

TÓPICOS AVANÇADOS EM ECOLOGIA DE ANIMAIS – BIE 315 – IB/USP

AULA PRÁTICA: Seleção de Hábitat por espécies do gênero *Anolis*

Estudo ecomorfológico das espécies do gênero *Anolis* da Colômbia
(Aspectos da seleção de hábitat e convergência evolutiva)

O gênero *Anolis* apresenta mais de 360 espécies consideradas válidas (Nicholson et al. 2005) e está amplamente distribuído desde o México até o Norte da América do Sul (Losos 2011). O grupo é considerado como um ótimo objeto de estudo da diversificação evolutiva (Losos 2017). Isto se deve principalmente às características ecomorfológicas das espécies que ocorrem nas pequenas e grandes ilhas Antilhas do Caribe (Losos 2011). Estas características ecomorfológicas determinam grupos de espécies que coincidem quanto à morfologia e o uso de hábitat conhecidos como ecomorfos. O conceito de ecomorfo foi utilizado pela primeira vez por Willians (1972) que o define como: “espécies de mesmo hábitat/nicho com morfologia similar, mas não necessariamente próximas filogeneticamente”.

Algumas das características morfológicas dos Anoles são vantajosas no uso de determinados ambientes. Por exemplo, o número de lamelas (tipo de escama localizada nos dígitos, coberta com milhões de microestruturas semelhantes a “pelos”, chamadas de cerdas) é associado à arborealidade, pois estas estruturas fornecem habilidade adesiva (Hiller 1975, Losos 2011). As diferentes proporções do comprimento dos membros também parecem estar associadas ao uso do habitat, por exemplo, espécies com membros relativamente curtos têm em geral maior aptidão para se locomover por plataformas estreitas, enquanto membros mais longos podem ser vantajosos para pular ou correr (deslocamento entre ramos distantes em árvores e arbustos ou fuga de predadores) sendo desvantajosos para superfícies estreitas (Losos 2017).

Apesar de 60% das espécies do gênero *Anolis* estarem distribuídas através do continente, até recentemente, a maior parte dos estudos havia sido centrada nos Anoles das ilhas do Caribe. Consequentemente, existe uma certa disparidade em relação à quantidade de conhecimento acerca da ecologia e evolução entre as espécies continentais e insulares. O estudo de Moreno-Arias et al. (2016) procurou responder se as diversas espécies do gênero *Anolis* da Colômbia também apresentam os mesmos grupos ecomorfológicos que as espécies insulares. Neste sentido, a presente prática procura replicar o estudo de Moreno-Arias et al. (2016) utilizando uma amostra reduzida (apenas algumas das espécies abordadas no trabalho) e de maneira simplificada (nesta prática foram utilizadas análises diferentes daquelas do estudo original). O objetivo é simular a coleta de dados morfológicos através de modelos de papel e compara-los através de uma análise multivariada. Após este procedimento, os resultados desta análise serão utilizados para verificar se espécies de morfologia similar também utilizam os mesmos hábitats.

PROCEDIMENTOS

- ✓ Meça as seguintes variáveis morfológicas e transcreva-as na tabela: comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento do membro anterior (MA), comprimento do membro posterior (MP), comprimento da cauda (CC) e número de lamelas (NL).
- ✓ Construa uma tabela no programa excel em que cada linha deve referir-se à uma espécie e cada coluna à uma variável morfológica (exatamente como na Tabela 1).
- ✓ Calcule a proporção de cada medida morfológica em relação ao CRC, para que seja retirado o efeito do tamanho das espécies quando estas forem comparadas entre si.
- ✓ Insira a tabela no programa PAST:
 - Copie a tabela construída no excel (incluindo títulos das linhas e colunas).
 - Antes de copiar a tabela, selecione a “caixa de opção” *Edit labels*. Isto irá permitir que você insira os rótulos das linhas (espécies) e colunas (variáveis morfológicas).
- ✓ No programa PAST, analise as variáveis morfológicas através dos métodos: “Análise de agrupamento” e “Análise de Coordenadas Principais”. Utilize distância Euclidiana.
- ✓ Plote os gráficos e reconheça os principais grupos formados. Formate os gráficos para que os diferentes grupos apresentem diferentes cores.
 - Selecione todas as linhas e colunas clicando sobre a primeira célula do canto superior esquerdo que não apresenta número ou letra.
 - Na guia *Multivar*, selecione *Cluster analysis*.

- Após verificar quais espécies se agrupam nesta análise volte para a matriz principal para configurar as cores de cada grupo.
- Clique em *Edit >> Row colors/symbols*
- Selecione a linha das espécies que deseja classificar como uma dada cor (espécies de um mesmo agrupamento apresentarão a mesma cor).
- Refaça a análise de agrupamento (*Cluster analysis*).
- Salve o gráfico em formato JPG com o nome da análise e de um representante do grupo.
- Volte para a matriz principal, selecione todas as células e rode a análise *Principal coordinates* da guia *Multivar*.
- Salve o gráfico em formato JPG com o nome da análise e de um representante do grupo.

Tabela 1: Dados morfológicos de 13 espécies do gênero *Anolis* da Colômbia.

Espécie	CRC	MA	MA(P)	MP	MP(P)	NL	NL(P)	CC	CC(P)
<i>A. apollinaris</i>									
<i>A. calimae</i>									
<i>A. eulaemus</i>									
<i>A. euskalerrari</i>									
<i>A. frenatus</i>									
<i>A. latifrons</i>									
<i>A. menta</i>									
<i>A. nicefori</i>									
<i>A. princeps</i>									
<i>A. punctatus</i>									
<i>A. solitarius</i>									
<i>A. transversalis</i>									
<i>A. vaupesianus</i>									

QUESTÕES

1) A partir dos resultados das análises de agrupamento e de coordenadas principais dos dados morfológicos, o que você concluiu? Formaram-se agrupamentos? Se formaram, quais são e quais seus componentes? O que você acha que uniu as espécies de cada grupo?

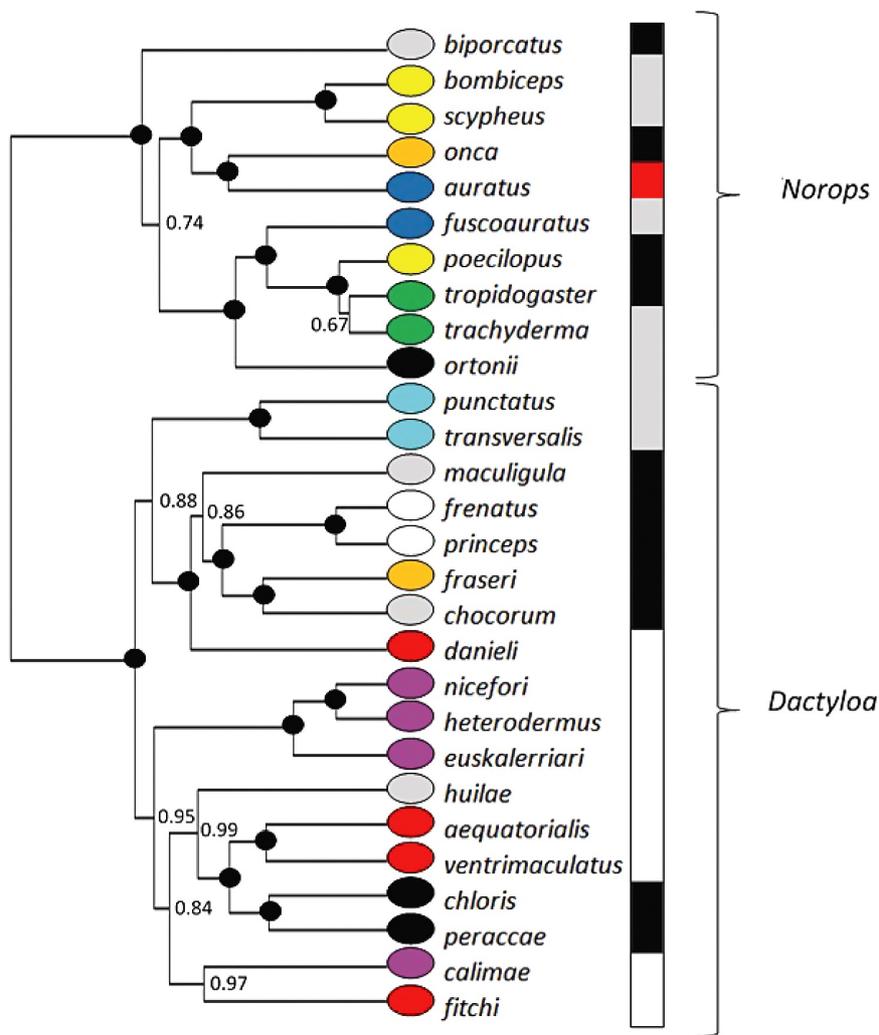
2) Observe a tabela abaixo com as respectivas características de uso de habitat de cada espécie. Baseado nesta tabela, faça uma descrição geral do uso de habitat para cada grupo e compare-os. Você acredita que os grupos morfológicos se sobrepõe quanto à sua ecologia? Descreva uma hipótese sobre o por que isto poderia estar acontecendo. Obs.: para ficar mais fácil de enxergar os padrões, pinte as células ou letras de cada espécie com a respectiva cor de seu grupo e reorganize tabela para que as espécies que pertencem a cada grupo fiquem próximas umas das outras.

Espécie	Microhabitat	Estrato
<i>A. apollinaris</i>	-	-
<i>A. eulaemus</i>	-	-
<i>A. frenatus</i>	tronco	dossel

<i>A. latifrons</i>	tronco	dossel
<i>A. princeps</i>	tronco	dossel
<i>A. calimae</i>	arbustos	sub-bosque
<i>A. euskalerruari</i>	arbustos	sub-bosque
<i>A. menta</i>	-	-
<i>A. nicefori</i>	arbustos	sub-bosque
<i>A. solitarius</i>	-	-
<i>A. punctatus</i>	tronco	dossel
<i>A. transversalis</i>	tronco	dossel
<i>A. vaupesianus</i>	tronco	dossel e sub-bosque

3) De acordo com o que você aprendeu na aula de seleção de hábitat, discuta os resultados obtidos a partir da análise de variáveis morfológicas e ecológicas. Para responder esta questão considere: (1) as espécies analisadas ocorrem em simpatria com outras espécies do gênero *Anolis*; (2) o ambiente é homogêneo, ou seja, a disponibilidade dos diferentes tipos de estratos e microhabitats é igual.

4) Observe a filogenia das espécies do gênero *Anoles* da Colômbia construída por Moreno-Arias et al. (2016) e discuta sobre como pode ter decorrido a evolução destes caracteres ecomorfológicos. Observação: as cores representam diferentes morfotipos.



5) Sabe-se que as menores ilhas do Caribe, conhecidas como Antilhas menores apresentam de uma a duas espécies de lagartos do gênero *Anolis*. Em ilhas com duas espécies, estas apresentam dois extremos de tamanho, ou seja, uma pequena e outra grande respectivamente, enquanto aquelas que apresentam somente uma espécie, esta apresenta tamanho intermediário. Sabendo disso, formule um experimento para responder:

- Por que algumas ilhas abrigam apenas uma espécie?
- Nas ilhas em que há mais de uma espécie, como você testaria a hipótese de que elas utilizam microhabitats diferentes?
- Com o que você explicaria um resultado em que duas espécies não diferissem significativamente em termos de uso de micro-habitat?

Para responder estas perguntas, considere: (I) O tamanho e distância em relação ao continente varia entre as ilhas; (II) todas as ilhas são heterogêneas quanto à vegetação; (III) a composição da dieta das espécies depende do tamanho das mesmas.

REFERÊNCIAS

Hiller, U. 1975. Comparative studies on the functional morphology of two gekkonid lizards. *Journal of the Bombay Natural History Society* 73:278–282.

Losos, J.B. 2011. *Lizards in an Evolutionary Tree: the Ecology of Adaptive Radiation in Anoles*. 2009, Berkeley: University of California Press.

Losos, J.B. 2017. *Improbable destinies: Fate, chance, and the future of evolution*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Moreno-Arias, R.A. & M.L. Calderón-Espinosa. 2016. Patterns of morphological diversification of mainland *Anolis* lizards from northwestern South America. *Zoological Journal* 176: 632–647.

Nicholson, K.E., R.E. Glor, J. J. Kolbe, A. Larson, S.B. Hedges & J.B. Losos. 2005. Mainland colonization by island lizards. *Journal of Biogeography* 32:929–938.

Williams, E.E. 1972. The origin of faunas. Evolution of lizard congeners in a complex island. fauna: A trial analysis. Evolutionary Biology 6:47–89.

Apêndices

O que é uma análise de agrupamento?

A análise de agrupamento hierárquico produz um 'dendrograma' mostrando como os pontos de dados (linhas) podem ser agrupados. Para construção deste dendrograma podem ser utilizados diferentes algoritmos e métricas de similaridade ou dissimilaridade. Nesta prática utilizamos a métrica de distância Euclidiana para verificar a distância morfológica entre as espécies.

Por que utilizar a distância Euclidiana?

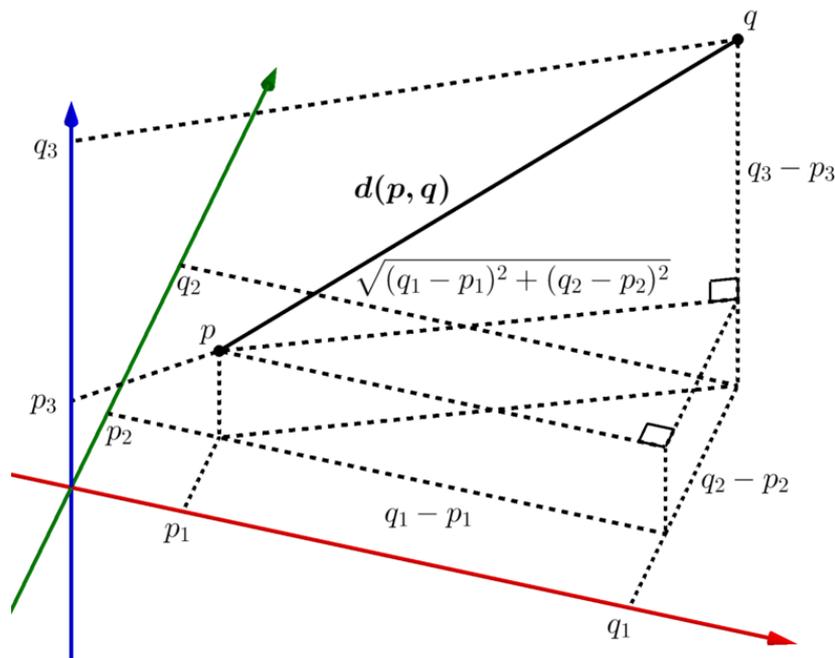
Esta medida de dissimilaridade mostra distância geométrica no espaço multidimensional entre dois pontos. Em outras palavras, a métrica calcula a distância entre pontos **p** e **q** em linha reta em diversas dimensões.

Para o cálculo de distância Euclidiana em espaço bidimensional:

$$D(p,q) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2}$$

Para o cálculo de distância Euclidiana em espaço multidimensional:

$$D(p,q) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + (q_n - p_n)^2}$$



O que faz uma análise de coordenadas principais?

A análise de agrupamento traz resultados na forma de pareamento entre os pontos de dados, já a análise de coordenadas principais torna possível uma outra perspectiva, em um espaço n-dimensional (como demonstrado na figura acima). Em outras palavras é possível enxergar de forma mais clara como estes pontos estão distribuídos no espaço. Em nossa atividade nós escolhemos os dois primeiros eixos gerados pela análise por dois motivos: (1) Os primeiros eixos de uma análise de ordenação, como a análise de coordenadas principais, são os mais explicativos, pois contém a maior parte da variação dos

dados; (2) não seria possível gerar um gráfico utilizando todos os eixos então escolhemos aqueles que melhor representam nossos dados.