

Título: Um teste da hipótese de rios como barreira através da análise bioacústica de cantos de *Epipedobates femoralis* (Anura, Dendrobatidae).

Autores: Pedro Ivo Simões¹ (pedroivo@inpa.gov.br), Albertina P. Lima¹ & Adolfo Amézquita² – 1: Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – INPA/UFAM. 2: Depto. de Ciências Biológicas, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colômbia.

Introdução

A hipótese de que grandes rios amazônicos funcionariam como barreiras à dispersão de animais, permitindo a ocorrência de processos de diversificação independentes em populações co-específicas residentes em margens distintas, remonta ao Séc. XIX¹. Estudos utilizando anfíbios anuros para testes dessa hipótese são recentes e estiveram restritos ao rio Juruá, AM, tendo utilizado como parâmetros variações em morfometria e alozimas (para *Vanzolinius discodactylus*, família. Leptodactylidae)² ou análises genéticas moleculares (para *Epipedobates femoralis*, família. Dendrobatidae)³. Para as duas espécies, os estudos mostraram ausência de efeito do rio sobre os padrões de variação desses parâmetros, não sendo detectada a formação de grupos distintos de acordo com as margens em que habitam. Apesar de haver controvérsias quanto à relação entre variabilidade genética e variabilidade acústica em anfíbios, características do canto deveriam estar sujeitas à seleção estabilizadora em diferentes populações de uma mesma espécie, dada sua conexão com processos de seleção sexual^{4,5}. Assim, poderiam ser consideradas medidas adequadas para a inferência de variação interpopulacional e uma alternativa financeiramente acessível para estudos biogeográficos, considerando-se o alto custo de testes que utilizam genética molecular.

Objetivo

O objetivo deste estudo foi determinar a existência de influência do Alto Rio Madeira sobre padrões acústicos do canto de anúncio do anuro *Epipedobates femoralis*.

Material e Métodos

Estabelecemos 17 zonas de coleta em áreas florestais de ambas as margens do Alto Rio Madeira, entre a cidade de Porto Velho (8°43'S / 63°55'W) e a foz do Rio Abunã (9°40'S / 65°25'W), RO. Registramos os cantos de anúncio de machos de *E. femoralis* de 20/11/2004 a 01/02/2005, ao longo do dia, utilizando um gravador Sony WM-D6C e microfone direcional. Coletamos manualmente os espécimes gravados e tomamos medidas de comprimento total do corpo (distância do rostro até o uróstilo) com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01mm. Obtivemos 14 variáveis acústicas a partir das gravações de cada indivíduo, através do *software* Raven 1.2. As variáveis foram testadas para ortogonalidade por Análise de Componentes Principais e para relação com comprimento total dos animais e temperatura do ar no momento da gravação por regressões lineares simples. O comprimento total dos animais foi comparado entre margens através de Análise de Variância (ANOVA). Os padrões de variação foram interpretados a partir de gráficos de dispersão. Realizamos todos os testes através do *software* Systat 8.0.

Resultados e Discussão

Gravamos e coletamos 206 indivíduos de *E. femoralis* (120 na margem esquerda e 86 na margem direita). Em primeira instância, constatamos a existência de dois grupos de populações distintos, divergindo em coloração e número de notas por canto. O primeiro, de coloração ventral branco e preta e cantos de anúncio com 4 notas, ocorreu ao longo de toda a margem direita e na porção oriental da margem esquerda. O segundo, de coloração ventral avermelhada e cantos de anúncio com 2 notas, ocorreu apenas na porção ocidental da margem esquerda. Uma vez que este segundo grupo provavelmente divergiu das demais populações em sua margem por fatores históricos particulares, optamos por retirá-lo (58 indivíduos de 5 zonas de coleta) das análises. A Análise de Componentes Principais mostrou que os vetores gerados pelas variáveis temporais (durações de notas e intervalos) e espectrais (frequências) são ortogonais entre si, podendo ser utilizadas quaisquer variáveis isoladas em lugar dos componentes principais. Optamos então, por proceder com métodos univariados mais simples, em detrimento de análises multivariadas, de interpretação mais difícil. Gráficos de dispersão utilizando valores de variáveis temporais e espectrais como eixos mostraram padrões consistentes de agrupamento entre populações

provenientes de uma mesma margem. Entretanto, o comprimento total do corpo variou significativamente entre margens ($r = 0,382$, $P < 0,001$), sendo os animais da margem direita geralmente maiores que os da margem esquerda. Encontramos forte relação entre variáveis espectrais e o comprimento total do corpo ($r > 0,21$, $P < 0,001$). Gráficos de dispersão utilizando o comprimento total do corpo no eixo X e variáveis espectrais no eixo Y mostraram que 2 dos 11 casos analisados desviaram fortemente do padrão de distribuição geral, sugerindo que a relação entre o comprimento total do corpo e as variáveis espectrais não seja linear ou uniforme entre as zonas de coleta. Violadas as premissas de linearidade entre as variáveis estudadas, testes estatísticos são inadequados, o que invalida a utilização das variáveis acústicas espectrais isoladamente como indicadores de divergência significativa entre grupos. Não houve relação entre variáveis temporais e comprimento total do corpo. Regressões destas variáveis contra temperatura mostraram-se inconsistentes entre zonas de coleta, sugerindo dependência destas variáveis de fatores alheios aos abordados pelo estudo. Apesar de as análises apontarem grupos que compartilham de maior similaridade de acordo com a margem em que habitam, devido a forte relação de natureza não-linear de algumas variáveis espectrais com tamanho, não é possível determinar seguramente através de variáveis acústicas se há influência do rio sobre padrões de divergência entre populações residentes em margens distintas do Alto Rio Madeira. As populações encontradas na margem direita do rio são maiores que aquelas da margem esquerda, mas variações em tamanho podem ser decorrentes de fatores ambientais e não de fatores exclusivamente evolutivos. Entretanto, as zonas amostradas não demonstravam variações ambientais perceptíveis, sendo possível que o tamanho dos animais seja determinado parcialmente por algum componente genético, o que apontaria um efeito do rio. Evidências do funcionamento do Alto Rio Madeira como barreira para a dispersão de *E. femoralis* são a restrição do grupo com canto de anúncio de 2 notas à margem esquerda e a formação de agrupamentos de maior semelhança quando utilizamos variáveis morfológicas independentes de tamanho (dados não publicados).

Conclusão:

Concluimos que mecanismos complementares à hipótese de rios como barreira são necessários para explicar os padrões de divergência acústica entre indivíduos de *E. femoralis* em localidades do Alto Rio Madeira.

Referências Bibliográficas

- 1- Patton, J. L., Silva, M. N. F. & Malcolm, J. R. 2000. Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 44: 1-305.
 - 2- Gascon, C., Loughheed, S. C. & Bogart, J. P. 1996. Genetic and morphological variation in *Vanzolinius discodactylus*: a test of the river hypothesis of speciation. *Biotropica* 28(3): 376-387.
 - 3- Loughheed, S. C., Gascon, C., Jones, D. A., Bogart, J. P. & Boag, P. T. 1999. Ridges and rivers: a test of competing hypothesis of Amazonian diversification using a dart-poison frog (*Epipedobates femoralis*). *Proc. R. Soc. Lond.* 266: 1829-1835.
 - 4- Heyer, W. R. & Y. R. Reid. 2003. Does advertisement call variation coincide with genetic variation in the genetically diverse frog taxon currently known as *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Leptodactylidae)? *An. Acad. Bras. de Ciên.* 75(1): 39-54.
 - 5- Tárano, Z. 2001. Variation in male advertisement calls in the neotropical frog *Physalaemus enesefae*. *Copeia*, 2001(4): 1061-1072.
- (Agradecemos a Bill Magnusson pela ajuda com as análises estatísticas, a Luciana Erdtmann pela ajuda com o *Raven 1.2* e a Walter Hödl por críticas e auxílio em campo. A Furnas Centrais Elétricas S.A., Fundação Djalma Batista e Austrian Science Foundation – P.15345/2002-2005 - pelo financiamento. P.I. Simões é bolsista da CAPES, processo N° 12002011003MO)