



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO DE SERPENTES DO BIOMA CAATINGA

Wáldima Alves da Rocha

Orientador: Reuber Albuquerque Brandão

Coorientadora: Thaís Guedes

Tese apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zoologia como
requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor em Zoologia.

Março de 2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

Tese de Doutorado

“Padrões de distribuição e conservação de serpentes da Caatinga”

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão
Presidente
FT/Unb

Dr. Fabricius M. C. B. Domingos
Membro titular
UNEMAT

Prof. Dr. Ricardo Bomfim
Membro titular
ECO/UNB

Prof. Dr. Emerson Vieira
Membro titular
ECO/UNB

Prof. Dr. Pedro de Podestá
Membro titular
ZOO/Unb

Prof. Dr. Jader Marinho
Membro titular
ZOO/Unb

Brasília, 31 de Março de 2017.

*“Chão cortado num mosaico ocre de quase ferida
Folhas secas, crocantes de clorofila arruinada.
Animais esquálidos de futuro cadavérico.
Homens e mulheres a viver sob a ditadura dos raios solares.
Mandacarus-oásis e águas ausentes.
Uma vontade resistente, feito xiquexique,
De lavar a alma e mudar o presente”.*

(Danclads Lins de Andrade).

Agradecimentos

À Pós Graduação em Zoologia da Universidade de Brasília - UNB;

Ao meu orientador Dr. Reuber Albuquerque Brandão, pela orientação, enorme paciência, inestimável ajuda em todas as fases do trabalho e por sua amizade;

A Universidade Federal do Piauí – UFPI pela Licença de Afastamento Processo N° 1912/1401/10;

Ao Dr. Eraldo, Dr. Débora Silvano, Dr. Paula Valdujo e Maitê (Maria Teresa), pelo auxílio com o ArcGis, ajuda nas análises dos dados e auxílio com os programas de imagens. Ao Dr. Leonardo Ribeiro que me deu acesso à coleção de serpentes da UNIVASF.

A Dr. Thaís Guedes, minha co-orientadora, que mesmo a distancia confiou em mim e dividiu suas ideias e planos para as serpentes da Caatinga.

Aos colegas e companheiros de Laboratório de Fauna e Conservação (LAFUC) Andrea Lira, Daniele, Emayre, José, João Gabriel, Samara, Guiban (Guilherme), Fajardo (Guilherme), Glendinho, Paulinha, Renatinha, Millena, Beatriz, Nayara, Tarcilla, Mariana, Tainá e Tatá (Renata) pelo agradável convívio, pela amizade, ajuda sempre que preciso, por inúmeras conversas super científicas e pelos bons momentos de risadas;

A Tatá, Reuber e Raul pela acolhida em sua casa na minha chegada a Brasília e agora na minha saída, me sinto em casa quando estou com vocês;

Aos grandes amigos Marcélia, Vitor Hugo, Josenilia, Paulinha Carol, Paulinha Cris, Cledinaldo, Cleuton, Elinete, Crisalda, Carol Lunna, Paulo Victor, Iana e Tereza pela amizade incondicional, perto ou longe sei que sempre contei com a força ou uma palavra de carinho nos momentos mais difíceis;

Aos meus pais Rocha e Jesus, meus queridos irmãos Lênio, Wivian e Wanessa, pelo apoio de sempre e por aguentarem bem minha ausência.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMO | 7 |
| ABSTRACT | 8 |
| INTRODUÇÃO GERAL | 9 |
| Referências bibliográficas | 15 |
| Figuras | 22 |
| | |
| CAPÍTULO I - Padrões de distribuição de serpentes da Caatinga | 23 |
| Introdução | 24 |
| Materiais e métodos | 27 |
| Resultados | 31 |
| Discussão | 36 |
| Referências bibliográficas | 40 |
| Tabelas | 46 |
| Figuras | 47 |
| | |
| CAPÍTULO II - Diversidade Filogenética de serpentes da Caatinga | 50 |
| Introdução | 51 |
| Materiais e métodos | 54 |
| Resultados | 56 |
| Discussão | 57 |
| Referências bibliográficas | 60 |
| Tabelas | 67 |
| Figuras | 67 |
| | |
| CAPÍTULO III - Planejamento Sistemático da Conservação na Definição de Áreas prioritárias para a conservação das serpentes do Bioma caatinga | 71 |
| Introdução | 72 |
| Metodologia | 74 |
| Resultados | 78 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| Discussão | 80 |
| Referências bibliográficas | 83 |
| Tabelas | 87 |
| Figuras | 89 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 90 |

RESUMO

O bioma Caatinga foi durante anos uma das regiões de menor interesse científico no Brasil. A ideia de uma fauna depauperada e pobre em endemismos contribuiu com essa falta de interesse até o início da década de 90. Atualmente, sabemos que a Caatinga possui uma fauna relativamente rica e caracterizada por uma expressiva presença de elementos endêmicos. No entanto, muito de seu território, principalmente sua área central, continua apresentando uma amostragem deficiente para a herpetofauna em geral. A Caatinga apresenta um baixo número de reservas de proteção integral, com isso poucas espécies estão sob proteção e correm risco de perda hábitat por desmatamento, queimadas e avanço da monocultura. Diante da necessidade de avançar no conhecimento das serpentes deste bioma, este estudo teve como objetivos principais entender os padrões de distribuição das serpentes da Caatinga e que fatores explicam esses padrões, avaliar o estado atual de conservação deste grupo e identificar áreas prioritárias para a conservação. No Capítulo 1, observamos padrões de distribuição das serpentes da Caatinga e suas relações com as subdivisões de ecorregiões do bioma, e utilizando modelagem de distribuição potencial da ocorrência das espécies, nós identificamos áreas de expressiva diversidade dentro do bioma e identificamos as variáveis bioclimáticas mais relevantes para explicar essas áreas de alta diversidade. No Capítulo 2, usamos a distribuição das serpentes associadas a uma árvore filogenética para identificar áreas de endemismo filogenético. No Capítulo 3, utilizamos a distribuição das espécies endêmicas da Caatinga, para identificar áreas prioritárias para a conservação das espécies, através do planejamento sistemático para a conservação.

26 The Caatinga biome has been for years one of the least studied regions in Brazil. The
27 idea that the region has a poor fauna and is poor in endemisms contributed to this lack of
28 interest until the early 90's. Nowadays, we know that the Caatinga has a relatively rich fauna
29 and is characterized by an expressive presence of endemic elements. However, much of its
30 territory, mainly its central area, is still poorly sampled for the herpetofauna in general. The
31 Caatinga presents a low number of integral protection reserves, and few species are under
32 protection, which puts them under risk of loss habitat by deforestation, burnings and
33 monocultures. Faced with the need to advance the knowledge on the snakes of this biome,
34 this study had as main objectives to: 1) understand the distribution patterns of the Caatinga
35 snakes and which factors explain the observed patterns; 2) evaluate the present conservation
36 state of this group, and 3) identify priority areas for conservation. In Chapter 1, we identified
37 distribution patterns of the Caatinga snakes and their relationships to the ecoregion
38 subdivisions of the biome, using ecological niche modelling of potential distribution of
39 species occurrence, we identified areas of expressive diversity within the biome and
40 identified the most relevant bioclimatic variables for high diversity areas. In Chapter 2, we
41 used the distribution of snakes associated with a phylogenetic tree to identify areas of
42 phylogenetic endemism. In Chapter 3, we used the distribution of endemic Caatinga species
43 to identify priority areas for species conservation through systematic planning for
44 conservation.

INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Caatinga (Ab'Saber, 1970, 1977) ocupa 844.453 km², distribuídos por dez estados brasileiros (Ab'Saber, 1974; IBGE, 1985; Rizzini, 1997; Prado, 2003; MMA, 2017). Sua área corresponde a quase 11% do território nacional, restrita principalmente à região nordeste do Brasil (Figura 1). É um dos raros biomas semi-áridos que ocorrem na faixa subtropical do globo, entremeado por áreas tropicais úmidas (Ab'Saber, 1967; 1974; Rodrigues, 1986), porém, ainda negligenciado do ponto de vista do conhecimento da biodiversidade. É, proporcionalmente, a menos estudada dentre as regiões naturais brasileiras, com grande parte do esforço científico concentrados em alguns poucos pontos, além do uso não sustentável dos seus recursos naturais (Rodrigues, 2005).

A Caatinga situa-se na isoietia de 1000 mm, com precipitações anuais irregulares, variando entre 200 e 800 mm, com a maioria do bioma não ultrapassando os 750 mm anuais (Andrade-Lima, 1981). A grande irregularidade destas precipitações (imprevisibilidade da distribuição temporal e espacial das chuvas) é a característica dominante no clima das caatingas e define o caráter semiárido da região (Ab'Saber, 1974). As temperaturas médias ficam em torno de 26° C (Nimer, 1989), mas diminuem no alto de serras e chapadas elevadas. A evapotranspiração potencial é alta, entre 1500 e 2000 mm por ano. Como consequência, a vegetação é submetida à deficiência hídrica sazonal, agravada nos anos de seca (clima BSh de acordo com a classificação de Köppen, 1936).

O relevo é caracterizado pelas extensas depressões interplanálticas e intermontanas envolvendo ou interpenetrando maciços mais elevados do embasamento pré-cambriano (Borborema, Apodi e Araripe) e formam o principal tipo de paisagem encontrada no bioma

(Araújo et al., 2005).. Essas facetas são cobertas principalmente pela vegetação típica de caatinga, do tipo xerofítica lenhosa caducifoliar espinhosa (Araújo et al., 2005).

A Caatinga é considerada uma unidade regional florística em vários estudos (Prado e Gibbs, 1993; Prado, 2000; Pennington et al., 2000.; Cardoso e Queiroz, 2010), mas não é fisicamente homogênea (Velloso et al., 2002). Com base em fatores bióticos e abióticos, Velloso et al. (2002) reconheceram as seguintes subunidades da Caatinga: complexo Campo Maior, complexo Ibiapaba-Araripe, depressão sertaneja do norte, planalto da borborema, sul da depressão sertaneja, dunas do São Francisco, complexo Chapada Diamantina e Raso da Catarina.

A vegetação típica é do tipo xerofítica lenhosa caducifoliar espinhosa (Araújo et al., 2005), mas vários enclaves de outros tipos de vegetação também são encontrados neste bioma, como é o caso dos brejos de altitude, encontrados nas encostas de serras ou chapadas, em cimeiras e maciços antigos, em pés-de-serras ou em ribeiras ventiladas (Ab'Saber, 1967; 1974). Estes brejos são os enclaves mais representativos no bioma, e constituem remanescentes de matas úmidas que ficaram isoladas após a expansão das florestas secas da América do Sul durante o Quaternário (Vanzolini, 1981; Rodrigues, 1986; Carnaval, 2002; Borges-Nojosa, 2002; Borges-Nojosa e Caramaschi, 2003; Loebmann e Haddad, 2010). A Caatinga apresenta outras combinações regionais de paisagens secas, à medida que estas paisagens se afastam da área semi-árida principal. Tais diferenças introduzem um novo conjunto de variáveis que se somam à formação geológica dos terrenos. Deste modo, ocorrem ambientes bastante diferenciados em relação às áreas centrais do bioma, com invaginações de diferentes tipos de vegetação (Ab'Saber, 1967; 1974).

A Caatinga apresenta duas principais fisionomias: florestais e não-florestais, que variam de acordo com fatores de deciduidade foliar (perenifólias, semidecíduas, decíduas). Essas duas fisionomias, por sua vez, são subdivididas em tipos diferenciados de vegetação que se distribuem de acordo com as unidades geomorfológicas do bioma. As fisionomias não-florestais são representadas pela caatinga, carrasco, encraves de cerrado e outros tipos arbustivos de vegetação (Rizzini, 1997). Dentre as fisionomias florestais ocorrem matas úmidas serranas (brejos de altitude) e matas secas (Araújo et al., 2005). Encraves de Cerrado são encontrados, compondo também as fitofisionomias do bioma Caatinga, principalmente distante das áreas nucleares do bioma (Fernandes, 1990). As fisionomias de vegetações abertas podem ter origens semelhantes, mas demonstram uma complexa heterogeneidade vegetacional dentro do próprio domínio florístico (Araújo et al., 2005). Porém, existe grande dificuldade quando se trata da Caatinga propriamente dita, pois é observada uma grande heterogeneidade em escala local em termos de composição e estrutura, e tais mudanças são facilmente relacionadas a variações pedológicas (Rodal, 1992). Em macro escala, as variações são ainda mais difíceis de identificar, pois não se pode definir os limites de diferentes fisionomias (Joly et al., 1999). A dificuldade de se estabelecer essas diferenças biogeográficas norteou a proposta para Ecorregiões da Caatinga (Velloso et al., 2002). A iniciativa foi importante, pois anteriormente a Caatinga era considerada como uma única ecorregião por muitos órgãos que trabalham com conservação e políticas públicas (Dinerstein et al., 1995; Olson et al., 2001).

Até o início da década de 90, a Caatinga era considerada um bioma de baixa diversidade e riqueza de espécies, com uma fauna depauperada, comum ao grande cinturão diagonal de formações abertas da América do Sul e caracterizada pela ausência de

endemismos (Vanzolini, 1974; 1976; 1981; 1988; Vanzolini e Williams, 1981; Mares et al., 1981; Werneck e Colli, 2006). Esta, no entanto, é uma visão equivocada, baseada em pouca representatividade nas coleções devido a uma cobertura geográfica ineficiente e insuficiente. Além desses fatores, a falta de conhecimento era agravado pela fragilidade dos dados sobre os ecossistemas adjacentes e pelo pouco conhecimento histórico necessária para a compreensão da evolução da fauna neste espaço geográfico (Rodrigues, 1996; 2003; Leal et al., 2005). Ao contrário da ideia original, a Caatinga apresenta uma fauna bastante diversificada e característica, apresentando endemismo entre os diversos grupos e espécies ameaçadas (Leal et al., 2005).

A visão predominante de que a Caatinga e o Cerrado compartilham a maior parte da fauna é cada vez menos aceita. Essa similaridade era interpretada como efeito de processos históricos de homogeneização dessas duas faunas, causada principalmente por seguidas expansões e retrações dos limites dos dois biomas durante o Quaternário (Vanzolini, 1976; 1978), gerando um predomínio de formas pouco exigentes em relação ao hábitat. Parte da literatura se ateuve em discutir possíveis conexões históricas existentes entre as floras da Caatinga e do Chaco, sugerindo que a Caatinga não possuía nível de endemismo que a suportasse como possuidora de uma flora própria, indicando seus elementos como bastante afins aos do Chaco ou com origens em proporções iguais a partir do Chaco e da Floresta Atlântica, contudo, estudos posteriores revelaram que a Caatinga possui riqueza elevada e expressivo grau de endemismo vegetal, indicando-a como uma província florística única (Andrade-Lima, 1981; Rizzini, 1979; Prado, 1991; Werneck, 2011). Entretanto, novas interpretações têm questionado se os eventos paleoclimáticos do Quaternário foram os principais responsáveis pelos padrões de distribuição e diversificação da fauna das áreas de

vegetação aberta da região Neotropical. Aparentemente, mudanças no relevo durante o Terciário foram responsáveis por eventos de cladogênese em regiões extra-amazônicas (Silva, 1995; Silva e Bates, 2002; Colli, 2005).

Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é um dos mais conhecidos em relação à herpetofauna (Vanzolini et al., 1980; Vitt, 1995; Rodrigues, 2003). Vanzolini (1974), Vanzolini et al. (1980) e Vitt (1995) realizaram estudos localizados na área nuclear do bioma, apontando uma baixa riqueza de espécies de serpentes quando comparado a outros biomas. No entanto, estudos realizados na região de dunas paleoquaternárias do médio Rio São Francisco (Rodrigues, 1996) demonstraram uma grande riqueza e uma expressiva participação de endemismos locais.

Esse conhecimento, embora amplo se comparado a outros ambientes sulamericanos, ainda é insatisfatório e a real distribuição geográfica da maioria das espécies ainda é pouco conhecida (Rodrigues, 2003). Dentre outros trabalhos conhecidos para a Caatinga, no nordeste brasileiro, podemos citar um trabalho de fisiocologia e etologia de serpentes na Chapada do Apodi, divisa dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Lima-Verde, 1976); composição de espécies, taxonomia e distribuição de serpentes para o bioma Caatinga (Vanzolini et al., 1980); comparação de hábitos, atividade, dieta, reprodução e morfologia de serpentes no Município de Exu (PE) (Vitt, 1983; Vitt e Vangilder, 1983); uma lista preliminar da herpetofauna do Ceará (Lima-Verde e Cascon, 1990); composição de serpentes e outros Squamata das dunas quaternárias do médio Rio São Francisco (BA) (Rodrigues, 1996); compilação de dados sobre a herpetofauna da Caatinga, discutindo o grau de conhecimento para o bioma, além de apresentar dados históricos, ecológicos e de história natural

(Rodrigues, 2003); levantamento de fauna, com o registro de 45 espécies de serpentes em um fragmento de mata úmida inserido na Caatinga (Loebmann e Haddad, 2010) e, mais recentemente, o registro de 112 espécies para a Caatinga, acrescentando cerca de cinquenta espécies em relação ao número anterior, um grande incremento no conhecimento das serpentes da Caatinga (Guedes et al., 2014).

Informações provenientes dos estudos da herpetofauna da Caatinga podem servir como subsídio para a compreensão da história das áreas de vegetação aberta, além de fornecer bases para trabalhos de conservação (Rodrigues, 2003). Estudos dessa natureza são necessários e urgentes se levarmos em conta a destruição e perda de habitats em decorrência da ocupação antrópica (Araújo et al., 2005). Com um maior número de informações sobre a herpetofauna da Caatinga nos últimos anos, é possível realizar uma análise mais profunda sobre os padrões de distribuição das serpentes do bioma. O conhecimento sobre a distribuição e riqueza de espécies de serpentes para o bioma tem o potencial de fornecer bons indicativos sobre as áreas de diversificação e centros de endemismo (Guedes et. al., 2014) e, a partir daí, gerar ferramentas para um melhor entendimento dos processos de distribuição e utilização de área pelas serpentes em toda a Caatinga.

Visando aumentar o conhecimento sobre essas espécies, o presente trabalho teve por objetivos avaliar os padrões de distribuição das serpentes e suas relações com as ecorregiões do bioma, identificar áreas de alta diversidade dentro do bioma e as variáveis bioclimáticas mais relevantes para explicar as áreas de alta diversidade, e identificar áreas prioritárias para a conservação das espécies de serpente do bioma Caatinga. Para uma melhor apresentação dos objetivos específicos dividimos esse trabalho em três capítulos: I – Padrões de

distribuição das serpentes do Bioma Caatinga; II- Endemismo filogenético das serpentes da Caatinga; III- Planejamento sistemático para conservação na definição de áreas prioritárias para conservação do Bioma Caatinga.

REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A. N. 1967. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. *Orientação*, 3,45–48.
- Ab'Saber, A. N. 1970. Províncias Geológicas e Domínios Morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia* 20, 1–27.
- Ab'Saber, A. N. 1974. O domínio morfoclimático semi-árido das Caatingas brasileiras. *Geomorfologia*, São Paulo, 43: 1–39.
- Ab'Saber, A. N. 1977. Os Domínios Morfoclimáticos na América do Sul. *Geomorfologia*, São Paulo, 52: 1–21.
- Andrade-Lima, D. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4, 149–153.
- Araújo, F. S., Rodal, M. J. N., Barbosa, M. R. V. & Martins, F. R. 2005. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: Araújo, F. S.; Rodal, M. J. N. & Barbosa, M. R. V. (orgs.). *Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. Pp. 15–34.

Borges-Nojosa, D. M. 2002. Amphisbaenidae e Gymnophthalmidae dos Brejos-de-altitude do Estado do Ceará: Composição, Caracterização Taxonômica e Considerações Biogeográficas (Squamata: Amphisbaenia, Sauria). Tese de Doutorado, Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Borges-Nojosa, D. M., Caramaschi, U. 2003. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbênídeos (Squamata) dos brejos nordestinos. In: Leal, I. R.; M. Tabarelli & J. M. C. Silva. (eds.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária-UFPE. Pp. 463–514.

Cardoso, D.B.O.S. & Queiroz, L.P. de. 2010. Caatinga no contexto de uma Metacomunidade: Evidências da Biogeografia, Padrões Filogenéticos e Abundância de Espécies em Leguminosas. In: Carvalho, C.J.B. de & Almeida, E.A.B. (orgs.) Biogeografia da América do Sul: padrões e processos. Roca, São Paulo, p. 241–260.

Carnaval, A.C. 2002. Phylogeography of four frog species in forest fragments of northeastern Brazil—a preliminary study. *Integrative and Comparative Biology*. 42 (5), 913–921.

Colli, G. R. 2005. As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado. In: Scariot, A., Souza-Silva, J.C., Felfili, J. M. (Eds.), Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. pp. 247–264.

Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P., Ledec, G. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank: Washington, D.C.

Fernandes, A. 1990. Temas fitogeográficos. Stylos Comunicações, Fortaleza.

Guedes, T.B., Sawaya, R.J., Nogueira, C.C. 2014. Biogeography, vicariance and conservation of snakes of the neglected and endangered Caatinga region, north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography* 41(5), 919–931.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1985. Anuário Estatístico do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro.

Joly, C. A., Aidar, M. P. M., Klink, C. A., McGrath, D. G., Moreira, A. G., Moutinho, P., Nepstad, D. C., Oliveira, A. A., Pott, A., Rodal, M. J. N., Sampaio, E. V. S. B. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems from the biodiversity conservation point of view. *Ciência e Cultura*, 5, 331–348.

Leal, I. R., Silva, J. M. C., Tabarelli, M., Lacher Jr., T. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do nordeste do Brasil. *Megadiversidade* 1, 139–146.

Lima-Verde, J. S., P. Cascon. 1990. Lista preliminar da herpetofauna do estado do Ceará, Brasil. *Caatinga* 7,158–163.

Lima-Verde, J. S. 1976. Fisiocologia e etologia de algumas espécies de serpentes da Chapada do Apodi, Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Brasil). *Caatinga*, 1(1),21–56.

Loebmann, D., Haddad, C.F.B. 2010. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. *Biota Neotropica*, 10(3),227–253.

MMA- Ministerio Meio Ambiente. 2017. Caatinga. <http://www.mma.com.br/biomascaatinga>. Acessado em 16.03.17.

Mares, M. A., Willig, M. R., Streilen, K. E., Latcher, T. E. 1981. The mammals of Northeastern Brazil; a preliminary assessment. *Annals of Carnegie Museum of Natural History* 50, 81–137.

Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2a ed. IBGE – SUPREN, (Fundação IBGE – SUPREN), Recursos Naturais e Meio Ambiente, Rio de Janeiro.

Olson, D. M.; Dinerstein, E.; Wikramanayake, E. D.; Burgess, N. D.; Powell, G. V. N.; Underwood, E. C., D’Amico, J. A. D., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreaux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., Kassem, K. R. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: a new map of life on Earth. *BioScience*, 51 (11), 933–938.

Pennington, R. T., D. E. Prado & C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally.

Prado, D. E. & P. E. Gibbs. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80, 902–927.

Prado, D. E. 1991. A critical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America. Ph.D. thesis, University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland.

34

Prado, D. E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten cosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57, 437–461.

- Prado, D. E. 2003. As Caatingas da América do Sul. In: Leal, I. R.; M. Tabarelli & J. M. C. Silva. (eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária-UFPE. Pp. 3–73.
- Rizzini, C.T. 1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª ed.: aspectos sociológicos e florísticos. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rizzini, C. T. 1997. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. 2a ed. Ed. Âmbito Cultural, São Paulo.
- Rodal, M. J. N. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbóreo em quatro áreas da Caatinga em Pernambuco*. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Rodrigues, M. T. 1986. Potencial faunístico da Caatinga. In: *Anais do Simpósio sobre Caatingas e sua exploração racional*. Brasília, EMBRAPA, DDT. pp. 163–170.
- Rodrigues, M. T. 1996. Lizards, snakes, and amphisbaenians from the quaternary sand dunes of the middle Rio São Francisco, Bahia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 30 (4), 513–523.
- Rodrigues, M. T. 2003. Herpetofauna da Caatinga. In: Leal, I. R., Tabarelli, M., Silva, J. M. C. (Eds.), *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária-UFPE. pp. 181–236.
- Rodrigues, M. T. 2005. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. *Megadiversidade* 1 (1), 87–94.

Silva, J. M. C., Bates, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. *BioScience* 52, 225–233.

Silva, J. M. C. 1995. Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. *Steenstrupia* 21, 49–67.

Vanzolini, P. E., Williams, E. E. 1981. The Vanishing Refuge: a mechanism for ecogeographic speciation. *Pap. Av. Zool.* 34(23), 251–255.

Vanzolini, P. E. 1974. Ecological and geographical distribution of lizards in ernambuco, Northeastern Brazil (Sauria). *Pap. Av. Zool.* 28(4), 61–90.

Vanzolini, P. E. 1976. On the lizards of a Cerrado-caatinga contact, evolutionary and zoogeographical implications (Sauria). *Papéis Avulsos de Zoologia* 29, 111–119.

Vanzolini, P. E. 1978. On South American *Hemidactylus* (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 31 (20), 307–343.

Vanzolini, P. E. 1981. A quasi-historical approach to the natural history of the differentiation of reptiles in tropical geographic isolates. *Pap. Av. Zool.* 34 (19), 189–204.

Vanzolini, P. E. 1988. Distribution patterns of South American lizards. In: Vanzolini, P. E., Heyer, W. R. (Eds), *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, pp. 317–343.

Vanzolini, P. E., Ramos-Costa, A. M. M., Vitt, L. J. 1980. *Répteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Velloso, A.L.; Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. (eds). 2002. Ecorregiões: Propostas para o bioma Caatinga. Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga/Aldeia-PE. Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife. 76p.

Vitt, L. J., L. D. Vangilder. 1983. Ecology of a snake community in northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 4,273–296.

Vitt, L.J. 1983. Ecology of an anuran-eating guild of terrestrial tropical snakes. *Herpetologica* 39(1), 52–66.

Vitt, L. J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of northeastern Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History* 1, 1–29.

Werneck, F. P., Colli, G. R. 2006. The lizard assemblage from Seasonally Dry Tropical Forest enclaves in the Cerrado biome, Brazil, and its association with the Pleistocene Arc. *J. Biogeography*. 33, 1983–1992.

Werneck, F.P., 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. *Quaternary Science Reviews* 30, 1630–1648.

Figura 1. Limites geográficos do Bioma Caatinga (em cinza) Fonte: IBGE (1985). .



CONSIDERAÇÕES FINAIS

335

336 Nossos resultados sobre padrões de distribuição reforçam a necessidade de avaliar os
337 diferentes componentes da biodiversidade que possam ter influência direta sobre a
338 distribuição das espécies na Caatinga, principalmente se a intenção for traçar estratégias de
339 conservação. Um conjunto de variáveis explicam melhor os padrões de distribuição das
340 serpentes, se utilizarmos apenas variáveis climáticas podemos subestimar ou superestimar
341 esses padrões de distribuição. As áreas da Caatinga com alta riqueza de espécies de ampla
342 distribuição ou as espécies endêmicas são aquelas que sofrem as mais severas perdas de
343 habitat, isso reforça a urgência de ações de conservação das espécies.

344 Ao conhecer as áreas com altos valores de endemismo filogenético, observamos três
345 áreas de valor biológico elevado para a distribuição das linhagens de serpentes da Caatinga.
346 Essas áreas coincidem com áreas de estabilidade evolutiva, o que explicaria a riqueza de
347 endemismo filogenético nas áreas. O uso deste recurso fornece informações relevantes sobre
348 áreas de importância para a manutenção destas linhagens e podem ser usadas ainda como
349 auxílio para seleção de áreas com prioridade para a conservação.

350 No estudo de análise de lacunas para avaliar o status de proteção de espécies
351 endêmicas de serpentes da Caatinga, observamos que mais da metade das espécies (59%)
352 foram consideradas espécie-lacuna por terem menos de 10% de sua meta de conservação
353 atingida. Destas espécies, algumas espécies são consideradas relictuais e sofrem mais o
354 impacto da perda de hábitat. As áreas de maior riqueza Caatinga como a caatinga semiárida
355 (região centro-norte), áreas de elevada altitude e região das dunas do Rio São Francisco são
356 as áreas com maior riqueza de espécies geral e são também as áreas de fundamental

357 importância para o cumprimento das metas de conservação estabelecidas pelo programa, são
358 ainda as tem maior riqueza de espécies endêmicas e sofrem as mais severas perdas de habitat
359 devido à perda de habitat por queimadas, desmatamento e avanço da monocultura.

360 Assim, por meio de acuidade de coleta de dados, ferramentas de modelagem de
361 distribuição de espécies, análise de lacunas de proteção e exercício de seleção de áreas
362 prioritárias, avançamos no conhecimento sobre a distribuição das serpentes do bioma
363 Caatinga. Ao mostrar a distribuição real e preditiva, identificar áreas de alta riqueza de
364 espécies, lacunas de proteção e áreas importantes para a preservação das espécies,
365 fornecemos subsídios para tomada de decisões sobre planos de conservação.

366

367