sentido, mesmo comunidades consideradas pristinas atualmente são depauperadas se considerarmos o Pleistoceno como referencial.

CONCLUSÃO:

As comunidades de mamíferos atuais são versões simplificadas do que já foram, com o impacto humano sendo o principal fator causador desse fenômeno (Sandom, 2014; Barnosky, 2010; Prescott et al., 2012). Diferente da perda de diversidade no passado, que gerou comunidades mais heterogêneas, uma maior perda de diversidade atualmente, deve simplificar ainda mais as comunidades atuais resultando em uma homogeneização biótica em escala macro ecológica, o que certamente terá consequências para o funcionamento dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS:

- BARNOSKY, A. D., KOCH, P. L., FERANEC, R. S., WING, S. L., & SHABEL, A. B. (2004). Assessing the causes of late Pleistocene extinctions on the continents. *Science* (v. 306, p 70–75, 2004).
- BARNOSKY, A. D., & LINDSEY, E. L. (2010). Timing of Quaternary megafaunal extinction in South America in relation to human arrival and climate change. *Quaternary International* 217:10-29.
- CORLETT, R. T. (2013). The shifted baseline: Prehistoric defaunation in the tropics and its consequences for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 163, 13–21.
- DELMAS, E., BESSON, M., BRICE, M. H., BURKLE, L. A., DALLA RIVA, G. V., FORTIN, M. J., GRAVEL, D., GUIMARÃES, P. R., HEMBRY, D. H., NEWMAN, E. A., OLESEN, J. M., PIRES, M. M., YEAKEL, J. D., & POISOT, T. (2019). Analyzing ecological networks of species interactions. *Biological Reviews*, 94(1), 16–36.
- FAURBY, S., DAVIS, M., PEDERSEN, R., SCHOWANEK, S. D., ANTONELLI, A., & SVENNING, J. C. (2018). PHYLACINE 1.2: The Phylogenetic Atlas of Mammal Macroecology. In *Ecology* (Vol. 99, Issue 11, p. 2626).
- MARTIN, P., & KLEIN, R. (1984). Quaternary Extinctions: A Prehistoric Revolution. In *Journal of The Royal Society of New Zealand* (Vol. 15).
- MENDOZA, M., ARAÚJO, M.B. (2019). Climate shapes mammal community trophic structures and humans simplify them. *Nat Communications* 10, 5197.
- PRESCOTT, G. W., WILLIAMS, D. R., BALMFORD, A., GREEN, R. E., & MANICA, A. (2012). Quantitative global analysis of the role of climate and people in explaining late Quaternary megafaunal extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(12), 4527–4531.

ROSENFELD, J. S. (2002). Functional redundancy in ecology and conservation. In *Oikos* (Vol. 98, Issue 1, pp. 156–162). John Wiley & Sons, Ltd.

SANDOM, C., FAURBY, S., SANDEL, B., & SVENNING, J.-C. (2014). Global late Quaternary megafauna extinctions linked to humans, not climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1787), 20133254.