

ÁREA TEMÁTICA: Ecologia
SUBÁREA TEMÁTICA: Vertebrados

EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO NICHOS ISOTÓPICO DE QUATRO ESPÉCIES DE AVES DA CAATINGA NOS ÚLTIMOS 65 ANOS

José João do Nascimento Neto¹, Ana Beatriz Navarro³, Victor Leandro Silva², Marcelo Zacharias Moreira⁴, Luciano Nicolas Naka¹.

¹ Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Campus Recife.

² Programa de pós-graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife.

³ Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (USP).

⁴ Laboratório de Ecologia Isotópica, Universidade de São Paulo (CENA/USP).

INTRODUÇÃO

As Florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS) representam um dos biomas potencialmente mais impactados pelas ações antrópicas. As previsões climáticas para a Caatinga, o maior bloco de FTSS da região Neotropical, apontam uma alta vulnerabilidade às mudanças climáticas, com secas cada vez mais extremas e frequentes (Marengo et al., 2007; Ault, 2020). As mudanças climáticas têm sido apontadas como responsáveis por diversas alterações na biologia das espécies animais, incluindo modificações no comportamento e distribuição, mas também na sua fisiologia e morfologia (Şekercioğlu et al., 2012; Jirinec et al., 2021).

Para entender o efeito das mudanças climáticas e o uso da terra no nicho das espécies de aves (Root & Schneider, 1993), é importante documentar a variação deste nicho ao longo do tempo (Jaeger et al., 2010). Uma forma de documentar estas mudanças é aproveitando espécimes em coleções zoológicas para avaliar mudanças temporais na dieta e uso de habitat, o que pode ser feito utilizando isótopos estáveis de carbono e nitrogênio ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) (Michener & Lajtha, 2007). Estes isótopos podem ser obtidos a partir de amostras de penas de espécimes históricos, e podem fornecer informações sobre o nicho ecológico de uma espécie (Boecklen et al., 2011). A associação dos valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ permite obter métricas de largura e sobreposição do nicho, que refletem a área de forrageio e posição trófica das espécies (Newsome et al. 2007). Neste trabalho apresentamos resultados sobre alterações no nicho isotópico de quatro espécies de aves da Caatinga ao longo dos últimos 65 anos, buscando compreender a amplitude dessas mudanças e potenciais sobreposições desses nichos entre espécies pertencentes a duas guildas tróficas distintas.

MATERIAL E MÉTODOS **ESPÉCIES ALVO**

Para avaliar mudanças temporais nos padrões isotópicos, selecionamos 4 espécies de aves amplamente distribuídas na Caatinga, e que incluem duas espécies insetívoras (*Hemitriccus margaritaceiventer* e *Myrmorchilus strigilatus*) e duas espécies granívoras (*Cyanoloxia brissonii* e *Coryphospingus pileatus*). Estas espécies estão associadas com formações vegetais abertas e ambientes secos e são amplamente representadas em séries históricas na Coleção de Aves da UFPE e do Museu de Zoologia da USP. As amostras foram divididas em espécimes históricos (1957 até 1989) e modernos (1990 até 2022).

ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Os isótopos estáveis de carbono (^{12}C e ^{13}C ; $\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio (^{14}N e ^{15}N ; $\delta^{15}\text{N}$) são úteis para estimar a posição trófica e rastrear o tipo de ambiente mais utilizado pelos organismos (Post, 2002; Peterson & Fry, 1987). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ permitem rastrear o tipo de habitat que o indivíduo utiliza para forragear, já que ambientes terrestres dominados por plantas com diferentes ciclos fotossintéticos (C3, C4 ou CAM) exibem valores de $\delta^{13}\text{C}$ distintos. Já o $\delta^{15}\text{N}$ pode ser utilizado para definir a posição trófica da espécie, permitindo avaliar a influência das ações antrópicas na dieta desses animais (Boecklen et al., 2011). A associação bidimensional de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ propicia o entendimento dos nichos isotópicos, visto que mensuram dois importantes eixos do nicho ecológico dos organismos: o uso de

habitat e a dieta (Newsome et al. 2007). Para realizar este estudo amostramos um total de 122 espécimes para análise isotópica. De cada indivíduo, coletamos amostras de cerca de 0,5 cm² dos vexilos da parte inferior da segunda rêmige primária. A análise isotópica foi realizada no Laboratório de Ecologia Isotópica (CENA/USP), usando um espectrômetro de massa acoplado a um analisador elementar, que por combustão transforma as amostras em CO₂ e N₂ e fornece a razão dos isótopos em delta (δ) por mil (‰). Em posse dos valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ calculamos métricas de nicho isotópico (largura e sobreposição) através de métodos de inferência Bayesiana, usando o pacote SIBER no R (Jackson et al. 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Três das quatro espécies analisadas apresentaram variação no valor médio de largura de nicho (SEAb) entre as séries históricas e modernas (Fig.1). Entretanto, as respostas das espécies foram diferentes; duas espécies (*M. strigilatus* e *C. brissonii*) apresentaram aumento, e uma (*C. pileatus*) apresentou diminuição na largura do nicho. *Hemitriccus margaritaceiventer* não apresentou variação significativa entre os grupos temporais. A maior variação detectada foi em *M. strigilatus* (aumento de 13,3‰²), enquanto *C. pileatus* apresentou uma redução de 10‰² na largura de nicho em indivíduos modernos. Os indivíduos de *C. pileatus* tiveram uma ampla variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ (de -30‰ a -10‰) e de $\delta^{15}\text{N}$ (-5 a 20‰), mas sem diferença significativa entre indivíduos históricos e modernos para as duas razões. Nesse sentido, a espécie apresentou a maior amplitude de nicho dentre as analisadas tanto para espécimes históricos quanto para modernos. Em contrapartida, *H. margaritaceiventer* apresentou a menor variação nas duas razões, o que demonstra dependência ambiental e uma certa constância no comportamento alimentar.

Outro fator testado foi a sobreposição do nicho dessas espécies ao longo do tempo. A maior sobreposição no grupo histórico é observada entre os nichos de *C. brissonii*, um granívoro, e *H. margaritaceiventer* (0,50), um insetívoro. Já no grupo moderno, observa-se maiores sobreposições entre os nichos de *H. margaritaceiventer* e *M. strigilatus* (0,40), dois insetívoros; e novamente, *C. brissonii* e *H. margaritaceiventer* (0,42). As espécies granívoras, *C. brissonii* e *C. pileatus*, apresentaram baixa sobreposição de nichos em ambos grupos temporais, sugerindo uma possível partição de nicho entre elas.

Embora seja esperado que cada espécie responda de maneira diferente às alterações ambientais, visto que cada espécie depende de um conjunto específico de variáveis ecológicas para garantir seu fitness (Newbold et al. 2013), resultados opostos na mesma guilda são intrigantes. O aumento ou estreitamento na largura do nicho observado nas espécies estudadas pode ser explicada pela diversificação no comportamento alimentar e nos recursos alimentares devido a potenciais mudanças antrópicas, como mudanças no uso do solo e mudanças no clima (Martin et al. 1987). Isso provavelmente obriga as espécies a ampliar ou reduzir seus nichos, devido à menor disponibilidade de alimento ou baixa plasticidade trófica frente às mudanças ambientais, como longos períodos de seca. Por ser um ambiente de alta sazonalidade, a Caatinga dispõe de recursos alimentares distintos ao longo do ano, fator que também influencia na riqueza de espécies (Silva et al. 2003). Portanto essa variação no $\delta^{15}\text{N}$ pode refletir essa relação de disponibilidade e abundância de recursos. Sobre outro enfoque, a sobreposição apresentada no nicho das espécies pode representar uso similar dos ambientes e forrageamento dos mesmos tipos de recursos alimentares (Navarro et al. 2023). Ou seja, as espécies com alta sobreposição podem depender dos mesmos recursos alimentares, o que gera competição e uma potencial diminuição destes recursos. No entanto, vale ressaltar que nem sempre a alta sobreposição de nichos é indicativo de forte competição interespecífica, já que pode haver abundância suficiente de recursos para suprir as necessidades das espécies analisadas.

CONCLUSÕES

Nossos resultados preliminares para as espécies de aves estudadas sugerem alterações como resposta a pressões ambientais quando comparados os grupos históricos e modernos. Essas mudanças estão principalmente na largura do nicho isotópico que, nos tempos atuais, apresenta estreitamento ou ampliação na largura, sugerindo mudanças no uso de habitat e dieta ao longo do tempo.

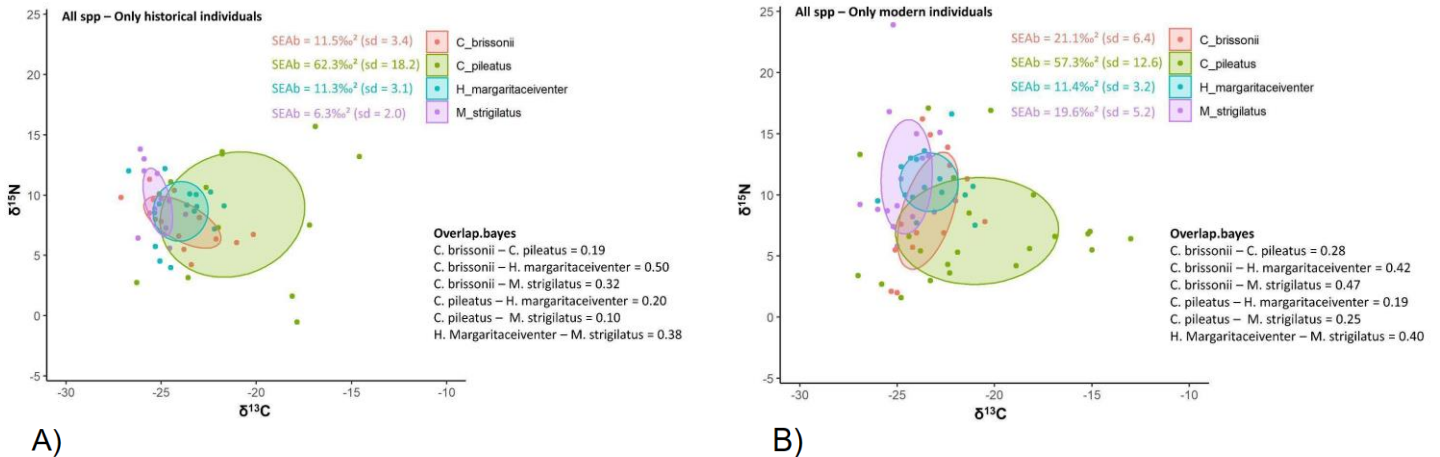


Figura 1. Largura e sobreposição entre os nichos isotópicos das espécies, com seus indivíduos históricos (A) e modernos (B) em uma análise bidimensional ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$).

REFERÊNCIAS

- Ault, T. B. On the essentials of drought in a changing climate. *Science*, 368, 256-260 (2020).
- Boecklen, W., Yarnes, C., Cook, B., James, A. On the Use of Stable Isotopes in Trophic Ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 42. 411-440 (2011).
- Jackson A. L., Inger R., Parnell A. C., Bearhop S. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER—Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *J Anim Ecol* 80:595–602 (2011).
- Jaeger, A., Connan, M., Richard, P., & Cherel, Y. Use of stable isotopes to quantify seasonal changes of trophic niche and levels of population and individual specialization in seabirds. *Marine Ecology Progress Series*, 401, 269-277 (2010).
- Jirinec, V. Morphological consequences of climate change for resident birds in intact Amazonian rainforest. *Science Advances* .7, 46 (2021).
- Marengo, J. A. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Série Biodiversidade, v.26 (2007).
- Martin, T. E. Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. *Annual review of ecology and systematics*, 18(1), 453-487 (1987).
- Navarro, A. B., Bogoni, J. A., Moreira, M. Z., & Silveira, L. F. Intraguild niche partitioning in granivorous birds from the late past. *Avian Research*, 14, 100075 (2023).
- Newbold T., Scharlemann J. P. W., Butchart S. H. M. Ecological traits affect the response of tropical forest bird species to land-use intensity. *Proc R Soc B* 280:1–8 (2013).
- Newsome S. D., del Rio C. M., Bearhop S., Phillips D. L. A niche for isotopic ecology. *Front Ecol Environ* 5:429–436 (2007).
- Nimer, E. *Climatologia do Brasil*. IBGE SUPREN, 2a edição. Rio de Janeiro. Oliveira, G., Araújo, M.B., Rangel, T.F., Alagador, D. and Diniz-Filho, J.A.F., 2012. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. *Biodiversity and Conservation*, 21(11), pp.2913-2926 (1989).
- Post D. M. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83:703 (2002).
- Root & Schneider. *Wildlife Responses to Climate Change: North American Case Studies*. Island Press (1993).
- Sekercioglu, C. H. Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. *J Ornithol* 153 (Suppl 1), 153–161 (2012).