

**Universidade de São Paulo**  
**Instituto de Biociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Ecologia**

**Ecologia, nicho climático e efeito das mudanças  
climáticas sobre a distribuição potencial das espécies  
do gênero *Eunectes* (Squamata, Serpente)**

**Juliana de Souza Terra**

**São Paulo**

**2018**

## **Ecologia, nicho climático e efeito das mudanças climáticas sobre a distribuição potencial das espécies do gênero *Eunectes* (Squamata, Serpente)**

**Juliana de Souza Terra**

**Orientador: Marcio Martins**

**Resumo:** Atualmente estamos presenciando mudanças climáticas ao nível global sem precedentes, as quais se tornarão mais severas no decorrer dos anos, podendo causar danos irreversíveis à biodiversidade. Como as espécies irão reagir a essas mudanças e quais ações de conservações devem ser tomadas estão entre os tópicos mais significantes na ecologia atualmente. As mudanças climáticas têm sido apontadas como uma das principais causas de reduções (e alterações) na distribuição geográfica e abundância de muitas espécies, e até mesmo a extinção. Os modelos de nicho ecológico têm sido uma ferramenta muito utilizada a fim de compreender como a distribuição das espécies pode ser afetada pelas mudanças climáticas. Os modelos fornecem valiosas informações sobre o potencial efeito das mudanças climáticas na distribuição futura das espécies, podendo assim ser usado para a compreensão de como e quais espécies podem ser mais afetadas, além dos locais adequados para sua conservação. Uma vez que informações importantes sobre os organismos não são incorporadas nos modelos, é fundamental o conhecimento sobre a biologia e história natural das espécies para a interpretação dos resultados. No presente estudo é aprestada uma revisão sobre o atual estado de conhecimento das quatro espécies do gênero *Eunectes* em relação à distribuição geográfica, uso do habitat e microhabitat, atividade diária e sazonal, reprodução, tamanho corporal, dieta e *status* de conservação. Adicionalmente aspectos da história natural de uma população da sucuri verde, *Eunectes murinus*, foram estudados em locais florestados, na cidade de Bonito, MS, e aqui são apresentados dados sobre movimentação, uso do microhabitat, reprodução e dieta. Ainda, foram desenvolvidos modelos de nicho climático para cada uma das quatro espécies a fim de entender os possíveis impactos das mudanças climáticas nessas espécies em dois cenários

futuros. Foram assumidas duas abordagens de dispersão, com livre dispersão e sem dispersão. A partir dos resultados foi possível reconhecer padrões na biologia das espécies de *Eunectes*, identificar as principais lacunas de conhecimento e sugerir onde esforços em pesquisa devem ser focados. Além disso, importantes dados sobre a história natural da sucuri verde (*E. murinus*) foram registrados. Foi observado que, em relação à movimentação, dieta e reprodução, aparentemente a espécie mantém o padrão já registrado em estudos anteriores. Entretanto, o uso do microhabitat diferiu substancialmente, tendo sido encontrado um número muito elevado de indivíduos utilizando árvores. As projeções futuras indicam que, para o intervalo entre os anos de 2061-2080, todas as espécies, menos *E. notaeus*, perderão grande quantidade de hábitat climaticamente adequado, sendo *E. deschauenseei* a mais afetada (100% de perda com e sem dispersão no pior cenário). Ainda, as análises apontam que haverá uma mudança de local adequado para a potencial ocorrência de três espécies. Sem dispersão, todas as espécies perderão área, sendo que *E. beniensis* perderá 100% de habitat adequado em ambos os cenários de alterações climáticas. As informações geradas por este estudo ajudam a melhorar a compreensão da ecologia, história natural e distribuição das espécies do gênero, bem como indica quais as espécies poderão ser mais prejudicadas pelas mudanças climáticas em curso. Finalmente, os resultados fornecem subsídios para a formulação de planos de conservação, indicando importantes áreas que poderão servir de refúgio climático para as espécies.

**Palavras-chave:** Boidae, Serpentes, Sucuri, História natural, Aquecimento global, Conservação, Modelos de distribuição de espécies.

**Abstract:** We are currently witnessing unprecedented global climate change, which will become more severe over the years and can cause irreversible damage to biodiversity. How species will react to these changes and what conservation actions should be taken are among the most significant topics in ecology today. Climate change has been identified as a major cause of reductions (and changes) in geographic distribution and abundance of many species, and even extinction. Ecological niche models have been widely used in order to understand how the distribution of species can be affected by climate change. The models provide valuable information on the potential effect of climate change on the future distribution of species and can be used to assess how and which species may be most affected, as well as the appropriate sites for their conservation. Since important information about the species is not incorporated into the models, the knowledge about their biology and natural history is crucial for interpreting the results. In the present study a review is presented on the current state of knowledge about the four species of the genus *Eunectes* in relation to geographic distribution, habitat and microhabitat use, daily and seasonal activity, reproduction, body size, diet and conservation status. In addition, natural history aspects of a green anaconda (*E. murinus*) population were studied in forested sites in the Bonito municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil, where data on movement, microhabitat use, reproduction and diet are presented. Furthermore, climate niche models were developed for each of the four species in order to understand the possible impacts of climate change under two future scenarios. Two dispersion approaches were performed, with “free dispersion” and “no dispersion”. It was possible to recognize patterns in the biology of *Eunectes* species, identify the main knowledge gaps and to suggest where research efforts should be focused. Moreover, important data on the natural history of the green anaconda (*E. murinus*) were recorded. It was observed that, in relation to movement, diet and reproduction, the species apparently maintains the pattern recorded in previous studies. However, the use of the microhabitat differed substantially, with a very high number of individuals being found on trees. Future projections indicate that, for the interval between the years 2061-2080, all species, but *E. notaeus*, will lose a large amount of climatically suitable habitat, with *E. deschauenseei* being the most affected (100% loss with and without dispersion in the worst

scenario). Future projections also indicate that there will be a shift in the distribution of suitable habitat for the potential occurrence of three species. Without dispersion, all species will lose area, and *E. beniensis* will lose 100% of suitable habitat in both climate change scenarios. The information generated by this study helps to improve the knowledge about the ecology, natural history and distribution of the species of *Eunectes*, as well as indicates which species may be most affected by ongoing climate change. Finally, the results provide subsidies for the formulation of conservation plans, indicating important areas that could serve as a climate refuge for the species.

**Key words:** Boidae, Snakes, Anaconda, Natural history, Global warming, Conservation, Species Distribution Modelling.

## **Introdução**

O clima global está mudando a níveis sem precedentes, como resultado da elevada concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, resultantes principalmente da atividade humana desde a revolução industrial (Rosenzweig et al., 2008; IPCC, 2014). Os modelos climáticos atuais prevêem uma tendência contínua de aquecimento ao decorrer do século XXI, sendo que sua intensidade depende de uma política socioeconômica aplicada ao nível global (Visser, 2008; Van Vuuren et al., 2011; IPCC, 2014). As estimativas sugerem um aumento de temperatura que varia de 1,5 a 6°C em relação ao período pre-industrial ainda neste século (Van Vuuren et al., 2011; IPCC, 2014).

No passado da Terra, houve períodos de aquecimento e resfriamento global com causas naturais, com temperaturas médias globais, em algumas épocas passadas, acima das temperaturas atuais (Zachos et al., 2001). Essas mudanças naturais de temperatura permitiram que muitas espécies se adaptassem e sobrevivessem a esses eventos (Huber, 2009). Entretanto, as taxas atuais de mudanças climáticas provavelmente irão superar a capacidade de muitas espécies de se adaptarem perante as novas condições do meio, podendo assim causar sérias consequências à biodiversidade (Markham, 1996; Kingsolver, 2009).

Como os organismos irão responder às mudanças climáticas em curso, e, quais ações de conservação devem ser tomadas a fim de proteger as espécies mais afetadas, estão entre os tópicos mais significantes na Ecologia atualmente (Hoegh-Guldberg et al., 2008; Williams et al., 2009; Civanto et al., 2012; Pio et al., 2014; Thuiller et al., 2014; Knouft e Ficklin, 2017). Entender as

conseqüências ecológicas das mudanças climáticas é de vital importância para que medidas de conservação eficientes possam ser aplicadas (Thuiller et al., 2006).

As mudanças climáticas têm sido apontadas como uma das principais causas de reduções (e alterações) na distribuição geográfica e abundância de muitas espécies, e até mesmo a extinção, a exemplo do sapo dourado *Incilius periglenes* (Pounds e Crump 1994; Parmesan, 1996; Parmesan et al., 1999; Parmesan e Yohe, 2003; Thomas et al., 2004; Araújo et al., 2006). Além disso, os efeitos das alterações climáticas, quando projetadas para o futuro, provavelmente terão um impacto ainda maior na biodiversidade, conforme sugerem alguns estudos (Opdam e Wascher, 2004; Araújo et al., 2006; Bellard et al., 2012; Knouft e Ficklin, 2017).

Os modelos de nicho ecológico (ou nicho climático) têm sido uma ferramenta muito utilizada a fim de compreender como a distribuição das espécies pode ser afetada pelas mudanças climáticas (Berry et al., 2002; Araújo et al., 2006; Thuiller et al., 2006; Maiorano, 2012). Esse método consiste em correlacionar a presença (em alguns casos ausência) da(s) espécie(s) em foco em determinadas localidades com as variáveis climáticas disponíveis para essas áreas. Dessa forma são obtidos “envelopes bioclimáticos”, que representam os limites de sua distribuição, e estes podem ser projetados no espaço e no tempo, em diferentes cenários de alterações climáticas (Pearson e Dawson, 2003; Thuiller, 2003; Huntley et al., 2004). Os modelos de nicho fornecem valiosas informações sobre o potencial efeito das mudanças climáticas na distribuição futura das espécies, podendo assim ser usado para

conhecer quais espécies podem ser mais afetadas, e os locais adequados para sua conservação.

Os modelos de nicho nos mostram, com base nos “envelopes bioclimáticos”, quais os locais adequados climaticamente para a ocorrência da espécie. Entretanto, a presença de condições adequadas não garante que a espécie ocorrerá em determinado local, uma vez que a distribuição das espécies é influenciada por outros fatores além dos abióticos, como por exemplo, a capacidade de dispersão e fatores bióticos (Guisan e Thuiller, 2005; Soberón e Peterson, 2005).

A partir dos modelos de nicho, é possível gerar mapas de adequabilidade ambiental, que nos mostram a potencial distribuição da espécie sob diferentes cenários de alterações climáticas quando projetadas para o futuro. Como o modelo não integra outros fatores que podem influenciar na distribuição (e. g., interações bióticas e capacidade de dispersão), o conhecimento da ecologia e história natural das espécies é fundamental para a interpretação dos resultados. Conhecer a história natural das espécies também nos fornece bases para a formulação de planos de manejo e conservação, permitindo, assim, que medidas sejam tomadas com antecedência quando as espécies se encontram (ou potencialmente se encontrarão) em risco. Isso porque esses estudos fornecem dados sobre reprodução, dieta, atividade, uso do ambiente (habitat e microhabitat), deslocamentos, dentre outros (Greene, 1994; Shine, 1995), que devem ser levados em consideração na formulação de planos de ação de conservação.



O gênero *Eunectes* abriga atualmente quatro espécies, sendo elas *E. benienis*, a sucuri de beni, *E. deschauenseei*, a sucuri malhada, *E. murinus*, a sucuri verde ou anaconda, e *E. notaeus*, a sucuri amarela ou sucuri do Pantanal. As sucuris são serpentes de grande porte, predadoras de topo, com hábitos semi-aquáticos, podendo ser encontradas em diversos ambientes aquáticos na América do Sul, como rios, lagos, lagoas, pântanos, brejos, dentre outros (Strüssmann e Sazima, 1993; Rivas, 2000; Dirksen, 2002; Rivas, 2007; Waller et al., 2007; Starace, 2013; De La Quintana, 2017). Apesar de haver importantes informações sobre aspectos da história natural de algumas espécies (Rivas, 2000; Rivas et al., 2007; Rivas, 2013; Strüssmann e Sazima, 1993; Strüssmann, 1997; Waller et al., 2007), para outras essas informações permanecem escassas ou inexistentes (Starace, 2013; De La Quintana, 2017).

O presente estudo é apresentado em dois capítulos. O Capítulo I está dividido em duas partes. Na primeira parte, é apresentada uma revisão sobre o atual estado de conhecimento da ecologia das quatro espécies do gênero, com dados sobre a distribuição geográfica, uso do habitat e microhabitat, atividade diária e sazonal, reprodução, tamanho corporal, dieta e status de conservação. A partir desses dados foi possível reconhecer padrões na biologia das espécies de *Eunectes*, identificar as principais lacunas de conhecimento e sugerir onde se deve focar os esforços em pesquisa. A segunda parte se trata de um estudo sobre aspectos da ecologia da sucuri verde (*E. murinus*) em locais florestados, na cidade de Bonito, MS, onde são apresentados dados sobre movimentação, uso do microhabitat, reprodução e dieta. O Capítulo II consiste em um estudo sobre os possíveis efeitos das mudanças climáticas globais na distribuição potencial futura das espécies de *Eunectes*, sob diferentes cenários de emissão

de gases, e diferentes abordagens de dispersão, através da técnica de modelagem de nicho.

## **Conclusões**

É notório o avanço no conhecimento da ecologia das espécies de *Eunectes* com o passar dos anos. Esforços vêm sendo feitos com o intuito compreender a história natural desses animais na natureza. Podemos notar uma ausência de informações referentes a aspectos básicos da ecologia da *E. beniensis* e *E. deschauenseei*. Até o momento apenas um estudo foi realizado tendo *E. beniensis* como foco, sendo que inexistem estudos voltados a *E. deschauenseei*. Dessa forma, existem muitas lacunas de informações acerca da história natural de ambas as espécies, sendo necessário um esforço maior em compreender aspectos como dieta, reprodução, padrão de atividade, uso da paisagem e de microhabitats e termorregulação nessas espécies.

Sem dúvida, a espécie de sucuri que mais possui informações disponíveis é a sucuri verde (*E. murinus*). A espécie vem sendo estudada há mais de 20 anos na Venezuela, o que gerou uma grande quantidade de informações sobre sua história natural. Entretanto, a sucuri verde possui uma distribuição geográfica muito ampla, e são praticamente inexistentes trabalhos focados nessa espécie em outras regiões ao longo de sua distribuição geográfica, especialmente em ambientes florestados. Dessa forma, fica difícil traçar um perfil para a espécie quando esta ocorre em locais tão distintos, com diferentes paisagens e pressões ambientais, quando apenas populações de uma pequena porção de sua distribuição foram estudadas. Assim, estudos sobre populações da sucuri verde em outras regiões de sua distribuição

geográfica seriam necessários a fim de compreender melhor os padrões na história natural da espécie

Foi possível observar alguns padrões a respeito da biologia das espécies. Aparentemente todas as espécies de sucuri possuem hábitos alimentares generalistas, sendo as aves a principal presa. Quanto à reprodução, evidências indicam que esta provavelmente ocorre durante a estação seca em todas as espécies. Ao contrário do que se pensava, com o aumento de informações disponíveis, foi possível observar que as sucuris não possuem apenas atividade noturna, mas sim em ambos os períodos do dia, e essa característica parece ser um padrão para as espécies do gênero.

A partir do estudo da sucuri verde em ambiente florestado foi possível identificar alguns padrões em sua história natural, especialmente referentes à reprodução, à dieta e à movimentação dos animais. A reprodução dos animais ocorre durante a época de seca, em sistema de agregação, assim como reportado anteriormente. Hábitos alimentares mais generalistas também foram observados. Apesar de não ter sido possível avaliar a movimentação dos animais durante a estação chuvosa, os dados apresentados para a estação seca corroboram o que já havia sido encontrado para a espécie. Muitos animais foram encontrados em atividade durante o dia, o que reforça que a espécie não possui hábitos noturnos.

O uso frequente de árvores como microhabitat foi surpreendente para uma espécie semi-aquática. Anteriormente, somente estudo em área aberta havia sido desenvolvido, dessa forma é compreensível que os animais adotem diferentes estratégias em ambientes com diferentes condições bióticas e

abióticas. O encontro dos animais em árvores somente no inverno, e muitas vezes expostos ao sol, aponta para a hipótese de termorregulação. Em área aberta, os animais não necessitem subir em árvores para explorar diferentes amplitudes de temperatura, realidade esta diferente em ambiente florestado e com clima, em geral, mais frio. A espécie possui uma distribuição geográfica muito ampla, sendo que mais estudos em diferentes tipos de ambiente poderiam ajudar a melhor compreender a seleção de microhabitats bem como os demais aspectos da história natural da espécie.

Entender os possíveis efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade é um importante desafio para ecólogos e conservacionistas nos dias atuais. Foi observada uma redução significativa na área de ocorrência prevista para três espécies em ambos os cenários de mudança climática futura com dispersão. Já no cenário sem dispersão todas as espécies perderão parte de área climaticamente habitável.

Trabalhos que utilizam a modelagem de nicho para acessar os possíveis efeitos das mudanças climáticas globais na distribuição das espécies são fundamentais para que possamos pensar em ações de conservação, a fim de diminuir os prováveis riscos a serem enfrentados. Cada espécie reagirá de uma maneira diferente aos efeitos das alterações climáticas e, dessa forma, características individuais das espécies devem ser levadas em consideração na formulação de planos de conservação.

O desaparecimento de áreas com condições climáticas adequadas, bem como o surgimento de novas áreas climaticamente favoráveis devem ser levadas em consideração em futuros planos de manejo, sendo que a criação

de novas UCs deve considerar a potencial mudança de distribuição das espécies perante as alterações climáticas. Ainda, os esforços de conservação devem assegurar uma conexão entre áreas já protegidas e áreas de potencial distribuição futura, a fim de minimizar os efeitos de futuras mudanças climáticas e assegurar a preservação das espécies.

Para a conservação das espécies de sucuri, os efeitos das mudanças climáticas devem ser combinados com o uso da terra, fragmentação de habitat, caça ilegal e utilização de ambientes aquáticos para que se possa pensar em planos de conservação mais efetivos. As espécies de sucuri mais negativamente afetadas, únicas com potencial extinção de acordo com o nicho climático, são *E. beniensis* e *E. deschauenseei*. Dessa forma uma atenção maior em esforços de conservação deve ser voltada a essas espécies, bem como a busca por mais informações sobre características básicas sobre sua história natural, que atualmente são escassas ou inexistentes.

Esforços de conservação devem focar em áreas onde ambientes climaticamente adequados, e com ocorrência dos animais no presente, deverão persistir no futuro perante ambos os cenários de mudança climática, uma vez que esses ambientes poderão vir a servir como refúgios climáticos. Programas de monitoramento a longo prazo devem ser estabelecidos tanto em áreas que persistirão quanto em áreas habitáveis que serão perdidas no futuro. Essa estratégia permitiria acompanhar as mudanças na dinâmica populacional das espécies e mudanças de distribuição ao longo de sua extensão geográfica. Uma atenção maior deveria ser dada às espécies que provavelmente serão mais afetadas, até mesmo com possível risco de extinção, como a sucuri malhada (*E. deschauenseei*) e a sucuri de Beni (*E. beniensis*).

## Referências

ARAÚJO, M.B., THUILLER, W. e PEARSON, R.G. (2006) Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*, 33:1712–1728.

BERRY, P.M., DAWSON, T.E., HARRISON, P.A. e PEARSON, R.G. (2002) Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. *Global Ecology and Biogeography*, 11: 453–462.

CIVANTO, E., THUILLER, W., MAIORANO, L., GUIBAN, A. e ARAÚJO, M.B. (2012) Potential impacts of climate change on ecosystem services in Europe: the case of pest control by vertebrates. *BioScience*, 62: 658-666.

DE LA QUINTANA, P., RIVAS, J.A., VALDIVIA, F. e PACHECO, L.F. (2017) Home range and habitat use of Beni anacondas (*Eunectes beniensis*) in Bolivia. *Amphibia-Reptilia*, 38: 547-553.

GREENE, H.W. (1994) Systematics and natural history foundations for understanding and conserving biodiversity. *American Zoologist*, 34: 48-56.

GUIBAN, A. e THUILLER, W. (2005) Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8: 993–1009.

HOEGH-GULDBERG, O., HUGHES, L., MCLINTYRE, S., LINDENMAYER, D.B., PARMESAN, C., POSSINGHAM, H.P., e THOMAS, C.D. (2008) Assisted colonization and rapid climate change. *Science*, 321:345–346.

HUBER, M. (2009) Climate change: snakes tell a torrid tale. *Nature*, 457: 669–671.

HUNTLEY, B., GREEN, R.E., COLLINGHAM, Y.C., HILL, J.K., WILLIS, S.G., BARTLEIN, P.J., CRAMER, W., HAGEMEIJER, W.J.M. e THOMAS, C.J. (2004) The performance of models relating species geographical distributions to climate is independent of trophic level. *Ecology Letters*, 7, 417–426.

IPCC, Climate Change. (2014) Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

KINGSOLVER, J.G. (2009) The well-temperated biologist. *The American Naturalist*, 174: 755–768.

KNOUFT, J. H. e FICKIN, D. L. (2017) The Potential Impacts of Climate Change on Biodiversity in Flowing Freshwater Systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Annual Reviews*, 48: 111-133.

MAIORANO, L., CHEDDADI, R., ZIMMERMANN, N. E., PELLISIER, L., PETITPIERRE, B., POTTIER, J., LABORDE, H., HURDU, B. I., PEARMAN, P. B., PSOMAS, A., SINGARAYER, J. S., BROENNIMANN, O., VOTTOZ, P., et al. (2012) Building the niche through time: using 13,000 years of data to predict the effects of climate change on three tree species in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, 22: 301–317.

MARKHAM, A. (1996) Potential impacts of climate change on ecosystems: a review of implications for policymakers and conservation biologists. *Climate Research*, 6:179–191.

OPDAM, P. e WASCHER, D. (2004) Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*, 117: 285–297.

PARMESAN, C. (1996) Climate and species' range. *Nature*, 382: 765–766.

PARMESAN, C., RYRHOLM, N., STEFANESCU, C., HILLI, J.K., THOMAS, C.D., DESCIMON, H., HUNTLEY, B., KAILA, L., KULBERG, J., TAMMARU, T., TENNENT, J., THOMAS, J.A. e WARREN, M.S. (1999) Poleward shift of butterfly species' ranges associated with regional warming. *Nature*, 399: 579–583.

PARMESAN, C. e YOHE, G. (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421: 37–42.

PEARSON, R.G. e DAWSON, T.P. (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: Are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology & Biogeography*, 12: 361–71.

POUNDS, J.A., e CRUMP, M.L. (1994) Amphibian declines and climate disturbance: The case of the golden toad and the harlequin frog. *Conservation Biology*, 8:72–85.

RIVAS, J. A. (2000) Life history of the green anacondas with emphasis on its conservation Biology. Unpublished Ph.D. dissertation at the University of Tennessee, Knoxville, USA.

RIVAS, J. A. (2013) Natural history of the green anaconda: Two decades disentangling the secrets of the world's largest snake. Oxford University Press, Oxford.

RIVAS, J. A., MUÑOS, M.C., THORBJARNARSON J. B., BURGHARDT, G. M., HOLMSTROM, W., CALLE, E P (2007a) Natural History of the green anacondas (*Eunectes murinus*) in the Venezuelan Llanos. In: Henderson, R. W. e Powell, R. (Eds). *Biology of the Boas and Pythons*. 128-138pp. Eagle Mountain Publishing Company, Eagle Mountain, Utah.

ROSENZWEIG, C., KAROLY, D., VICARELLI, M., NEOFOTIS, P.G., WU, Q., CASASSA, G., MENZEL, A., ROOT, T.L., ESTELLA, N., SÉGUIN, B. et al. (2008) Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453:353– 357.

SHINE, R. (1995). *Australian Snakes: A Natural History*. 224pp. Ithaca, Cornell University Press.

SOBERÓN, J. e PETERSON, A.T. (2005) Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2: 1-10.

STARACE, F. (2013) *Guide des Serpents et Amphisbènes de Guyane*. 2<sup>nd</sup> Edition. 530pp. IBIS Rouge Editions, Matoury, Guyane.

STRÜSSMANN, C. (1997) Hábitos alimentares da sucuri-amarela, *Eunectes notaeus* Cope, 1862, no pantanal Matogrossense. *Biociencias*, 1: 35–52.

STRÜSSMANN, C. e SAZIMA, I. (1993) The snake assemblage of the Pantanal at Poconé, Western Brazil: Faunal composition and ecological summary. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 28: 157–168.



THUILLER, W. (2003) BIOMOD - optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology*, 9: 1353–1362.

THOMAS, C.D., [CAMERON, A.](#), [GREEN, R.E.](#), [BAKKENES, M.](#), [BEAUMONT, L.J.](#), [COLLINGHAM, Y.C.](#), [ERASMUS, B.F.](#), [DE SIQUEIRA, M.F.](#), [GRAINGER, A.](#), [HANNAH, L.](#) et al. (2004) Extinction risk from climate change. *Nature*, 427:145–148.

THUILLER, W., BROENNIMANN, O., HUGHES, G., ALKEMADE, J.R.M., MIDGLEY, G.F. e CORSI, F. (2006) Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions. *Global Change Biology*, 12: 424-440.

THUILLER, W., PIRONON, S., PSOMAS, A., BARBET-MASSIN, M., JIGUET, F., LAVERGNE, S., PEARMAN, P.B., RENAUD, J., ZUPAN, L. e ZIMMERMANN, N.E. (2014) The European functional tree of bird life in the face of global change. *Nature Communication*, 5: 3118.

VAN VUUREN, P., EDMONDS, J., KAINUMA, M., RIAHI, K., THOMSON, A., HIBBARD, K., HURTT, G.C., KRAM, T., KREY, V., LAMARQUE, J.F., MASUI, T., MEINSHAUSEN, M., NAKICENOVIC, N., SMITH, S.J., ROSE, S.K. (2011) The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109: 5–31.

VISSER, M.E. (2008) Keeping up with a warming world: assessing the rate of adaptation to climate change. *Proceedings of the Royal Society B*, 275: 649–659.

WALLER, T., MICUCCI, P.A. e ALVARENGA, E. (2007) Conservation biology of the Yellow Anaconda (*Eunectes notaeus*) in northeastern Argentina. In: Henderson, R.W. e Powell, R. (Eds.). *Biology of the Boas and Pythons*. 340–362pp. Eagle Mountain Publishing Company, Eagle Mountain, Utah.

WILLIAMS, S.E., SHOO, L.P., ISAAC, J.L., HOFFMANN, A.A. e LANGHAM, G. (2009) Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PloS Biology* 6: e325. doi:10.1371/journal.pbio.0060325.

ZACHOS, J.C., PAGANI, M., SLOAN, L., THOMAS, E. e BILLUPS, K. (2001)  
Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*,  
292: 686–693.