

MARÍLIA PALUMBO GAIARSA

Definindo prioridades de conservação em grupos monofiléticos: um estudo de caso com uma linhagem de serpentes neotropicais

Setting conservation priorities within monophyletic groups: a case study with a Neotropical snake lineage

São Paulo

2010

RESUMO

Devido à atual crise da biodiversidade e à falta de recursos destinados à conservação, as espécies ameaçadas devem ser diferenciadas umas das outras para que aquelas sob maior risco possam receber atenção antes. Dentro de uma mesma linhagem, as espécies terão diferentes importâncias relativas para a conservação da diversidade evolutiva e ecológica, atual e passada. Propomos aqui uma nova abordagem ao criar um índice de priorização (PI) que possa ser utilizado em grupos monofiléticos, e que considere conjuntamente características de história de vida, singularidade ecológica e grau de distinção filogenética. Nossa linhagem modelo foi a tribo Pseudoboini, um grupo de serpentes neotropicais para o qual compilamos informações disponíveis na literatura, informações fornecidas por outros pesquisadores e dados originais coletados em coleções científicas. Para criar o PI combinamos três diferentes índices: vulnerabilidade à extinção (IVE), singularidade ecológica (EO) e grau de distinção filogenética (PD). O IVE foi calculado a partir da média do ranqueamento das espécies de acordo com sete fatores que afetam a sobrevivência das populações de serpentes (tamanho corporal, fecundidade média, amplitude alimentar, distribuição geográfica, amplitude de utilização de habitats, amplitude altitudinal e habilidade de persistir em ambientes alterados). O EO considera a distância absoluta do fenótipo de uma determinada espécie em relação ao fenótipo mais comum na linhagem (calculado para tamanho corporal, fecundidade média, amplitude alimentar e amplitude de utilização de habitats). Já o PD considera o quão relictual uma determinada espécie é. Houve uma grande variação em relação aos dados biológicos dos pseudoboíneos. O IVE foi uniformemente distribuído por toda a Tribo e *Oxyrhopus petola* apresentou o menor IVE. As espécies com maior IVE foram: *Clelia langeri*, *Pseudoboa martinsi*, *Siphlophis compressus*, *Clelia hussami* e *Clelia scytalina*. *Phimophis iglesiassi*, que parece ser a espécie irmã de todos os pseudo-boíneos, apresentou o maior PD. Exceto por *Clelia errabunda*, *Oxyrhopus doliatus*, e *Phimophis chui*, a maior parte das espécies apresentou valores baixos de EO. O menor PI foi apresentado pela espécie *Oxyrhopus melanogenys* e encontramos os maiores valores de PI para as espécies *Phimophis iglesiassi*, *Clelia hussami*, *P. chui*, *C. langeri*, e *C. scytalina*. Apenas duas espécies que apresentaram altos valores de IVE neste estudo estão presentes em listas vermelhas (*Clelia langeri* e *Siphlophis longicaudatus*), além de outras cinco espécies de pseudo-boíneos. Desta forma, futuras avaliações de risco de extinção devem prestar especial atenção a todas estas espécies. Além disso, espécies que apresentaram altos valores de IVE também apresentaram alto grau de distinção filogenética, o que reforça a necessidade de conservação de espécies mais relictuais. Representantes de quase todos os clados dos pseudo-boíneos estão presentes entre as 10 espécies com maiores valores de PI, maximizando a diversidade filogenética dos táxons priorizados. Apesar de não ser possível comparar valores obtidos em estudos com diferentes linhagens (os índices gerados são clado-específicos), quando esta abordagem for aplicada a grupos mais inclusivos de organismos (e.g., famílias e subfamílias), poderá haver uma melhora na qualidade dos processos de priorização.

Palavras-chave: Pseudoboini, índice de priorização, singularidade ecológica, distinção filogenética.

ABSTRACT

Given the present biodiversity crisis and the lack of available resources, threatened species must be differentiated from each other so that those at higher risk can be attended first. Within lineages, species differ in their need for conservation action and in their relative importance for conserving current and ancient ecological and evolutionary diversity. We here propose a new approach to create a priority index (PI) for species within monophyletic groups, by combining life history traits, ecological singularity, and phylogenetic distinctness. Our model lineage was the tribe Pseudoboini, a group of Neotropical snakes for which we gathered literature data, unpublished observations provided by other researchers, as well as original data from museums specimens. To create the PI, we combined three different indices: vulnerability to extinction (IVE), ecological oddity (EO) and phylogenetic distinctness (PD). IVE was calculated by ranking species according to a combination of six factors known to affect snake population survival (body size, mean fecundity, dietary breadth, geographic distribution, altitudinal range, and ability to persist in altered habitats). Ecological oddity, which takes into account the distance of a given trait of a given species in relation to the lineage mean for that trait, was calculated for four characters (body size, mean fecundity, habitat breadth, and dietary breadth), and PD takes into account how relictual a given species is. There was a great amount of variation in the biological variables among pseudoboines. IVE was evenly distributed across the Tribe. *Oxyrhopus petola* presented the lowest IVE and *Clelia langeri* the highest. Besides the latter, five additional species showed high IVEs: *Pseudoboa serrana*, *Clelia scytalina*, *Clelia hussami*, *Siphlophis compressus*, and *Pseudoboa martinsi*. *Phimophis iglesi*, which seems to be the sister species of all pseudoboines, showed the highest PD. Except for *Clelia errabunda*, *Oxyrhopus doliatus*, and *Phimophis chui*, most species presented low EO values. The lowest PI was obtained for *Oxyrhopus melanogenys* and the highest for *Phimophis iglesi*. Besides the latter, *Clelia hussami*, *P. chui*, *C. langeri*, and *C. scytalina* also presented high PIs. Only two species with high IVE in our study are included in red lists (*Clelia langeri* and *Siphlophis longicaudatus*), and five additional species appeared with high IVEs; thus, all these species should receive special attention in future assessments of extinction risk. Species with higher vulnerability to extinction were also those with higher phylogenetic distinctness, reinforcing the importance of conserving relictual species. Representatives from almost all clades within the pseudoboines are listed amongst the ten higher PI values, what maximizes the phylogenetic diversity of the prioritized taxa. Although it is not possible to compare values obtained in studies with different lineages (the indices generated are clade-specific), when extended to more inclusive lineages within a group of organisms (e.g., subfamilies, families) this approach might enhance the quality of future prioritization processes.

Keywords: Pseudoboini, priority index, ecological oddity, phylogenetic distinctness.

INTRODUÇÃO GERAL

Um dos principais desafios para a conservação da biodiversidade consiste em prever o declínio de uma espécie com base em sua vulnerabilidade à extinção, buscando aumentar suas perspectivas de sobrevivência (Caughley 1994, Regan et al. 2004). A partir de informações sobre a biologia das espécies, bem como das ameaças às quais estão sujeitas, são criadas as listas de espécies ameaçadas, cujos objetivos incluem chamar a atenção para espécies com maior risco de extinção, ressaltar os fatores que podem levar as populações ao declínio e fornecer subsídios para direcionar programas de conservação (Mace & Lande 1991, Collar 1996).

Devido à atual crise da biodiversidade e à falta de recursos destinados à conservação (Brooks et al. 2002), as espécies ameaçadas devem ser diferenciadas umas das outras para que aquelas sob maior risco possam receber atenção antes. Desta forma, é necessário priorizar os esforços de conservação (Pimm et al. 1998, Wilson et al. 2006), o que Vane-Wright e colaboradores (1991) chamaram de “a agonia da escolha” (“agony of choice”). A partir de informações sobre níveis de ameaça, endemismo e riqueza de espécies já foram identificadas algumas áreas prioritárias para a conservação (e.g. *Hotspots* da Biodiversidade, Mittermeier et al. 1998, Myers et al. 2000; áreas prioritárias para conservação, MMA 2007), e há uma crescente preocupação em relação às espécies (e.g. Stattersfield et al. 1998, Redding et al. 2010, Machado et al. 2008).

As espécies enfrentam diferentes riscos de extinção em vista de seus atributos, tais como distribuição geográfica, necessidades em relação à qualidade de seu habitat e tamanho populacional. A destruição dos habitats é a principal causa da extinção de espécies (Pimm et al. 1995, IUCN 2009), mas a vulnerabilidade destas à extinção pode também estar relacionada a características próprias de sua história natural (e.g., McKinney 1997, Purvis et al. 2000). Os fatores intrínsecos mais frequentemente considerados incluem especializações ecológicas (e.g., em dieta ou habitats; McKinney 1997), distribuição geográfica restrita (Rabinowitz et al. 1986, Dodd 1993, Purvis et al. 2000, Cardillo et al. 2008) e atributos de história de vida que diminuem a taxa com a qual novos indivíduos são recrutados nas populações (e.g., maturação sexual tardia, pequeno tamanho da ninhada, grande tamanho do corpo, entre outros; para revisões veja McKinney 1997, Purvis et al. 2000).

O sistema de classificação de vulnerabilidade à extinção de espécies mais utilizado é o da IUCN. Este sistema se baseia em regras e utiliza critérios quantitativos que têm

como base princípios da biologia de populações, como tamanho e crescimento populacional, qualidade do habitat e estimativas do risco de extinção em tempo definido (IUCN 2001). Além do sistema da IUCN, índices baseados em pontuações criados com base em características intrínsecas e extrínsecas que afetam a vulnerabilidade à extinção das espécies também podem ser utilizados para avaliar o risco à extinção de uma espécie. A partir de pontuações atribuídas a cada espécie podem ser criados rankings de prioridade para a conservação (e.g., Millsap et al. 1990, Filippi & Luiselli 2000, França & Araújo 2006, Santos et al. 2007). Tais rankings podem ser úteis pois além de permitir que os táxons sejam comparados de forma mais objetiva (Millsap et al. 1990, Todd & Burgman 1998), as variáveis podem ser facilmente definidas e os resultados são fáceis de interpretar (Beissinger et al. 2000).

Quando consideramos espécies de uma mesma linhagem, podemos quantificar a biodiversidade a partir da diversidade de caracteres (Faith 1992, Purvis & Hector 2000), por meio de sua “singularidade ecológica” (*ecological oddity*), sendo o grau de singularidade definido como a distância absoluta do fenótipo de uma determinada espécie em relação ao fenótipo mais comum na linhagem (Redding et al. 2010). Desta forma, quanto mais distinta uma espécie é em relação às outras espécies de uma linhagem, maior sua singularidade ecológica.

Já foi também proposto que o cálculo da biodiversidade (May 1990) deveria considerar a representação da história evolutiva de um grupo (Faith 1992, 2002), supondo que esta medida representaria a diversidade de características relictuais. Assim, o grau de distinção de uma espécie seria inversamente proporcional à sua proximidade às demais espécies de uma linhagem e ao número relativo de espécies próximas (Owens & Bennett 2000; para diferentes abordagens veja May 1990, Vane-Wright et al. 1991, Heard & Mooers 2000, Mace et al. 2003, Forest et al. 2007, Steel et al. 2007). O grau de “distinção filogenética” é uma das métricas desenvolvidas para quantificar a história evolutiva de um grupo (PD do inglês *phylogenetic distinctness*; May 1990, Vane-Wright et al. 1991): quanto mais relictual é uma espécie, maior seu PD.

Em virtude das serpentes serem pouco evidentes na natureza (Santos et al. 2006) e da escassez de estudos populacionais de longo prazo para a grande maioria das espécies (Parker & Plummer 1987), seus declínios são difíceis de serem observados, tornando métodos de determinação do estado de conservação e estratégias de manejo difíceis de serem colocados em prática (Dodd 1993). Já foram identificadas algumas características que tendem a tornar as serpentes mais vulneráveis à extinção. Por exemplo, espécies

que apresentam caça por espreita e ausência de combate entre machos (Reed & Shine 2002, Webb et al. 2002), espécies com distribuições geográficas restritas (Filippi & Luiselli 2000, França & Araújo 2006, Reading et al. 2010), espécies visadas pelo tráfico ilegal (Filippi & Luiselli 2000) e aquelas com algum grau de especialização ecológica e/ou baixa fecundidade (Foufopoulos & Ives 1999, Santos et al. 2007, Segura et al. 2007). Alguns autores sugerem ainda que os répteis seriam mais sensíveis a mudanças no habitat quando comparados a outros grupos de vertebrados (Reed & Shine 2002, Santos et al. 2006, 2007).

OBJETIVOS

Em virtude das diferenças morfológicas e de história de vida entre as espécies de uma mesma linhagem, esperamos que estas difiram em relação às ameaças às quais estão sujeitas, bem como em sua vulnerabilidade à extinção, sua singularidade ecológica e distinção filogenética. Assim, dentro de uma mesma linhagem, certamente existem diferenças na necessidade de conservação das diferentes espécies. De forma semelhante, diferentes espécies de uma mesma linhagem terão diferentes importâncias relativas para a conservação da diversidade evolutiva e ecológica, atual e passada. Esta dissertação é composta por um artigo a ser submetido a uma revista da área de conservação no qual criamos um índice de priorização para ser utilizado dentro de grupos monofiléticos, considerando conjuntamente a vulnerabilidade à extinção das espécies, sua singularidade ecológica e seu grau de distinção filogenética. Para tanto, utilizamos uma linhagem neotropical de serpentes (a tribo Pseudoboini) que apresenta grande diversidade biológica (ver abaixo). Esperamos que esta nova abordagem auxilie os esforços de conservação de grupos monofiléticos, diminuindo a “agonia da escolha” (Vane-Wright et al. 1991). Ao final da dissertação, apresentamos uma conclusão geral com as implicações dos resultados obtidos e direcionamentos para estudos futuros.

GRUPO DE ESTUDO

A tribo Pseudoboini (família Dipsadidae, subfamília Xenodontinae, *sensu* Zaher et al. 2009) é composta por serpentes de médio a grande porte (Pizzatto & Marques 2002, Scott Jr. et al. 2006) e compreende 47 espécies distribuídas em nove gêneros (*Boiruna*, *Clelia*, *Drepanoides*, *Mussurana*, *Oxyrhopus*, *Phimophis*, *Pseudoboa*, *Rhachidelus* e *Siphlophis*). Ocorre em grande parte dos neotrópicos, desde o México até a Argentina (Jenner & Downling 1985, Ferrarezi 1994, Uetz 2007), com 34 espécies no Brasil (SBH

2009). A maior parte dos pseudoboine se alimenta de lagartos e pequenos mamíferos, mas também existem espécies especialistas em diferentes itens alimentares (e.g., lagartos, *Siphlophis* spp., *Pseudoboa nigra*; ovos de squamata, *Drepanoides anomalus*; e ovos de aves, *Rhachidelus brazili*; Cunha & Nascimento 1978, 1993, Vitt & Vangilder 1983, Andrade & Silvano 1996, Martins & Oliveira, 1998, Prudente et al. 1998, Marques et al. 2001, Lema & Pinto 2002, Marques et al. 2005, Orofino et al. 2010, O.A.V. Marques, com. pess.). Além disso, a Tribo é composta por espécies predominantemente terrestres (e.g., *Clelia* spp. e *Boiruna* spp.), mas também existem espécies semi arborícolas (e.g., *Drepanoides anomalus* e *Siphlophis cervinus*) e semi fossoriais (e.g., *Phimophis* spp.; Cunha & Nascimento 1978, 1993, Martins & Oliveira 1998, Marques et al. 2001, Argôlo 2004, Marques et al. 2005). Esta diversidade ecológica encontrada no grupo faz com que este seja um bom modelo de estudo para o objetivo aqui proposto.

LITERATURA CITADA

- Andrade, R.O. & Silvano, R.A.M. 1996. Comportamento alimentar e dieta da falsa coral *Oxyrhopus guibei* (Serpentes, Colubridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 13(1): 143-150.
- Argôlo, A.J.S. 2004. **As serpentes dos cacauais do sudeste da Bahia**. Ilhéus, Editus.
- Beissinger, S.R., Reed, J.M., Wunderle, J.M., Robinson, S.K. & Finch, D.M. 2000. Report of the aou conservation committee on the partners in flight species prioritization plan. **The Auk**, 117(2): 549-561.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Konstant, W.R., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G. & Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**, 16(4): 909-923.
- Cardillo, M., Mace, G.M., Gittleman, J.L., Jones, K.E., Bielby, J. & Purvis, A. 2008. The predictability of extinction: biological and external correlates of decline in mammals. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 275: 1441-1448.
- Caughley, G. 1994. Directions in conservation biology. **Journal of Animal Ecology**, 63: 215-244.
- Collar, N. 1996. The reasons for Red Data Books. **Oryx**, 30(2): 121-130.

- Cunha, O.R. & Nascimento, F.P. 1978. Ofídios da Amazônia X - As cobras da região leste do Pará, Belém. **Museu Paraense Emílio Goeldi Publicações Avulsas**, 31(1): 1-218.
- Cunha, O.R. & Nascimento, F.P. 1993. Ofídios da Amazônia. As cobras da região leste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 9: 1-191.
- Dodd, C.K. 1993. Strategies for snake conservation. In: **Snakes: Ecology and behavior** (R.A. Seigel & J.T Collins, eds). Nova York, McGraw-Hill Inc., p. 363-394.
- Faith, D.P. 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. **Biological Conservation**, 61: 1-10.
- Faith, D.P. 2002. Quantifying biodiversity: a phylogenetic perspective. **Conservation Biology**, 16(1): 248-252.
- Ferrarezzi, H. 1994. Uma sinopse dos gêneros e classificação das serpentes (Squamata): II. Família Colubridae. In: **Herpetologia no Brasil 1** (L.B. Nascimento, A.T. Bernardes. & G.A. Cotta, eds.). Minas Gerais, Fundação Biodiversitas, p. 81-91.
- Filippi, E. & Luiselli, L. 2000. Status of the Italian fauna and assessment of conservation threats. **Biological Conservation**, 93: 219-225.
- Forest, F., Grenyer, R., Rouget, M., Davies, T.J., Cowling, R.M., Faith, D.P., Balmford, A., Manning, J.C., Procheş, S., Van Der Bank, M., Reeves, G., Hedderson, T.A.J. & Savolainen, V. 2007. Preserving the evolutionary potential of floras in biodiversity hotspots. **Nature**, 445 (7129): 757-60.
- Foufopoulos, J. & Ives, A.R. 1999. Reptile extinctions on land-bridge islands: life-history attributes and vulnerability to extinction. **The American Naturalist**, 153(1): 1-25.
- França, F.G.R. & Araújo, A.F.B. 2006. The conservation status of snakes in central Brazil. **South American Journal of Herpetology**, 1(1): 25-36.
- Heard, S.B. & Mooers, A.Ø. 2000. Phylogenetically patterned speciation rates and extinction risks change the loss of evolutionary history during extinctions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 267: 613-620.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2001. **IUCN Red List categories and criteria**, Version 3.1. IUCN Species Survival Commission, Gland.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2009. **Wildlife in a changing world**. An analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. (J.C. Vié, C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart, eds.).

- Jenner, J.V. & Dowling, H.G. 1985. Taxonomy of American Xenodontine snakes: the tribe Pseudoboini. **Herpetologica**, 41: 161-172.
- Lema, T. & Pinto, C. 2002. Comportamento alimentar e dieta de serpentes, gêneros *Boiruna* e *Clelia* (Serpentes, Colubridae). **Iheringia**, 92(2): 9-19.
- Mace, G.M., Gittleman, J.L. & Purvis, A. 2003. Preserving the tree of life. **Science**, 300(5626): 1707-1709.
- Mace, G.M. & Lande, R. 1991. Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. **Conservation Biology**, 5(2): 148-157.
- Machado, A.B.M., Drummond, G.M. & Paglia, A.P. 2008. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Minas Gerais, Fundação Biodiversitas.
- Marques, O.A.V., Eterovic, A. & Sazima, I. 2001. **Serpentes da Mata Atlântica: guia ilustrado para a Serra do Mar**. Ribeirão Preto, Holos Editora.
- Marques, O.A.V., Eterovic, A., Strussmann, C. & Sazima, I. 2005. **Serpentes do Pantanal: guia ilustrado**. Ribeirão Preto, Holos Editora.
- Martins, M. & Oliveira, E. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus Region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, (2): 78-150.
- May, R.M. 1990. Taxonomy as Destiny. **Nature**, 347: 129-30
- Mckinney, M.L. 1997. Extinction vulnerability and selectivity: combining ecological and paleontological views. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 28: 495-516.
- Millsap, B.A., Gore, J.A., Runde, D.E. & Cerulean, S.I. 1990. Setting priorities for the conservation of fish and wildlife species in Florida. **Wildlife Monographs**, 111: 1-57.
- Mittermeier, R.A., Myers, M., Thomsen, J.B., Fonseca, G.A.B. & Olivieri, S. 1998, Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. **Conservation Biology**, 12: 516-520.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007.** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília, MMA.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, 853-858.

- Orofino, R.P., Pizzatto, L. & Marques, O.A.V. 2010. Reproductive biology and food habits of *Pseudoboa nigra* (Serpentes: Dipsadidae) from the Brazilian cerrado. **Phyllomedusa**, 9: 53-61.
- Owens, I.P. & Bennett, P.M. 2000. Quantifying biodiversity: a phenotypic perspective. **Conservation Biology**, 14(4): 1014-1022.
- Parker, W.S. & Plummer, M.V. 1987. Population ecology. In: **Snakes: Ecology and Evolutionary Biology** (R.A. Seigel, J.T. Collins & S.S. Novak, eds.). Nova York, McGraw Hill, p. 253–301.
- Pimm, S.L., Jones, H.L. & Diamond, J. 1988. On the risk of extinction. **The American naturalist**, 132(6): 757-785.
- Pimm, S.L., Russell, G.J., Gittleman, J.L. & Brooks, T.M. 1995. The future of biodiversity. **Science**, 269(9): 347-350.
- Pizzatto, L. & Marques, O.A.V. 2002. Reproductive Biology of the false coral snake *Oxyrhopus guibei* (Colubridae) in Southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, 23: 495-504.
- Prudente, A.L.C., Moura-Leite, J.C. & Morato, S.A.A. 1998. Alimentação das espécies de *Siphlophis fitzinger* (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae, Pseudoboini). **Revista Brasileira de Biologia**, 15(2): 375-383.
- Purvis, A. & Hector, A. 2000. Getting the measure of biodiversity. **Nature**, 405(6783): 212-9.
- Purvis, A., Gittleman J.L., Cowlishaw G. & Mace G.M. 2000. Predicting extinction risk in declining species. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 267: 1947–1952.
- Rabinowitz, D.S., Cairns, S. & Dillon, T. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of British Isles. In: **Conservation Biology: the science of scarcity and diversity** (M.E. Soulé, ed.). Massachusetts, Sinauer Associates, p.182-204.
- Reading, et al. 2010. Are snake populations in widespread decline? **Biology Letters**. doi:10.1098/rsbl.2010.0373.
- Redding, D.W., DeWolff, C.V. & Mooers, A.Ø. 2010. Evolutionary distinctiveness, threat status, and ecological oddity in primates. **Conservation Biology**, 24(4): 1052-8.

- Reed, R.N. & Shine, R. 2002. Lying in wait for extinction: ecological correlates of conservation status among Australian elapid snake. **Conservation Biology**, 16(2): 451–461.
- Regan, T.J., Master, L.L. & Hammerson, G.A. 2004. Capturing expert knowledge for threatened species assessments: a case study using NatureServe conservation status ranks. **Acta Oecologica**, 26(2): 95-107.
- Santos, X., Brito, J.C., Sillero, N., Pleguezuelos, J.M., Llorente, G.A., Fahad, S. & Parellada, X. 2006. Inferring habitat-suitability areas with ecological modelling techniques and GIS: a contribution to assess the conservation status of *Vipera latastei*. **Biological Conservation**, 130: 415-425.
- Santos, X., Brito, J.C., Pleguezuelos, J.M & Llorente, G.A. 2007. Comparing Filippi and Luiselli's (2000) method with a cartographic approach to assess the conservation status of secretive species: the case of the Iberian snake-fauna. **Amphibia-Reptilia**, 28: 17-23.
- SBH (Sociedade Brasileira de Herpetologia). **Lista Brasileira de Anfíbios e Répteis**. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/> (Acesso em novembro, 2009).
- Scott Jr., N.J., Giraud, A.R., Scrocchi, G., Aquino, A.L., Cacciali, P. & Motte, M. 2006. The genera *Boiruna* and *Clelia* (Serpentes: Pseudoboini) in Paraguay and Argentina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 46(9): 77-105.
- Segura, C., Feriche, M., Pleguezuelos, J.M & Santos, X. 2007. Specialist and generalist species in habitat use: implications for conservation assessment in snakes. **Journal of Natural History**, 41(41-44): 2765-2774.
- Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. & Wege, D.C. 1998. **Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation**. Cambridge, UK, Birdlife International.
- Steel, M., Mimoto, A. & Mooers, A.Ø. 2007. Hedging our bets: the expected contribution of species to future phylogenetic diversity. **Evolutionary Bioinformatics**, 2007(3): 237-44.
- Todd, C.R & Burgman, M.A. 1998. Assessment of Threat and Conservation Priorities under Realistic Levels of Uncertainty and Reliability. **Conservation Biology**, 12(5): 966-974.
- Uetz, P. 2007. **The new reptile database**. Disponível em <http://www.reptile-database.org>. Zoological Museum Hamburg, Hamburg, Hamburg, Germany.

- Vane-Wright, R., Humphries, C. & Williams, P. 1991. What to protect?—Systematics and the agony of choice. **Biological Conservation**, 55(3): 235-254
- Vitt, L.J. & Vangilder, L.D. 1983. Ecology of a snake community in northeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, 4: 273-296.
- Webb, J.K., Brook, B.W. & Shine, R. 2002. What makes a species vulnerable to extinction? Comparative life-history traits of two sympatric snakes. **Ecological Research**, 17(1): 59-67.
- Wilson, K.A., McBride, M.F., Bode, M. & Possingham, H.P. 2006. Prioritizing global conservation efforts. **Nature**, 440: 337-340.
- Zaher, H., Grazziotin, F.G., Cadle, J.E., Murphy, R.W., Moura-Leite, J.C. & Bonatto, S.L. 2009. Molecular phylogeny of advanced snakes (Serpentes, Caenophidia) with an emphasis on South American Xenodontines: a revised classification and descriptions of new taxa. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 49(11): 115-153.

CONCLUSÃO GERAL

Embora tenhamos acumulado uma grande quantidade de informações sobre os pseudoboíneos (por meio de exame de exemplares de coleções, levantamento bibliográfico e consulta a especialistas), ainda existem espécies praticamente desconhecidas. Por exemplo, não foi possível encontrar informações sobre a biologia de três espécies (*Oxyrhopus erdisii*, *O. fitzingeri* e *O. marcapatae*) e os dados disponíveis para outras (*Clelia equatoriana*, *C. errabunda*, *Oxyrhopus doliatus* e *Phimophis scriptorcibatus*) são ainda muito escassos, o que praticamente inviabiliza avaliações de risco de extinção.

Nossos resultados indicam que a tribo Pseudoboini compreende de fato um grupo ecologicamente diverso, com espécies de pequeno a grande porte, fecundidade relativamente baixa, alto grau de especialização em diferentes itens alimentares e ampla distribuição geográfica. Apenas cinco espécies estão presentes em listas vermelhas: três no Rio Grande do Sul (*Clelia plumbea*, Vulnerável; *Pseudoboa haasi*, Vulnerável, e *Siphlophis longicaudatus*, Ameaçada; Marques et al. 2002), uma em São Paulo (*Mussurana montana*, Vulnerável; São Paulo 2008), e uma na lista vermelha nacional da Bolívia (*Clelia langeri*, Vulnerável; Baudoin 2010).

Ainda que tenhamos encontrado uma grande diversidade de características de história de vida na Tribo estudada, dois terços das espécies apresentaram valores relativamente baixos de singularidade ecológica. Apenas as espécies *Clelia errabunda*, *Oxyrhopus doliatus* e *Phimophis chui* apresentaram alto grau de singularidade ecológica. No entanto, o índice de vulnerabilidade à extinção (IVE) e o grau de distinção filogenética (PD) foram mais uniformemente distribuídos (exceto pelas espécies *Clelia langeri*, IVE = 27.4, e *Phimophis iglesiassi*, PD = 10.0). Além disso, as espécies que apresentaram altos valores de PD também apresentaram altos valores de IVE, o que reforça a importância da conservação de espécies mais relictuais. As espécies que apresentaram maiores índices de priorização (PI) foram: *Phimophis iglesiassi*, *Clelia hussami*, *P. chui*, *C. langeri* e *C. scytalina*.

Na atual “era da extinção” somos confrontados com a agonia da escolha (Vane-Wright et al. 1991), tendo que decidir quais espécies serão salvas e quais serão perdidas (Heard & Mooers 2000, Posadas et al. 2001). Visando auxiliar na priorização de espécies, a abordagem aqui utilizada considera não só a vulnerabilidade à extinção das espécies da linhagem estudada (e.g., Filippi & Luiselli 2000, França & Araújo 2006),

como também sua história evolutiva (e.g., May 1990, Vane-Wright et al. 1991) e seu grau de singularidade ecológica (c.f. Redding et al. 2010). Apesar de não ser possível comparar valores entre estudos com diferentes linhagens (os índices gerados são específicos a cada linhagem), quando for aplicada a grupos mais inclusivos de organismos (e.g., famílias e subfamílias), esta abordagem poderá melhorar a qualidade dos processos de priorização.

LITERATURA CITADA

- Baudoin, M.W. 2010. Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. **Ecología en Bolivia**, 45: 77-78.
- Filippi, E. & Luiselli, L. 2000. Status of the Italian fauna and assessment of conservation threats. **Biological Conservation**, 93: 219-225.
- França, F.G.R. & Araújo, A.F.B. 2006. The conservation status of snakes in central Brazil. **South American Journal of Herpetology**, 1: 25-36.
- Heard, S.B. & Mooers, A.Ø. 2000. Phylogenetically patterned speciation rates and extinction risks change the loss of evolutionary history during extinctions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 267: 613-620.
- Marques, A.A.B., Fontana, C.S., Vélez, E., Bencke, G.A., Schneider, M. & Reis R.E. (orgs.). 2002. **Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. FZB/MCT PUCRS/PANGEA, Porto Alegre, 52p.
- May, R.M. 1990. Taxonomy as Destiny. **Nature**, 347: 129-30
- Posadas, P., Esquivel, D.R.M. & Crisci, J.V. 2001. Using phylogenetic diversity measures to set priorities in conservation: an example from southern South America. **Conservation Biology**, 15: 1325-1334.
- Redding, D.W., Dewolff, C.V. & Mooers, A.Ø. 2010. Evolutionary distinctiveness, threat status, and ecological oddity in primates. **Conservation biology**, 24: 1052-8.
- São Paulo, 2008. **Decreto 53.494**, 2/10/2008.
- Vane-Wright, R., Humphries, C. & Williams, P. 1991. What to protect?—Systematics and the agony of choice. **Biological Conservation**, 55: 235-254.