

JOSÉ AUGUSTO MARTINS ROXINOL

**DETERMINANTES DA DISTRIBUIÇÃO E MORFOLOGIA DE  
ARANHAS DE SOLO DE FLORESTAS TROPICAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R887d  
2016 Roxinol, José Augusto Martins, 1992-  
Determinantes da distribuição e morfologia de aranhas de  
solo de florestas tropicais / José Augusto Martins Roxinol. –  
Viçosa, MG, 2016.  
vii, 53f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Carlos Frankl Sperber.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Aranha. 2. Morfologia (Animais). 3. Biodiversidade.  
4. Serapilheira. 5. Florestas tropicais. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de  
Pós-graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22 ed. 595.44

JOSÉ AUGUSTO MARTINS ROXINOL

**DETERMINANTES DA DISTRIBUIÇÃO E MORFOLOGIA DE  
ARANHAS DE SOLO DE FLORESTAS TROPICAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de julho de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
Lucas Navarro Paolucci

  
\_\_\_\_\_  
Thiago Gechel Kloss  
(Coorientador)

  
\_\_\_\_\_  
Carlos Frankl Sperber  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia pela excelência na formação que me concederam. À presidenta do Brasil, Dilma Vana Rousseff, por sua política de financiamento e incentivo para pesquisa e formação de nível superior. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado. E ao projeto Biota de Orthoptera – SISBIOTA (CAPES, FAPEMIG e CNPq), que disponibilizou material e as aranhas para a pesquisa.

Ao meu orientador Carlos Frankl Sperber por me trazer à tona da ciência da ecologia e do ensino da aprendizagem ativa. Ao meu coorientador Thiago Gechel Kloss, por não desistir de mim, e continuar me mostrando como que se faz “*science*”.

Ao curso EFA (INPA), que me propiciou formação profissional no que tange a produção de trabalhos científicos e estudos ecológicos. Mas além disso, me proporcionou uma experiência pessoal com os melhores pesquisadores do mundo, na Amazônia e naquele mês, e que agora são meus amigos.

A todos(as) os integrantes do projeto Biota de Orthoptera, aos amigos do Laboratório de Orthoptera e do Programa de Pós-graduação em Entomologia. E aos que diretamente contribuíram com essa dissertação: Adalberto J. Santos, Ana Lígia Martins Roxinol, Fabiene Maria de Jesus, Leonardo Carvalho, Pedro H. Martins, Ricardo Solar, Silvia Miranda, Tiago Iglésias Machado e Viviane Souza. Sinceramente, obrigado.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS .....	3
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	6
<b>Artigo I: Quais fatores determinam a distribuição de aranhas de solo em florestas do Brasil? – Artigo a ser submetido à revista <i>Forest Ecology and Management</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>Artigo II: A estrutura da serapilheira exerce pressão seletiva sobre a morfologia de aranhas de solo? – Artigo a ser submetido à revista <i>Journal of Arachnology</i>.....</b>	<b>35</b>
CONCLUSÃO GERAL .....	53

## RESUMO

ROXINOL, José Augusto Martins. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016.  
**Determinantes da distribuição e morfologia de aranhas de solo de florestas tropicais.**  
Orientador: Carlos Frankl Sperber. Coorientador: Thiago Gechel Kloss.

As condições e recursos de um habitat são os fatores que frequentemente demonstram efeitos na distribuição e atuam como pressão de seleção sobre as espécies. Esses fatores são mais estudados em pequena escala geográfica e limitados a determinadas espécies ou ambientes. Determinar os fatores que predizem a riqueza e abundância das espécies em larga escala geográfica e para várias espécies, é um dos grandes desafios da ecologia. Este conhecimento se faz cada vez mais urgente frente às ameaças à conservação da biodiversidade em refúgios da biodiversidade, como as florestas tropicais, que estão sofrendo cada vez mais com a ação antrópica. Neste estudo investigamos quais fatores, em escala geográfica, predizem a riqueza e abundância de aranhas de solo. Além disso, testamos se o hábitat atua como pressão seletiva, favorecendo morfologias mais achatadas de aranhas que se locomovem no interior, comparadas às que se locomovem sobre a serapilheira. Nossa hipótese é que as condições são mais importantes para explicar a riqueza e abundância desses indivíduos do que os recursos, por serem precursores dos fatores bióticos. Entre as variáveis de condições, antecipamos que a altura da serapilheira seria a característica de hábitat mais importante para explicar a riqueza e abundância de aranhas de solo. Encontramos que apenas uma condição, a profundidade da serapilheira, explicou a riqueza e abundância de aranhas, o que corroborou as duas hipóteses propostas. Além da distribuição dessas aranhas, investigamos também se a serapilheira além de atuar como determinante na distribuição de aranhas de solo, ela exerce pressão na morfologia desses organismos. Nossas hipóteses para isso é que aranhas da família Oonopidae, que vivem dentro da serapilheira, possuem maior achatamento dorsoventral do que aranhas da família Ctenidae e Zodiariidae que vivem sobre a serapilheira. Também que o achatamento dorsoventral dos indivíduos das famílias Oonopidae pode ser influenciado de acordo com o nível de compactação da serapilheira. Encontramos que os indivíduos das famílias Oonopidae possuem maior achatamento dorsoventral do que indivíduos da família Ctenidae e Zodiariidae. Entretanto, esse achatamento dorsoventral dos indivíduos de Oonopidae não é influenciado pelos diferentes níveis de compactação da serapilheira. Concluímos que a serapilheira é uma condição que propicia não só recursos importantes para as aranhas de solo, como

disponibilidade de alimento, mas também outras condições como seus microclimas. Por isso, a serapilheira tem importância na distribuição das aranhas de solo em macroescala geográfica. E talvez por isso exerce pressão de seleção na morfologia das famílias que vivem dentro da serapilheira, selecionando tamanhos mais achatados que permitem melhor manobrabilidade dos organismos entre os diferentes níveis de compactação dos seus micro-habitats.

## ABSTRACT

ROXINOL, José Augusto Martins. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2016. **Determinants of distribution and morphology of tropical forest soil spiders.** Adviser: Carlos Frankl Sperber. Co-adviser: Thiago Gechel Kloss.

The conditions and habitat resources are factors that often show effects on the distribution and act as selection pressure on the species. These factors are most studied in small geographical scales and limited cases of species and environments. Determine the factors that predict the richness and abundance of species on a large geographic scale and multi-species, it is one of the great challenges of ecology. These knowledge is increasingly urgent threats front of biodiversity conservation in havens of biodiversity, such as tropical forests, which are suffering increasingly with anthropic action. We investigated what factors in large scale, can predict the richness and abundance of soil spiders in 16 forest environments in Brazil. In addition, we tested the litter acts as a selective pressure by selecting different morphologies of these spiders. Our hypothesis is that the conditions are more important to explain the richness and abundance of these individuals than the resources, because they are precursors of biotic factors. And that between the conditions, the height of the litter better explain the richness and abundance of soil spiders. We found only one condition, the depth of litter, he explained the richness and abundance of spiders, which corroborated the two hypotheses proposed. In addition to the distribution of these spiders, also investigated the litter as well as acting as a determinant in the distribution of soil spiders, it exerts pressure on the morphology of these organisms. Our hypothesis for this is that the spider's Oonopidae family living within the litter, have a higher dorsoventral flattening than Ctenidae and Zodariidae families of spiders living on the litter. In addition, the dorsoventral flattening of individuals of Oonopidae family can be influenced according to the compression level of litter. We found that individuals of Oonopidae family have higher dorsoventral flattening of individuals of Ctenidae and Zodariidae families. However, this dorsoventral flattening of individuals of Oonopidae and Zodariidae is not influenced by the different levels of compression of litter. We conclude that litter is a condition that not only provides important resources for soil spiders as food availability, but also other conditions as their microclimates. Therefore, the litter is important in the distribution of soil spiders macro geographic scale. Maybe because it, the litter exerts selection pressure on the

morphology of families living within the litter, selecting flatter sizes that enable better handling of organisms between the different levels of compression of their microhabitats.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

Quais são os fatores que determinam a distribuição das espécies no planeta? Um habitat pode mesmo selecionar e exercer pressão evolutiva sobre os organismos? Mesmo após tantos anos de pesquisa essas duas perguntas são recorrentes na ecologia. O desafio ao responder estas perguntas está centrado em um ponto chave, a escala da análise (Whittaker et al. 2001). Em pequenas escalas os fatores que determinam a distribuição das espécies e a pressão evolutiva desses fatores sobre os indivíduos já são bem conhecidas (Townsend, et al. 2010). Mas em escalas mais amplas como paisagens e regiões, o desafio é tão grande quanto as dimensões dessas análises.

Se por um lado as análises de fatores locais são desafiadoras pela quantidade de informações específicas que podemos obter, nas análises em ampla escala o desafio está em encontrar critérios gerais dessas informações. Como os habitats e os indivíduos evoluem de forma diferente entre os lugares ao longo do tempo, os critérios de seleção de habitat dos indivíduos e as pressões do habitat que eventualmente atuam sobre esses organismos dificilmente coincidem (West-Eberhard 1989; Angert e Schemske, 2005; Alcock 2009). Dessa forma, são poucos os fatores que determinam a distribuição da maioria das espécies e em ampla escala geográfica. Mas por assim serem, tornam-se foco de atenção dos estudos de conservação da biodiversidade (Primack e Rodrigues 2001). Além disso, devido à importância desses fatores em ambas escalas, as chances deles exercerem pressão de seleção nos organismos é alta.

Os fatores que apresentam importância na história de vida dos organismos, seja afetando a distribuição ou como pressão de seleção, são frequentes em ambientes heterogêneos (Sutcliffe et al. 2014). Simplesmente porque nesses ambientes existem mais condições e recursos disponíveis por área (Townsend, et al. 2010). As florestas tropicais, são bons exemplos de ambientes heterogêneos. Nesses locais estão concentrados a maior porção da diversidade de espécies do planeta, sendo assim considerados refúgios da biodiversidade planeta (Myers et al. 2000; Schwartzman, et al. 2000). Nas florestas tropicais, os indivíduos especialistas estão sob alta pressão de seleção. Pois, como as condições e recursos desses locais variam, o efeito das pressões locais sobre esses organismos é alto (Townsend, et al. 2010). Mesmo em espécies generalista, algumas pressões ocorrem ao longo de gerações e se tornam mais frequentes e, por efeito de

seleção, caracterizam traços morfológicos ou comportamentais que são comuns nos táxon (West-Eberhard 1989).

Os fatores que atuam como pressão de seleção e afetam a distribuição das espécies são as condições e os recursos de um habitat e ao longo do tempo atuam como pressão de seleção de traços nesses organismos. Em geral, as condições, são os fatores abióticos disponíveis no ambiente como clima, condições edáficas e topografia afetam os recursos do habitat, como disponibilidade de alimento (Dunning et al. 1992). Espera-se que os fatores abióticos tenham mais efeito na distribuição da maioria dos táxons e também atuem como forte pressão de seleção nos indivíduos. Esse padrão pode ser encontrado independente da escala de análise.

Com o avanço dos estudos ecológicos as condições e recursos que afetam a distribuição das espécies, tornam-se cada vez mais definidos para diversos grupos animais (Huryn e Wallace, 1987; Philpott et al. 2013) e vegetais (Thuiller et al. 2006). Entretanto pouco se sabe da existência desses efeitos atuando em larga escala sobre espécies focos em estudos de conservação, que apresentam ampla distribuição geográfica e papel funcional nos ecossistemas, como as aranhas de solo, por exemplo.

As aranhas de solo possuem ampla distribuição e são muito comuns em ecossistemas florestais ao redor do mundo (Santos, 2007; Höfer e Brescovit, 2001). Em pequenas escalas as aranhas de solo apresentam alta dependência das condições e recursos dos ambientes (Uetz, 1979; Pinkus-Rendón et al. 2006; Chatzaki et al. 2005; Jiménez-Valverde e Lobo, 2007; Ziesche e Roth, 2008; Foelix, 2011) e apresentam papel funcional nos ecossistemas (Riechert, 1974; Schmitz, 2008; Colloff et al. 2010). Por esses atributos, são consideradas bioindicadoras de qualidade de ambiente (Pearce e Veiner, 2006).

Mesmo que se saiba sobre a relevância das aranhas de solo para estudos ecológicos, não se conhece quais fatores são determinantes na riqueza e abundância de aranhas em ampla escala geográficas e para várias espécies simultaneamente. Assim, neste trabalho investigamos quais fatores podem determinar a distribuição (riqueza e abundância) de aranhas de solo. Além disso, devido ao conhecimento da importância da serapilheira para as aranhas de solo, em pequenas escalas, avaliamos também se a morfologia das aranhas de solo pode ser influenciada pelas características físicas da serapilheira em florestas tropicais.

Esperamos que: (i) as condições expliquem melhor a distribuição em macroescala das aranhas de solo em florestas tropicais, do que os recursos; e (ii) dentro das variáveis de condições, a profundidade de serapilheira seja a que melhor influencia na distribuição das aranhas de solo em florestas tropicais. Para avaliar se serapilheira pode ser um fator de pressão seletiva na morfologia de aranhas de solo, avaliamos também se: (iii) aranhas das famílias Oonopidae e Zodariidae, que vivem predominantemente dentro da serapilheira (Jocqué 1991; Tong & Shuqiang 2009), possuem maior achatamento dorsoventral do que aranhas da família Ctenidae que vivem predominantemente sobre a serapilheira (Mestre & Gasnier 2008); e (iv) se o achatamento dorsoventral dos indivíduos das famílias Oonopidae e Zodaridae pode ser influenciado de acordo com o nível de compactação da serapilheira.

## REFERÊNCIAS

- ALCOCK, J. 2009. **Animal behavior**. Sunderland, Massachusetts.
- ANGERT, A.L., SCHEMSKE, D.W., 2005. The evolution of species' distributions: reciprocal transplants across the elevation ranges of *Mimulus cardinalis* and *M. lewisii*. **Evolution**, 59, 1671–1684.
- CHATZAKI, M.; LYMBERAKIS, P.; MARKAKIS, G.; MYLONAS, M. 2005. The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. **Journal of Biogeography**, 32, 813–831.
- COLLOFF, M. J.; PULLEN, K. R.; CUNNINGHAM, S. A. 2010. Restoration of an ecosystem function to revegetation communities: The role of invertebrate macropores in enhancing soil water infiltration. **Restoration Ecology**, 18, 65–72.
- DUNNING, J. B.; DANIELSON, B. J.; PULLIAM, H. R. 1992. Ecological populations affect processes that in complex landscapes. **Oikos**, 65, 169–175.
- FOELIX, R. F. 2011. **Biology of Spiders**. 3rd edition. Oxford University Press: Oxford.
- HÖFER, H.; BRESCOVIT, A. D. 2001. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. **Andrias**, 15, 99-119.
- HURYN, A. D., WALLACE, J.B. 1987. Local geomorphology as a determinant of macrofaunal production in a mountain. **Ecology**, 68, 1932–1942
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; LOBO, J. M. 2007. Determinants of local spider (Araneidae and Thomisidae) species richness on a regional scale: Climate and altitude vs. habitat structure. **Ecological Entomology**, 32, 113–122.

- JOCQUÉ, R. 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Araneae). **Bulletin of American Museum of Natural History**, 201, 1–160.
- MESTRE, L. A. M.; GASNIER, T. R. 2008. Populações de aranhas errantes do gênero *Ctenus* em fragmentos florestais na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, 38, 159–164.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, 853–858.
- PEARCE, J. L.; VENIER, L. A. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. **Ecological Indicators**, 6, 780–793.
- PHILPOTT, S.M., COTTON, J., BICHIER, P., FRIEDRICH, R.L., MOORHEAD, L.C., UNO, S., VALDEZ, M., 2013. Local and landscape drivers of arthropod abundance, richness, and trophic composition in urban habitats. **Urban Ecosystems**, 17, 513–532.
- PINKUS-RENDÓN, M. A.; LEÓN-CORTÉS, J. L.; IBARRA-NÚÑEZ, G. 2006. Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico. **Diversity and Distributions**, 12, 61–69.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Editora Planta, Londrina.
- RIECHERT, S. E. 2012. Thoughts on of Spiders Ecological Significance. **BioScience**, 24, 352–356.
- SANTOS, A. J.; BRESCOVIT, A. D.; JAPYASSÚ, H. F. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários de fauna. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. [org.]. 2007. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Interciência, Rio de Janeiro.
- SCHMITZ, O. J. 2008. Effects of predator hunting mode on grassland ecosystem function. **Science**, 319, 952–954.
- SCHWARTZMAN, S.; MOREIRA, A.; NEPSTAD, D. 2000. Rethinking tropical forest conservation: Perils in parks. **Conservation Biology**, 14, 1351–1357.
- SUTCLIFFE, P. R.; MELLIN, C.; PITCHER, C. R.; POSSINGHAM, H. P.; CALEY, M. J. 2014. Regional-scale patterns and predictors of species richness and abundance across twelve major tropical inter-reef taxa. **Ecography**, 37, 162–171.
- THUILLER, W., MIDGLEY, G.F., ROUGET, M., COWLING, R.M., 2006. Predicting patterns of plant species richness in megadiverse South Africa. **Ecography**, 79, 66–744.
- TONG, Y.; SHUQIANG, L. I. 2009. Three new species and one newly recorded species of oonopid spiders (Araneae: Oonopidae) from Hainan, China. **Zootaxa**, 32, 22–32.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. 2010. **Fundamentos em ecologia**. Editora Artmed, São Paulo.
- UETZ, G. W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities.

**Oecologia**, 40, 29–42.

WEST-EBERHARD, M.J., 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20, 249-278.

WHITTAKER, R.J., WILLIS, K.J., FIELD, R., 2001. Scale and species richness : towards a general, theory of species diversity hierarchical. **Journal of Biogeography**, 28, 453–470.

ZIESCHE, T. M.; ROTH, M. 2008. Influence of environmental parameters on small-scale distribution of soil-dwelling spiders in forests: What makes the difference, tree species or microhabitat? **Forest Ecology and Management**, 255, 738–752.

## ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

---

A dissertação está estruturada em dois artigos científicos:

**Artigo I: Quais fatores determinam em macroescala a distribuição de aranhas de solo no Brasil?** – *Artigo a ser submetido à revista Forest Ecology and Management.*

**Artigo II: A estrutura da serapilheira exerce pressão seletiva sobre a morfologia de aranhas de solo?** – *Artigo a ser submetido à revista Journal of Arachnology.*

**Artigo I: Quais fatores determinam em macroescala a distribuição de aranhas de solo no Brasil?** – *Artigo a ser submetido à revista Forest Ecology and Management.*

# Quais fatores determinam em macroescala a distribuição de aranhas de solo no Brasil?

José Augusto Martins Roxinol<sup>1\*</sup>, Thiago Gechel Kloss<sup>2</sup>, Adalberto José dos Santos<sup>3</sup> & Ricardo Solar, Carlos Frankl Sperber<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Geral Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

\*Correspondência para: J. A. M. Roxinol, Laboratório de Orthoptera, Programa de Pós-graduação em Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.

E-mail: [jaroxinol@gmail.com](mailto:jaroxinol@gmail.com)

## Resumo

Determinar os fatores que predizem a riqueza e abundância das espécies em larga escala geográfica e para várias espécies, é um dos grandes desafios da ecologia. O conhecimento desses fatores se faz ainda mais urgente frente às ameaças conservação da biodiversidade em refúgios da biodiversidade, como as florestas tropicais, que estão sofrendo cada vez mais com a ação antrópica. Neste estudo investigamos quais fatores, em grande escala, podem prever a riqueza e abundância de aranhas de solo em ambientes florestais do Brasil. Nossa hipótese é que as condições são mais importantes para explicar a riqueza e abundância desses indivíduos do que os recursos, por serem precursores dos fatores bióticos. Nossa segunda hipótese é que entre as variáveis de condições, a profundidade da serapilheira explicasse melhor a riqueza e abundância de aranhas de solo. Encontramos que apenas uma condição, a profundidade da serapilheira, explicou a riqueza e abundância de aranhas, o que corroborou as duas hipóteses propostas. A serapilheira é

oriunda da queda de folhas e restos vegetais e as maiores concentrações de árvores estão nas menores latitudes do globo. Como as aranhas são bioindicadoras da qualidade ambiental e sua distribuição é afetada pela altura da serapilheira, que tem origem na quantidade de biomassa vegetal produzidas por uma floresta, nossos resultados enfatizam a importância de proteger as áreas florestais tropicais, para a manutenção da ameaçada biodiversidade de nosso planeta.

**Palavras-chave:** Floresta tropical; biodiversidade; riqueza; abundância; conservação; serapilheira

## Introdução

Quais são os fatores que determinam a distribuição das espécies no planeta? A resposta para esta pergunta, comum entre os ecólogos, não parece ser tão simples, embora não seja impossível. Com o avanço dos estudos ecológicos os fatores espaciais, temporais e evolutivos que afetam a distribuição das espécies, tornam-se cada vez mais definidos para diversos grupos animais (Huryn e Wallace, 1987; Philpott et al. 2013) e vegetais (Thuiller et al. 2006). Entretanto, estes fatores são mais bem caracterizados em microescala geográfica e restritos a poucas espécies (Whittaker et al. 2001; Townsed et al. 2010). Em escalas geográficas mais amplas e para várias espécies, quanto mais rico e heterogêneo é um ambiente e a comparação entre ambientes, encontramos menos fatores que afetam a distribuição da maioria das espécies (Whittaker et al. 2001). Isso porque os critérios de seleção de habitat são diferentes entre as espécies (Rosenzweig, 1981; Alcock 2009), segundo sua história de vida e aptidão (Angert e Schemske, 2005; West-Eberhard 1989). Dessa forma, são poucos os fatores que determinam a distribuição da maioria das espécies e em larga escala geográfica, mas por assim serem, tornam-se foco de atenção dos estudos de conservação da biodiversidade.

Ambientes heterogêneos como as florestas tropicais são considerados refúgios da biodiversidade do planeta e por isso são prioridade em estudos de conservação (Primack e Rodrigues 2001; Sutcliffe et al. 2014). Entretanto poucos estudos se propõem a avaliar os fatores que determinem a distribuição das espécies nestes locais em macroescala (e.g.: Cueto e Casenave 1999; Davis et al. 2008; Sutcliffe et al. 2014). Considerando que a região tropical possui maior riqueza de espécies do planeta (Myers et al. 2000; Schwartzman, et al. 2000). Se conhecermos os fatores que em macroescala geográfica e para várias espécies afetam a distribuição das espécies tropicais, novas e eficazes alternativas de ações para a conservação da biodiversidade do planeta podem ser propostas (Whittaker et al. 2001). Nestes estudos, considera-se os valores de riqueza e abundância das espécies como indicadores da distribuição dos organismos (Whittaker et al. 2001). Nos estudos em macro escala de conservação da biodiversidade os organismos devem apresentar ampla distribuição geográfica e, preferencialmente, tenham um papel funcional para os ecossistemas.

As aranhas de solo, por exemplo, possuem ampla distribuição e são muito comuns em ecossistemas florestais ao redor do mundo (Santos, 2007; Höfer e Brescovit, 2001). Além

disso, já se conhece em pequenas escalas que, de acordo com sua história de vida e estruturas morfofisiológicas, as aranhas de solo apresentam alta dependência das condições e recursos dos ambientes (Uetz, 1979; Pinkus-Rendón et al. 2006; Chatzaki et al. 2005; Jiménez-Valverde e Lobo, 2007; Ziesche e Roth, 2008; Foelix, 2011) e apresentam papel funcional nos ecossistemas (Riechert, 1974; Schmitz, 2008; Colloff et al. 2010). Por esses atributos, são consideradas bioindicadoras de qualidade de ambiente (Pearce e Veiner, 2006). Entretanto, não se conhece quais fatores são determinantes na riqueza e abundância de aranhas em ampla escala geográficas e para várias espécies. Por isso, neste estudo nosso objetivo foi investigar se as condições são mais importantes para determinar a distribuição de aranhas de serapilheira do Brasil do os recursos desses ambientes.

Nossas predições estão embasadas em diferentes estudos que apresentaram variáveis importantes para determinar a riqueza e/ou abundância para diferentes grupos de aranhas e em escalas geográficas menores. Com base nesses estudos analisamos as variáveis altura da serapilheira (Uetz, 1979; Ziesche e Roth, 2008); umidade do solo (Foelix, 2011); temperatura, precipitação e umidade do ambiente (Pinkus-Rendón et al. 2006); latitude e altitude (Chatzaki et al. 2005; Jiménez-Valverde e Lobo 2007), considerando-as como variáveis preditoras de condições. Além disso, como variável preditora de recursos, consideramos a disponibilidade de alimento nos locais (Ward e Lubin, 1993). Como os as condições são responsáveis por afetar os recursos e demais fatores bióticos, como disponibilidade de alimento e competição (Dunning, 1992), que afetam a riqueza e abundância das aranhas, esperamos que: (i) as condições expliquem melhor a distribuição em macroescala das aranhas de solo de florestas tropicais, do que os recursos; e (ii) dentre as variáveis de condições, a profundidade de serapilheira seja a que melhor influencia na distribuição das aranhas de solo tropicais.

## **Material e Métodos**

### *Área de Estudo*

As coletas foram feitas ao longo de quatro anos (2011-2014), em ambientes de floresta úmida de 16 localidades do Brasil, situadas em regiões quatro biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Figura 1 e tabela 1 do material suplementar).

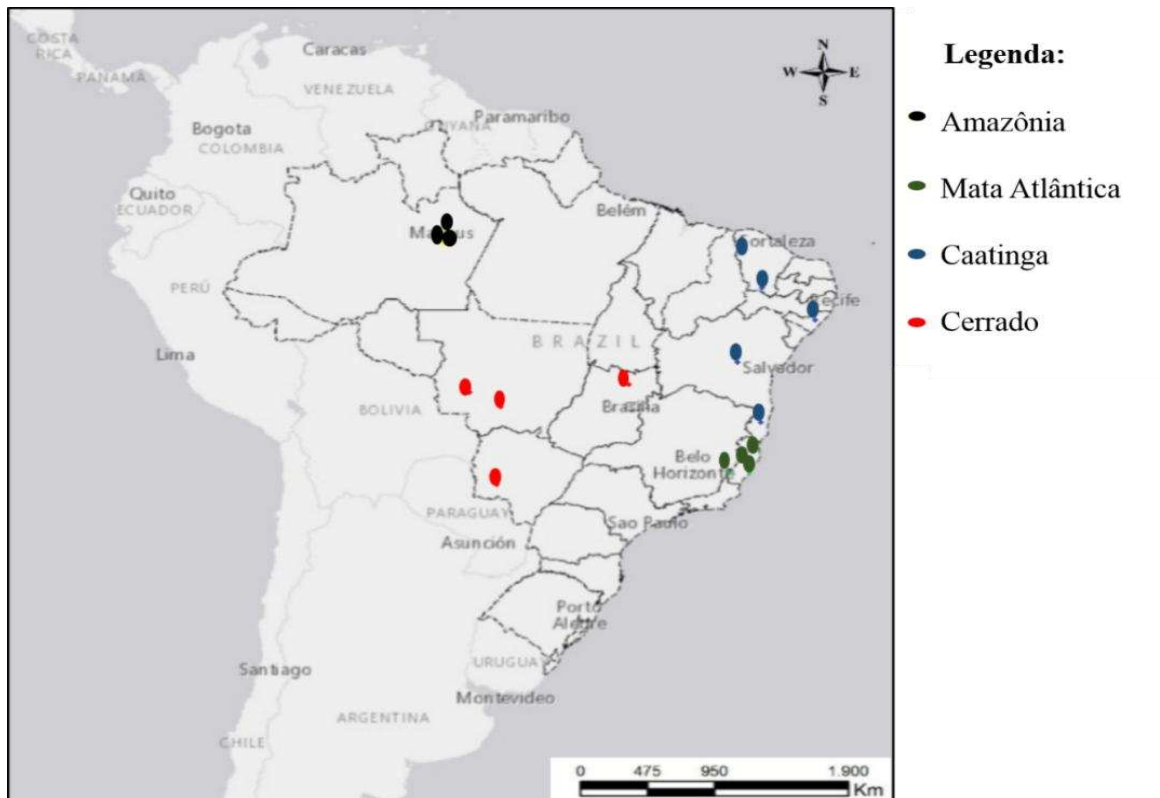


Figura 1. Relação das localidades e regiões de coleta.

### *Coleta das aranhas*

Tivemos uma unidade amostral de 30 conjunto de armadilhas por área. Em cada área amostrada fizemos um transecto de 900 metros. A cada 30 metros, um conjunto de 5 armadilhas foi instalado. Dispusemos as armadilhas de cada conjunto em linha, com uma distância de 2 metros entre si (Figura 2). O transecto foi construído a uma distância mínima de 50 metros da borda da floresta. Utilizamos assim, para cada localidade, 150 armadilhas de queda (*pitfall*) com 15 cm de diâmetro e 18 cm de profundidade e com 300 ml de etanol combustível. O álcool combustível é recomendado por manter eficientemente as características anatômicas e moleculares dos invertebrados de serapilheira (Szinwelski et al. 2013). Enterramos as armadilhas mantendo sua abertura ao nível do solo, onde permaneceram por 48 horas. Após esse período, recolhemos os indivíduos coletados mantendo-os na mesma solução de etanol combustível utilizada em cada *pitfall*.

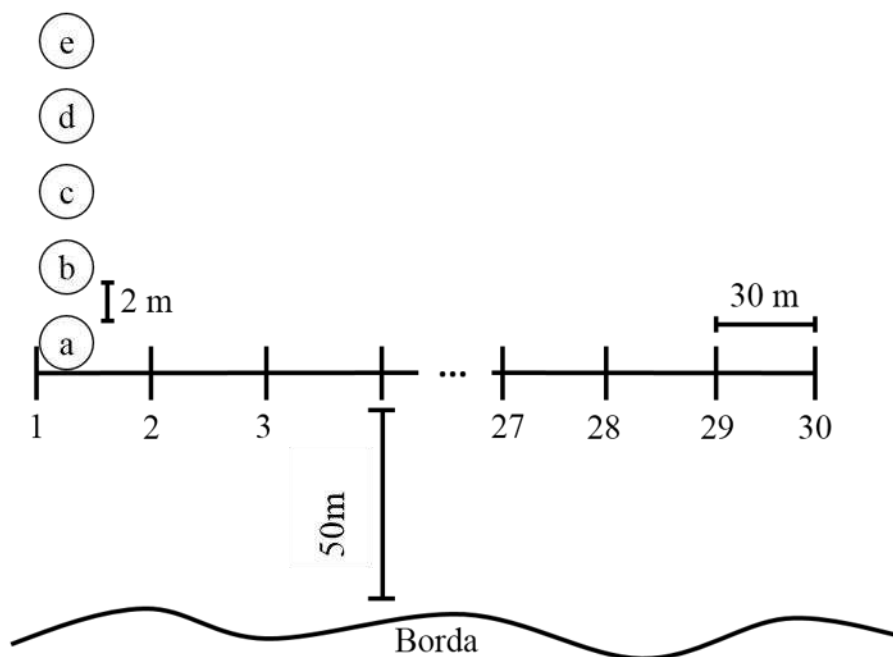


Figura 2. Desenho amostral da coleta. Os círculos com letras representam os pitfalls de cada conjunto. Os traços com número representam o local onde foi instalado o conjunto com os cinco pitfalls.

Identificamos os indivíduos coletados primeiramente a nível de família para todos os indivíduos e em nível de morfoespécies para os adultos, com o auxílio da chave de identificação para aranhas brasileiras (Brescovit et al. 2002). Essas identificações foram confirmadas por especialistas. Todos os indivíduos coletados foram depositados na coleção de Arachnida do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG, sob curadoria do Dr. Adalberto J. Santos.

#### *Coleta de variáveis ambientais*

Para estimar as variáveis ambientais abióticas que poderiam afetar a distribuição de aranhas, utilizamos variáveis locais (altura de serapilheira e umidade do solo). E utilizamos variáveis regionais (umidade, temperatura, precipitação, altitude e latitude).

##### a) Profundidade da serapilheira

Para obter os valores de profundidade da serapilheira, fizemos um cálculo de volume de serapilheira coletada, considerando a altura e peso da quantidade de serapilheira coletada e o diâmetros do cilindro de coleta. Para isso, coletamos uma amostra de serapilheira a partir do solo ao lado de cada armadilha (Figura 2, círculos) com um auxílio de um cilindro de aço. Para cada conjunto fizemos uma média dos valores de volume de serapilheira coletada.

#### b) Umidade do solo

Para obter os dados de umidade do solo, utilizamos um medidor eletrônico de umidade do solo (FALKER - HidroFarm HFM 2030). Estes valores de umidade eram obtidos introduzindo a haste do medidor no solo ( $\pm 20$  cm), próximo a cada ponto das armadilhas. Calculamos a média de umidade para cada conjunto.

#### c) Umidade, temperatura e precipitação mensais

Obtivemos os dados de umidade, temperatura e precipitação do banco de dados climatológicos do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas (ICEA). Este banco de dados está sob a responsabilidade de Subdivisão de Climatologia Aeronáutica do Brasil. Os dados que utilizamos são referentes à média de umidade, temperatura e precipitação de cada local do respectivo mês de coleta (Tabela 3 do material suplementar).

#### d) Altitude e latitude

Medimos a altitude de cada conjunto com um aparelho GPS (GARMIN – eTrex Venture® HC). Com o mesmo aparelho registramos a latitude do primeiro ponto de local de coleta e consideramos este valor como referência para o local.

#### *Recursos*

Para a análise das variáveis bióticas que podem estar atuando na distribuição das espécies de aranhas de solo, consideramos a disponibilidade de alimento como variável principal. Para este indicador, utilizamos os dados de número de grilos (Orthoptera: Grylloidea) coletados nos mesmos *pitfalls* que coletamos as aranhas.

#### *Análises estatísticas*

Analisamos os dados utilizando Modelagem Linear Generalizada (GLM), com suas respectivas análises de resíduos para verificar a adequabilidade da distribuição dos erros e ajuste do modelo (Crawley, 2007). Construímos um modelo global para cada variável resposta (i.e. riqueza e abundância de aranhas) e como variáveis explicativas, todas as variáveis ambientais propostas, sem interação (i.e. umidade relativa mensal, umidade do solo, temperatura média mensal, precipitação total do mês, altitude, profundidade da serapilheira, número de grilos) e em seguida fizemos a seleção dos modelos candidatos utilizando os critérios de informação de Akaike de segunda ordem (AICc ou QAICc).

Dentre os modelos candidatos, foram mantidos dentre os modelos plausíveis todos aqueles que apresentaram um valor de  $\Delta AICc < 2$  em relação ao modelo de menor AICc (Wagenmakers & Farrell, 2004). Sempre que houve mais de um modelo candidato entre os que foram considerados plausíveis, fizemos a média dos modelos para obtenção dos coeficientes médios, bem como de seus erros-padrão. Realizamos estas análises no sistema estatístico R (R Development Core Team, 2013). Para a seleção de modelos pelo critério de Akaike utilizamos o pacote MuMIn.

## Resultados

Foram coletadas um total de 1767 aranhas de solo, sendo 1489 adultas e 278 imaturas. Identificamos 31 famílias e 233 espécies (Tabela 2 do material suplementar). O modelo que melhor explicou a riqueza de espécies de aranha incluiu a profundidade de serapilheira como única variável explicativa (Tabelas 4 e 5 do material suplementar), tendo todos os demais modelos  $\Delta AICc > 2$  em relação ao modelo de menor AICc. Para abundância, as variáveis que ficaram retidas no topo dos modelos foram profundidade de serapilheira, número de grilos, altitude e umidade relativa do mês (Importância: 0,59; 0,27; 0,22 e 0,11 respectivamente). A profundidade da serapilheira afetou positivamente tanto abundância quanto riqueza de aranhas de solo (Figuras 3 e 4).

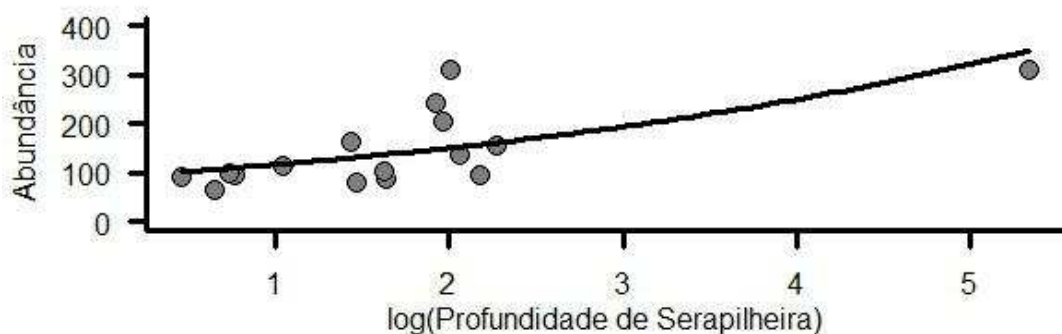


Figura 3 - Efeito da profundidade da Serapilheira na abundância de aranhas de solo em 16 áreas florestais do Brasil.

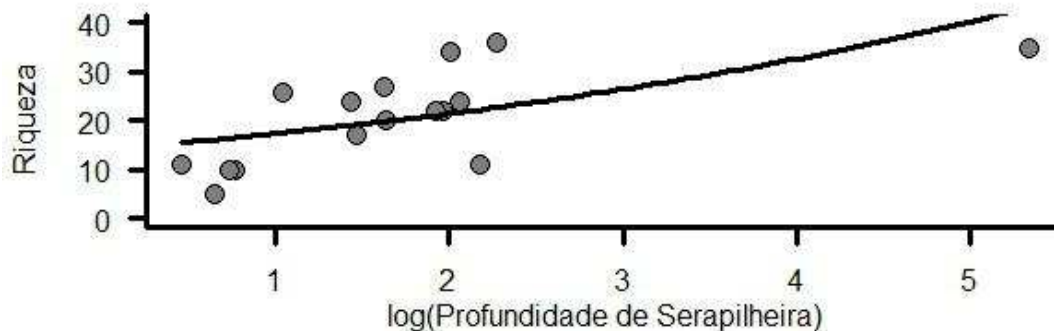


Figura 4 - Efeito da profundidade da Serapilheira na riqueza de aranhas de solo em 16 áreas florestais do Brasil.

## Discussões

Dentre os fatores que explicam a riqueza e abundância de aranhas de solo de florestas brasileiras em macroescala geográfica se restringiram à profundidade de serapilheira. Encontramos uma relação positiva entre riqueza e abundância de espécies e profundidade de serapilheira comparando 16 áreas avaliadas no Brasil (Figura 3 e 4). Nossas análises dão suporte ao proposto por Uetz (1979), sobre a importância da serapilheira na distribuição de aranhas de solo, entretanto, agora em grande escala geográfica e para mais espécies.

Os principais fatores que podem explicar o efeito da serapilheira na distribuição de aranhas de solo estão relacionados às condições que indiretamente a serapilheira disponibiliza para os organismos, como espaço físico (Wagner et al. 2003; Perce e Veiner, 2006), aumento da chance de escape de predadores e captura de presas (Perce et al. 2004), heterogeneidade ambiental (Hansen e Coleman, 1998; Ettema e Wardle, 2002) e maior espaço para nidificação (Uetz, 1979). O espaço físico é um dos melhores atributos da serapilheira, quanto mais alta a serapilheira mais estruturas emaranhadas existem no habitat, o que possibilita muitas vantagens diretas e indiretas (Wagner et al. 2003; Perce e Veiner, 2006). Quanto mais estruturas físicas na serapilheira maior o nicho realizado e potencial de cada organismo, isso possibilita que mais espécies coexistam no habitat (Ettema e Wardle, 2002; Pearce e Veiner, 2006).

Além do espaço físico, uma serapilheira mais alta possibilita mais chances de escape de predação e captura de presas (Perce et al. 2004). Isso porque a serapilheira mais alta tem

mais estruturas físicas emaranhadas (folhas, galhos e outras estruturas vegetais). Essas estruturas físicas apresentam mais refúgios para fuga dos predadores e sítios de captura de presas. Outro benefício indireto da serapilheira mais alta é a heterogeneidade ambiental que surge nos diferentes estratos da serapilheira (Hansen e Coleman, 1998; Ettema e Wardle, 2002). A serapilheira mais alta apresenta diferentes microclimas devido a variação do acesso à luminosidades, temperatura e umidade entre os estratos da serapilheira. Essa variação entre os níveis de altura de uma serapilheira e variação dos microclimas permite que espécies com tolerâncias microclimáticas diferentes coexistam.

Esses fatores afetam principalmente a riqueza das espécies de serapilheira. Entretanto, um fator que afeta mais abundância dessa comunidade é o aumento dos espaços e possibilidade para nidificação (Uetz, 1979; Wagner et al. 2003; Perce e Veiner, 2006). Nos caso das aranhas de solo que em geral constroem bolsas de ovos e as depositam na serapilheira e poucas espécies possuem cuidado parental, mais espaço na serapilheira oferece mais estruturas para a proteção desses ovos.

Entretanto, já que outros estudos demonstraram que as variáveis umidade e temperatura ambiental, umidade do solo, precipitação, altitude e latitude influenciam diretamente a distribuição de aranhas de solo (Uetz, 1979; Bonte et al. 2003; Chatzaki et al. 2005; Pinkus-Rendón et al. 2006; Jiménez-Valverde e Lobo, 2007; Ziesche e Roth, 2008; Foelix, 2011), por que não encontramos esse padrão em nosso estudo?

Nossa análise foi realizada com uma ampla diversidade de espécies, e cada espécie apresenta seus critérios de seleção de habitat e utilização de nicho. Assim, quanto mais acrescentamos espécies e mais aumentamos a escala geográfica das análises, menos fatores coincidem entre os critérios de seleção de habitat destas espécies nesta amplitude. Além disto, as condições das variáveis abióticas mudam entre as regiões e apresentam uma variação média específica para cada local. Isso faz com que ocorra em cada região uma seleção dos organismos que melhor se adaptam e toleram estas variações, gerando uma heterogeneidade de composição dos organismos entre as localidade (Ridley, 2006). Assim estas variáveis abióticas podem atuar como pressão seletiva mais local, não apresentando ou reduzindo o efeito em análises mais amplas.

A serapilheira é a única variável abiótica que suas condições variam localmente, e isso ocorre em todas as regiões. Como as espécies estão sempre sob esta pressão independente da localidade, a pressão da serapilheira não deve afetar o critério de tolerância da maioria

das espécies. Por isso, em grande escala não encontramos efeito das variáveis ambientais, edáficas, climáticas e nem topográficas, pois elas apresentam mais efeito sobre o critério de seleção de espécies locais.

O único fator abiótico investigado em nosso estudo foi a disponibilidade de alimento, (abundância de grilos). Essa variável também não apresentou efeito na distribuição de aranhas do solo em grande escala. Isso demonstra que possivelmente grilos não sejam bons indicadores de riqueza e abundância de aranhas de solo. Considerar abundância de grilos como indicador de disponibilidade de alimento pode não ter sido a melhor forma de avaliar esta variável. Isso porque como grilos são e foram muito abundantes em todas as localidades, possivelmente esta variável não é suficiente pra exercer uma pressão e selecionar a distribuição de aranhas de solo. Outro fator que pode explicar esse fato é que as aranhas de solo são organismos generalistas (Gonzaga, 2007; Foelix, 2011), assim um único táxon pode não ser suficiente para atuar como indicador de disponibilidade de alimento para estas aranhas.

## **Conclusões**

Este estudo apresenta fatos que demonstram a importância da serapilheira na distribuição de aranhas de solo florestais em ampla escala. Já que esses organismos são bioindicadores da qualidade ambiental e são mais ricos e abundantes onde a quantidade de serapilheira é maior (mais profunda), logo a profundidade da serapilheira pode ser também um indicativo de conservação da biodiversidade. Como a altura da serapilheira depende da quantidade de folhas e produtos vegetais que são depositados nos solo das florestas, esperamos que uma floresta com alta produção de biomassa produza maior quantidade de serapilheira. Nosso estudo reforça, o conhecimento de outros estudos que apontam a importância de se preservar e recuperar as florestas tropicais do planeta para a conservação da biodiversidade.

## **Agradecimentos**

Estamos muito agradecidos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Bolsa de mestrado de José Augusto Martins Roxinol). Este projeto foi apoiado pelo projeto Biota de Orthoptera do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Somos gratos também a Fabiene Maria de Jesus por contribuir com a discussão e Pedro H. Martins e Leonardo Carvalho pelo auxílio em algumas

identificações. Todos os espécimes deste estudo foram depositados na coleção do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais (curador A. J. Santos), Minas Gerais, Brasil. Este estudo está em conformidade com as leis atuais do Brasil (Autorização ICMBIO N ° 31324).

## Referências

- ALCOCK, J. 2009. **Animal behavior**. Sunderland, Massachusetts.
- ANGERT, A.L., SCHEMSKE, D.W., 2005. The evolution of species' distributions: reciprocal transplants across the elevation ranges of *Mimulus cardinalis* and *M. lewisii*. **Evolution**, 59, 1671–1684.
- BRESCOVIT, A.D.; RHEIMS, C.A.; BONALDO, A.B. 2002. Araneae. In: **Amazonian Arachnida and Myriapoda**. Joachim Adis (Ed). Pensoft Publishers, Sofia.
- BONTE, D., CRIEL, P., VAN THOURNOUT, I., MAELFAIT, J.P., 2003. Regional and local variation of spider assemblages (Araneae) from coastal grey dunes along the North Sea. **Journal of Biogeography**, 30, 901–911.
- CHATZAKI, M.; LYMBERAKIS, P.; MARKAKIS, G.; MYLONAS, M. 2005. The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. **Journal of Biogeography**, 32, 813–831.
- COLLOFF, M. J.; PULLEN, K. R.; CUNNINGHAM, S. A. 2010. Restoration of an ecosystem function to revegetation communities: The role of invertebrate macropores in enhancing soil water infiltration. **Restoration Ecology**, 18, 65–72.
- CUETO, V. R.; CASENAVE, J. L. 1999. Determinants of bird species richness: Role of climate and vegetation structure at a regional scale. **Journal of Biogeography**, 26, 487–492.
- DAVIS, A. L. V; SCHOLTZ, C. H.; DESCHODT, C. 2008. Multi-scale determinants of dung beetle assemblage structure across abiotic gradients of the Kalahari-Nama Karoo ecotone, South Africa. **Journal of Biogeography**, 35, 1465–1480.
- DUNNING, J. B.; DANIELSON, B. J.; PULLIAM, H. R. 1992. Ecological populations affect processes that in complex landscapes. **Oikos**, 65, 169–175.
- ETTEMA, C. H.; WARDLE, D. A. 2002. Spatial soil ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, 17, 177–183.
- FOELIX, R. F. 2011. **Biology of Spiders**. 3rd edition. Oxford University Press: Oxford.
- GONZAGA, M. O. Inimigos naturais e defesa contra predação e parasitismo em aranhas. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. [org.]. 2007. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Interciência, Rio de Janeiro.

- HANSEN, R. A.; COLEMAN, D. C. 1998. Litter complexity and composition are determinants of the diversity and species composition of *Oribatid* mites (Acari: Oribatida) in litterbags. **Applied Soil Ecology**, 9, 1-3.
- HÖFER, H.; BRESCOVIT, A. D. 2001. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. **Andrias**, 15, 99-119.
- HURYN, A. D., WALLACE, J.B. 1987. Local geomorphology as a determinant of macrofaunal production in a mountain. **Ecology**. 68, 1932–1942.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; LOBO, J. M. 2007. Determinants of local spider (Araneidae and Thomisidae) species richness on a regional scale: Climate and altitude vs. habitat structure. **Ecological Entomology**, 32, 113–122.
- WARD, D.; LUBIN, Y. 1993. Habitat selection and the life history of a desert spider, *Stegodyphus lineatus* (Eresidae). **Journal of Animal Ecology**, 62, 353–363.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, 853–858.
- PEARCE, J. L.; VENIER, L. A. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. **Ecological Indicators**, 6, 780–793.
- PEARCE, J.L., VENIER, L.A., ECCLES, G., PEDLAR, J. AND MCKENNEY, D. 2004. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. **Biodiversity and Conservation**, 13, 1305–1334.
- PHILPOTT, S.M., COTTON, J., BICHIER, P., FRIEDRICH, R.L., MOORHEAD, L.C., UNO, S., VALDEZ, M., 2013. Local and landscape drivers of arthropod abundance, richness, and trophic composition in urban habitats. **Urban Ecosystems**, 17, 513–532.
- PINKUS-RENDÓN, M. A.; LEÓN-CORTÉS, J. L.; IBARRA-NÚÑEZ, G. 2006. Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico. **Diversity and Distributions**, 12, 61–69.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Editora Planta, Londrina.
- R Development Core Team. 2013. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. On line at <http://www.R-project.org/>
- RIDLEY, Mark. **Evolução**. 3ª ed. 2006. Artmed: Porto Alegre.
- RIECHERT, S. E. 1974. Thoughts on of Spiders Ecological Significance. **BioScience**, 24, 352–356.
- ROSENZWEIG, M.L. 1981. A Theory of habitat selection. **Ecology**, 62, 327–335.
- SANTOS, A. J.; BRESCOVIT, A. D.; JAPYASSÚ, H. F. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários de fauna. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.;

- JAPYASSÚ, H. F. [org.]. 2007. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Interciência, Rio de Janeiro.
- SCHMITZ, O. J. 2008. Effects of predator hunting mode on grassland ecosystem function. **Science**, 319, 952–954.
- SCHWARTZMAN, S.; MOREIRA, A.; NEPSTAD, D. 2000. Rethinking tropical forest conservation: Perils in parks. **Conservation Biology**, 14, 1351–1357.
- SUTCLIFFE, P. R.; MELLIN, C.; PITCHER, C. R.; POSSINGHAM, H. P.; CALEY, M. J. 2014. Regional-scale patterns and predictors of species richness and abundance across twelve major tropical inter-reef taxa. **Ecography**, 37, 162–171.
- SZINWELSKI, N.; YOTOKO, K. S. C.; SOLAR, R.; SELEME, L. R.; SPERBER, A. C. F. 2013. Ethanol fuel improves pitfall traps through rapid sinking and death of captured Orthoptera. **Environmental Entomology**, 42, 758–762.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. 2010. **Fundamentos em ecologia**. Editora Artmed, São Paulo.
- THUILLER, W., MIDGLEY, G.F., ROUGET, M., COWLING, R.M., 2006. Predicting patterns of plant species richness in megadiverse South Africa. **Ecography**, 79, 66–744.
- UETZ, G. W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. **Oecologia**, 40, 29–42.
- WAGENMAKERS, E.-J., FARRELL, S. 2004. AIC model selection using Akaike weights. **Psychonomic Bulletin & Review**. 11, 192–196.
- WAGNER, J. D.; TOFT, S.; WISE, D. H. 2003. Spatial stratification in litter depth by forest-floor spiders. **Journal of Arachnology**, 31, 28–39.
- WEST-EBERHARD, M.J., 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20, 249-278.
- WHITTAKER, R.J., WILLIS, K.J., FIELD, R., 2001. Scale and species richness : towards a general, theory of species diversity hierarchical. **Journal of Biogeography**. 28, 453–470.
- ZIESCHE, T. M.; ROTH, M. 2008. Influence of environmental parameters on small-scale distribution of soil-dwelling spiders in forests: What makes the difference, tree species or microhabitat? **Forest Ecology and Management**, 255, 738–752.

## Material Suplementar

**Tabela suplementar 1:** Relação das localidades, ano e região onde as aranhas foram coletadas.

<b>Local</b>	<b>Ano de coleta</b>	<b>Região</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Latitude</b>
<b>Ducke (AM)</b>	2011	Amazônia	S 02°55.981, O 59°58.144	-03,11
<b>Tarumã-mirim (AM)</b>	2011	Amazônia	S 02°54.018, O 60°05.197	-03,11
<b>Reserva da Campina (AM)</b>	2011	Amazônia	S 02°35.322, O 60°01.978	-02,61
<b>Alto do Caparaó (MG)</b>	2013	Mata Atlântica	S 20°24.616', O 41°50.200'	-20,40
<b>Cariacica (ES)</b>	2012	Mata Atlântica	S 20°17.431, O 40°31.124	-20,26
<b>Santa Teresa (ES)</b>	2013	Mata Atlântica	S 19°54.749', O 40°33.158'	-19,84
<b>Linhares (ES)</b>	2012	Mata Atlântica	S 19°09.638, O 40°02.18	-19,39
<b>Bonito (MS)</b>	2014	Cerrado	S 21°07'55", O 56°43'22.4"	-21,07
<b>Chapada Guimaraes (MT)</b>	2014	Cerrado	S 15°24'27.1", O 55°50'4.4"	-15,60
<b>Chapada Parecis (MT)</b>	2014	Cerrado	S 14°21'49.9", O 57°39'54.9"	-14,36
<b>Chapada dos Veadeiros(GO)</b>	2014	Cerrado	S 14°10'39.1", O 47°47'19.8"	-14,17
<b>Itamaraju (BA)</b>	2012	Caatinga	S 16°53.182, O 39°24.756	-16,55
<b>Lençóis (BA)</b>	2013	Caatinga	S 12°33.640', O 41°22.256'	-12,56
<b>Murici (AL)</b>	2013	Caatinga	S 09°14.654', O 35°50.324'	-09,20
<b>Crato (CE)</b>	2013	Caatinga	S 07°14.425', O 39°29.921'	-07,22
<b>Ubajara (CE)</b>	2013	Caatinga	S 03 50.325, O 40°53.962	-03,84

**Tabela suplementar 2** - Famílias e respectivas morfoespécies analisadas.

<b>Família</b>	<b>Morfoespécie</b>
Anyphaenidae	<i>Anyphaenidae sp.1</i>
Anyphaenidae	<i>Anyphaenidae sp.2</i>
Anyphaenidae	<i>Anyphaenidae sp.3</i>
Barychelidae	<i>Barychelidae sp.1</i>
Caponidae	<i>Caponidae sp.1</i>
Caponidae	<i>Caponidae sp.2</i>
Caponidae	<i>Caponidae sp.3</i>
Clubionidae	<i>Clubionidae sp.1</i>
Clubionidae	<i>Clubionidae sp.2</i>
Clubionidae	<i>Clubionidae sp.4</i>
Clubionidae	<i>Clubionidae sp.5</i>
Clubionidae	<i>Clubionidae sp.6</i>
Clubionidae	<i>Clubionidae sp.7</i>
Corinnidae	<i>Abapeba sp.</i>
Corinnidae	<i>Attacobius sp.</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.1</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.2</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.3</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.4</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.5</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.6</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.7</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.8</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.9</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.11</i>

Corinnidae	<i>Corinnidae sp.12</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.13</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.14</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.15</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.16</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.17</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.18</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.19</i>
Corinnidae	<i>Corinnidae sp.21</i>
Corinnidae	<i>Corinninae sp.1</i>
Corinnidae	<i>Corinninae sp.2</i>
Corinnidae	<i>Xeropigo sp.</i>
Ctenidae	<i>Acanthoecteninae sp.1</i>
Ctenidae	<i>Acanthoecteninae sp.2</i>
Ctenidae	<i>Ancylometes rufus</i>
Ctenidae	<i>Caloecteninae sp.1</i>
Ctenidae	<i>Caloecteninae sp.2</i>
Ctenidae	<i>Celaetycheus sp.</i>
Ctenidae	<i>Ctenidae sp.3</i>
Ctenidae	<i>Ctenidae sp.1</i>
Ctenidae	<i>Ctenidae sp.2</i>
Ctenidae	<i>Cteninae sp.1</i>
Ctenidae	<i>Ctenus amphora</i>
Ctenidae	<i>Ctenus medius</i>
Ctenidae	<i>Ctenus ornatus</i>
Ctenidae	<i>Ctenus rectipes</i>
Ctenidae	<i>Ctenus sp.2</i>
Ctenidae	<i>Ctenus sp.3</i>

Ctenidae	<i>Ctenus sp.4</i>
Ctenidae	<i>Ctenus sp.5</i>
Ctenidae	<i>Ctenus vehemens</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus foliifer</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus sp.3</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus sp.4</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus sp.5</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus sp.6</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus sp.7</i>
Ctenidae	<i>Miturgidae sp.1</i>
Ctenidae	<i>Miturgidae sp.2</i>
Ctenidae	<i>Nothroctenus sp.</i>
Ctenidae	<i>Trochosa sp.1</i>
Ctenidae	<i>Ctenusornatus</i>
Ctenidae	<i>Isoctenus sp.2</i>
Dictyniidae	<i>Dictyniidae sp.</i>
Dipluridae	<i>Dipluridae sp.1</i>
Dipluridae	<i>Dipluridae sp.2</i>
Eutichuridae	<i>Radulphius sp.1</i>
Eutichuridae	<i>Eutichuridae sp.1</i>
Gnaphosidae	<i>Vectius niger</i>
Hahniidae	<i>Hahniidae sp.1</i>
Hahniidae	<i>Hahniidae sp.2</i>
Hahniidae	<i>Hahniidae sp.3</i>
Idiopidae	<i>Idiopidae sp.1</i>
Idiopidae	<i>Idiopidae sp.o2</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.1</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.2</i>

Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.3</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.4</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.5</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.6</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.7</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.8</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.9</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.11</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.12</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.13</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.14</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.15</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.16</i>
Linyphiidae	<i>Linyphiidae sp.17</i>
Linyphiidae	<i>Zoropsidae sp.1</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.2</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.3</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.4</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.5</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.8</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.9</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.1</i>
Lycosidae	<i>Lycosidae sp.12</i>
Lycosidae	<i>Lycosinae sp.1</i>
Lycosidae	<i>Neoxyphinus axe</i>
Lycosidae	<i>Trochosa sp.1</i>
Lycosidae	<i>Trochosa sp.2</i>
Lycosidae	<i>Zoropsidae sp.1</i>

Lycosidae	<i>Zoropsidae sp.2</i>
Micropholcomatidae	<i>Anapisona sp.</i>
Miturgidae	<i>Miturgidae sp.1</i>
Miturgidae	<i>Miturgidaesp.2</i>
Miturgidae	<i>Miturgidaesp.1</i>
Miturgidae	<i>Radulphius singularis</i>
Miturgidae	<i>Zoropsidae sp.1</i>
Miturgidae	<i>Zoropsidae sp.2</i>
Miturgidae	<i>Zoropsidae sp.3</i>
Miturgidae	<i>Zoropsidae sp.4</i>
Nemesiidae	<i>Nemesiidae sp.1</i>
Nemesiidae	<i>Nemesiidae sp.2</i>
Nemesiidae	<i>Nemesiidae sp.4</i>
Oonopidae	<i>Escaphiella sp.</i>
Oonopidae	<i>Gamasomorpha sp.</i>
Oonopidae	<i>Gamasomorphinae sp.</i>
Oonopidae	<i>Hexapopha sp.1</i>
Oonopidae	<i>Hexapopha sp.2</i>
Oonopidae	<i>Hexapopha sp.3</i>
Oonopidae	<i>Isoctenus sp.6</i>
Oonopidae	<i>Neotrops sp.</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus "cavus"</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus "murici"</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus "ornithogoblin"</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus "sax"</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus amazonicus</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus axe</i>

Oonopidae	<i>Neoxyphinus sp.1</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus sp.2</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus sp.3</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus sp.4</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus sp.5</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus sp.6</i>
Oonopidae	<i>Neoxyphinus termitophilus</i>
Oonopidae	<i>Oonopidae sp.2</i>
Oonopidae	<i>Oonopidae sp.4</i>
Oonopidae	<i>Oonopidae sp.5</i>
Oonopidae	<i>Oonopidae sp.7</i>
Oonopidae	<i>Oonopidae sp.16</i>
Oonopidae	<i>Predatoroonops sp.</i>
Oonopidae	<i>Simlops sp.</i>
Oonopidae	<i>Triaeris stenaspis</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.1</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.2</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.3</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.4</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.5</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.6</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.7</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.8</i>
Palpimanidae	<i>Palpimanidae sp.9</i>
Paratropididae	<i>Paratropididae sp.</i>
Pholcidae	<i>Epicratinus sp.2</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.1</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.2</i>

Pholcidae	<i>Pholcidae sp.3</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.4</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.5</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.6</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.7</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.8</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.9</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.11</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.12</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.13</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.14</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.15</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.16</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.17</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.18</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.19</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.21</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.22</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.23</i>
Pholcidae	<i>Pholcidae sp.24</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.1</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.2</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.3</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.4</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.5</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.6</i>
Prodidomidae	<i>Prodidomidae sp.7</i>
Psauridae	<i>Architis brasiliensis</i>

Salticidae	<i>Salticidae sp.1</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.2</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.3</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.4</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.5</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.6</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.7</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.8</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.9</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.11</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.12</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.13</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.14</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.15</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.16</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.17</i>
Salticidae	<i>Salticidae sp.18</i>
Scytodidae	<i>Scytodidae sp.1</i>
Scytodidae	<i>Scytodidae sp.2</i>
Scytodidae	<i>Scytodidae sp.3</i>
Segestriidae	<i>Ariadna sp.</i>
Sparassidae	<i>Sparassidae sp1</i>
Sparassidae	<i>Sparassidae sp2</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.1</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.2</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.3</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.4</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.5</i>

Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.6</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.7</i>
Theraphosidae	<i>Theraphosidae sp.8</i>
Trechaleidae	<i>Syntrechaleasyn trechaleoides</i>
Trechaleidae	<i>Thaumasia abrahami</i>
Zodariidae	<i>Epicratinus amazonicus</i>
Zodariidae	<i>Epicratinus sp.1</i>
Zodariidae	<i>Epicratinus sp.2</i>
Zodariidae	<i>Soctenus sp.4</i>
Zodariidae	<i>Tenedo shoeferi</i>
Zodariidae	<i>Tenedos sp.1</i>
Zodariidae	<i>Tenedos sp.2</i>
Zodariidae	<i>Zodariidae sp.1</i>
Zodariidae	<i>Zodariidae sp.4</i>
Zodariidae	<i>Zodariidae sp.5</i>
Zodariidae	<i>Zodariidae sp.6</i>
Zoridae	<i>Zoridae sp.1</i>
Zoridae	<i>Zoridae sp.2</i>
Zoridae	<i>Zoridae sp.3</i>
Zoridae	<i>Zoridae sp.4</i>

---

**Tabela suplementar 3 – Valores de referência dos ambientais do Banco climatológico do ICEA**

<b>Mês de coleta</b>	<b>Localidade</b>	<b>Umidade Relativa Média do Mês</b>	<b>Temperatura Média do Mês</b>	<b>Precipitação Total do Mês</b>	<b>Estação de monitoramento</b>
Jul./11	Ducke	73,42	27,12	22,5mm	Eduardo Gomes
Jul./11	Tarumã-Mirim	73,42	27,12	22,5mm	Eduardo Gomes
Jul./11	Reserva da Campina	90,37	26,64	35,7mm	Itacoatira
Jul./12	Itamaraju	82,71	21,9	76,2mm	Porto Seguro
Jul./12	Cariacica	77,03	22,94	34,3mm	Eurico de Aguiar Salles
Jul./12	Linhares	77,03	22,94	34,3mm	Eurico de Aguiar Salles
Jan./13	Ubajara	69,42	27,71	21,5mm	Pinto Martins
Jan./13	Crato	69,42	27,71	21,5mm	Pinto Martins
Jan./13	Murici	77,57	25,73	49,0mm	Zumbi dos Palmares
Jan./13	Lençóis	59,44	29,75	81,9mm	Bom Jesus da Lapa
Maio/13	Alto Caparaó	80,19	19,12	03,2mm	Francisco de Assis
Jun./13	Santa Teresa	77,03	22,94	34,3mm	Eurico de Aguiar Salles
Abr./14	Bonito	72,72	23,4	52,7mm	Campo Grande
Maio/14	Chapada dos Guimarães	77,83	25,87	144,9mm	Marechal Rondon
Maio/14	Chapada dos Parecis	77,83	25,87	144,9mm	Marechal Rondon
Maio/14	Chapada dos Veadeiros	59,15	22,15	4,60mm	Brasília

**Tabela suplementar 4** – 20 primeiros valores obtidos pela seleção do modelo de abundância, em ordem de importância do Delta.

<b>(Intercept)</b>	<b>altitude</b>	<b>latitude</b>	<b>n.grilos</b>	<b>precip.total</b>	<b>prof.serap.</b>	<b>temp.md.mes</b>	<b>umi.reltv.mes</b>	<b>umi.solo</b>	<b>df</b>	<b>logLik</b>	<b>QAICc</b>	<b>Delta</b>	<b>weight</b>
7,839	0,120	NA	NA	NA	0,429	-1,345	NA	NA	4	-130,416	40,71	0,00	0,190794308
-4,208	0,165	NA	NA	NA	0,500	NA	1,709	NA	4	-131,761	40,96	0,25	0,167970928
3,430	0,150	NA	NA	NA	0,394	NA	NA	NA	3	-156,540	41,29	0,59	0,142357154
-5,472	0,174	NA	-0,285	NA	0,486	NA	2,170	NA	5	-111,148	42,39	1,68	0,082244635
9,980	NA	NA	NA	NA	0,332	-1,752	NA	NA	3	-167,277	43,33	2,62	0,051480682
1,448	0,137	NA	NA	NA	0,487	-0,964	1,153	NA	5	-120,421	44,15	3,44	0,034168933
3,884	0,152	NA	-0,161	NA	0,371	NA	NA	NA	4	-148,963	44,22	3,51	0,032926612
3,310	0,142	0,074	NA	NA	0,387	NA	NA	NA	4	-153,566	45,09	4,39	0,021289334
3,747	0,130	NA	NA	-0,056	0,386	NA	NA	NA	4	-153,867	45,15	4,44	0,02069054
9,650	0,122	-0,124	NA	NA	0,454	-1,838	NA	NA	5	-125,764	45,16	4,45	0,02059756
7,762	0,124	NA	-0,095	NA	0,413	-1,241	NA	NA	5	-128,001	45,58	4,88	0,016664927
3,321	0,148	NA	NA	NA	0,398	NA	NA	0,048	4	-156,256	45,60	4,90	0,016501618
8,253	0,135	NA	NA	0,050	0,444	-1,562	NA	NA	5	-128,828	45,74	5,03	0,015407905
-4,235	0,156	0,068	NA	NA	0,490	NA	1,693	NA	5	-129,218	45,81	5,11	0,014850282
-3,660	0,145	NA	NA	-0,051	0,487	NA	1,652	NA	5	-129,605	45,89	5,18	0,014315759
7,828	0,120	NA	NA	NA	0,429	-1,344	NA	0,003	5	-130,414	46,04	5,33	0,013258941
-4,375	0,162	NA	NA	NA	0,504	NA	1,713	0,067	5	-131,220	46,19	5,49	0,012284737
4,990	NA	NA	NA	-0,156	0,282	NA	NA	NA	3	-184,468	46,58	5,88	0,010102838
9,117	NA	NA	NA	-0,070	0,330	-1,407	NA	NA	4	-162,926	46,87	6,16	0,008772397
11,505	NA	-0,100	NA	NA	0,352	-2,166	NA	NA	4	-164,151	47,10	6,39	0,007810862

**Tabela suplementar 5** – 20 primeiros valores obtidos pela seleção do modelo de riqueza, em ordem de importância do Delta.

<b>(Intercept)</b>	<b>altitude</b>	<b>latitude</b>	<b>n,grilos</b>	<b>precip,total</b>	<b>prof,serap,</b>	<b>temp,md,mes</b>	<b>umi,reltv,mes</b>	<b>umi,solo</b>	<b>df</b>	<b>logLik</b>	<b>QAICc</b>	<b>Delta</b>	<b>weight</b>
<b>-9,717</b>	NA	NA	NA	NA	0,360	NA	2,801	NA	3	-51,44	51,26	0,00	0,30
<b>-3,490</b>	NA	NA	NA	NA	0,380	-1,230	2,262	NA	4	-48,44	53,31	2,05	0,11
<b>8,367</b>	NA	NA	NA	NA	0,291	-1,833	NA	NA	3	-54,61	53,71	2,45	0,09
<b>-10,459</b>	NA	0,112	NA	NA	0,364	NA	2,910	NA	4	-50,29	54,74	3,48	0,05
<b>-9,613</b>	NA	NA	NA	-0,083	0,373	NA	2,838	NA	4	-50,35	54,79	3,53	0,05
<b>2,646</b>	NA	NA	NA	NA	0,210	NA	NA	NA	2	-61,62	55,47	4,21	0,04
<b>-10,060</b>	NA	NA	NA	NA	0,370	NA	2,823	0,096	4	-51,24	55,47	4,21	0,04
<b>-10,084</b>	0,011	NA	NA	NA	0,374	NA	2,866	NA	4	-51,39	55,59	4,33	0,03
<b>-9,742</b>	NA	NA	-0,009	NA	0,359	NA	2,813	NA	4	-51,43	55,62	4,36	0,03
<b>8,630</b>	NA	NA	0,232	NA	0,345	-2,138	NA	NA	4	-52,25	56,25	4,99	0,02
<b>11,377</b>	NA	-0,195	NA	NA	0,328	-2,651	NA	NA	4	-52,87	56,73	5,47	0,02
<b>9,281</b>	-0,061	NA	NA	NA	0,241	-1,988	NA	NA	4	-53,14	56,94	5,68	0,02
<b>9,176</b>	NA	NA	NA	0,067	0,295	-2,159	NA	NA	4	-54,04	57,63	6,37	0,01
<b>8,424</b>	NA	NA	NA	NA	0,290	-1,838	NA	-0,015	4	-54,61	58,07	6,81	0,01
<b>-2,153</b>	NA	NA	0,112	NA	0,399	-1,447	2,037	NA	5	-47,95	58,27	7,01	0,01
<b>-1,746</b>	NA	-0,057	NA	NA	0,384	-1,515	2,099	NA	5	-48,31	58,55	7,29	0,01
<b>-2,521</b>	-0,018	NA	NA	NA	0,360	-1,312	2,130	NA	5	-48,32	58,56	7,30	0,01
<b>2,943</b>	-0,042	NA	NA	NA	0,171	NA	NA	NA	3	-60,99	58,62	7,36	0,01
<b>-3,729</b>	NA	NA	NA	NA	0,384	-1,208	2,278	0,042	5	-48,40	58,62	7,36	0,01
<b>-3,713</b>	NA	NA	NA	-0,008	0,381	-1,184	2,287	NA	5	-48,43	58,64	7,38	0,01

**Artigo II: A estrutura da serapilheira exerce pressão seletiva sobre a morfologia de aranhas de solo?** – *Artigo a ser submetido à revista Journal of Arachnology.*

## **A estrutura da serapilheira exerce pressão seletiva sobre a morfologia de aranhas de solo?**

José Augusto Martins Roxinol<sup>1\*</sup>, Thiago Gechel Kloss<sup>2</sup>, Adalberto José dos Santos<sup>3</sup> & Carlos Frankl Sperber<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

<sup>4</sup> Departamento de Biologia Geral Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

\*Correspondência para: J. A. M. Roxinol, Laboratório de Orthoptera, Programa de Pós-graduação em Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil.

E-mail: [jaroxinol@gmail.com](mailto:jaroxinol@gmail.com)

## **Resumo**

As condições e recursos de um habitat são os principais fatores que afetam a variação morfológica de qualquer indivíduo ao longo do tempo evolutivo. Eventualmente, algumas dessas variações morfológicas beneficiam alguns indivíduos otimizando a exploração do habitat e se tornam mais frequentes nas populações. Quanto mais heterogêneo for um habitat, maior a probabilidade de surgir variações morfológicas, devido a diversidade de pressões seletivas que atuam sobre os organismos. Ambientes heterogêneos, como a serapilheira das florestas tropicais, aumentam a probabilidade de ocorrerem variações morfológicas intraespecífica, principalmente nas espécies que possuem alto grau de dependência desses ambientes, como as aranhas de solo. Neste trabalho, nós testamos se a serapilheira atua como pressão seletiva, selecionando diferentes morfologias das aranhas de solo tropicais. Especificamente, nós avaliamos em 16 localidades do Brasil se: (i) aranhas das famílias Oonopidae e Zodariidae, que vivem dentro da serapilheira, possuem maior achatamento dorsoventral do que aranhas da família Ctenidae que vivem sobre a serapilheira; e (ii) se o achatamento dorsoventral dos indivíduos das famílias Oonopidae e Zodariidae pode ser influenciado de acordo com o nível de compactação da serapilheira. Verificamos que os indivíduos das famílias Oonopidae e Zodariidae possuem maior achatamento dorsoventral do que indivíduos da família Ctenidae. Entretanto, esse achatamento dorsoventral dos indivíduos de Oonopidae e Zodariidae não é influenciado pelos diferentes níveis de compactação da serapilheira. O achatamento das aranhas que vivem dentro da serapilheira pode ter sido selecionado por aumentar a manobrabilidade dessas aranhas nesses habitats, gerando assim um aumento na aptidão desses organismos. Além disso, como a serapilheira varia o nível de compactação em pequenas distâncias, e as aranhas destas duas famílias se locomovem eficientemente dentro deste habitat, acreditamos que o achatamento encontrado não afeta a manobrabilidade desses indivíduos. Então, é muito provável que não exista pressão de seleção sobre a morfologia gerado pelo nível de compactação da serapilheira.

**Palavras-chave:** Tamanho corporal; manobrabilidade; floresta tropical; Oonopidae; Zodariidae.

## Introdução

A variação de traços funcionais nas espécies pode ocorrer em resposta à pressão seletiva das condições e recursos do habitat em que esses indivíduos se encontram (Brommer 2000). Em animais, os traços mais estudados que variam em resposta às pressões de habitats estão relacionados ao comportamento e à morfologia (West-Eberhard 1989), seja nas interações ecológicas (DeWitt et al. 2000; Dayton et al. 2005), ou nas pressões abióticas do ambiente (Sumner et al. 1999; Gonçalves-Souza et al. 2014). Entre as alterações morfológicas e de comportamento, as morfológicas são mais simples de serem observadas, sendo descritas para vários grupos, como peixes (Webster et al. 2011), insetos (Johansson & Wahlström 2002), gastrópodes (DeWitt et al. 2000), anfíbios (Dayton et al. 2005), répteis (Sumner et al. 1999; Natusch & Lyons 2014) e artrópodes (Nylín & Gotthard 1998). Quanto maior for a sensibilidade dos organismos às condições e recurso de um habitat, maior a pressão de seleção sobre seus traços funcionais (West-Eberhard 1989).

As aranhas são organismos que apresentam alta sensibilidade às condições e recursos disponíveis nos habitats (Uetz 1979; Bonte et al. 2003; Santos et al. 2007; Souza 2007; Carvalho & Cardoso 2014). Um estudo de Gonçalves-Souza et al. (2014), por exemplo, mostrou que existe uma relação entre a arquitetura de plantas epífitas e a morfologia das aranhas que habitavam essas plantas. Essa relação pode significar que a arquitetura das plantas exerce uma pressão seletiva sobre a estrutura corporal das aranhas ao longo do tempo. Como estes organismos são muito dependentes da arquitetura das plantas para construir suas teias, a pressão do diâmetro de abertura da roseta da bromélia pode ter selecionado a alteração no tamanho do corpo da aranha. Assim, algumas morfologias podem ter se tornado mais frequentes nas populações locais e por tanto, foram selecionadas pelo ambiente (Gonçalves-Souza et al. 2014). Este processo de pressão seletiva do ambiente sobre a morfologia relatado para as aranhas bromelículas deve acontecer também em outras guildas de aranhas, como as aranhas de solo de florestas.

A serapilheira dos ambientes florestais possibilita para as aranhas de solo refúgio de presa e predador, nidificação e forrageio (Uetz, 1976; Rypstra et al. 1999; Wagner et al. 2003; Souza 2007). Esses fatores que a serapilheira proporciona para essas aranhas podem ser afetados pelas características físicas da serapilheira, como altura e nível de compactação de suas estruturas (Rypstra et al. 1999). Como altura e nível de compactação da

serapilheira pode variar em pequenas distâncias no solo de uma floresta, e as aranhas que vivem e forrageiam nesses ambientes, é possível que a estrutura da serapilheira atue como pressão seletiva sobre esses organismos, selecionando indivíduos morfologicamente mais aptos ou tolerantes à estas variações (West-Eberhard 1989).

Além disso, é possível que se estiver ocorrendo uma seleção de traços morfológicos nessas aranhas por pressão do ambiente, estas alterações morfológicas sejam selecionadas para tamanhos mais reduzidos. De acordo com a teoria da manobralidade, os indivíduos com traços reduzidos em sua morfologia, podem melhorar sua performance e por consequência, sua aptidão (Norberg 1994). Assim, é possível que as aranhas de solo apresentem pequenas diferenças em sua morfologia de acordo com a variação das condições da serapilheira no habitat.

Devido ao conhecimento da importância da serapilheira para as aranhas de solos e outros artrópodes, investigamos neste trabalho se a morfologia das aranhas de solo em florestas tropicais pode ser influenciada pela serapilheira. Nossa hipótese é que, (i) a serapilheira atua como pressão seletiva induzindo alterações na morfologia das aranhas que vivem dentro da serapilheira; e (ii) essa alteração morfológica ocorre em função do nível de compactação da serapilheira.

## Material e Métodos

### *Área de Estudo*

As coletas foram feitas ao longo de quatro anos (2011-2014), em ambientes de floresta úmida de 16 localidades do Brasil, situadas em regiões quatro biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Figura 1 e tabela 1 do material suplementar).

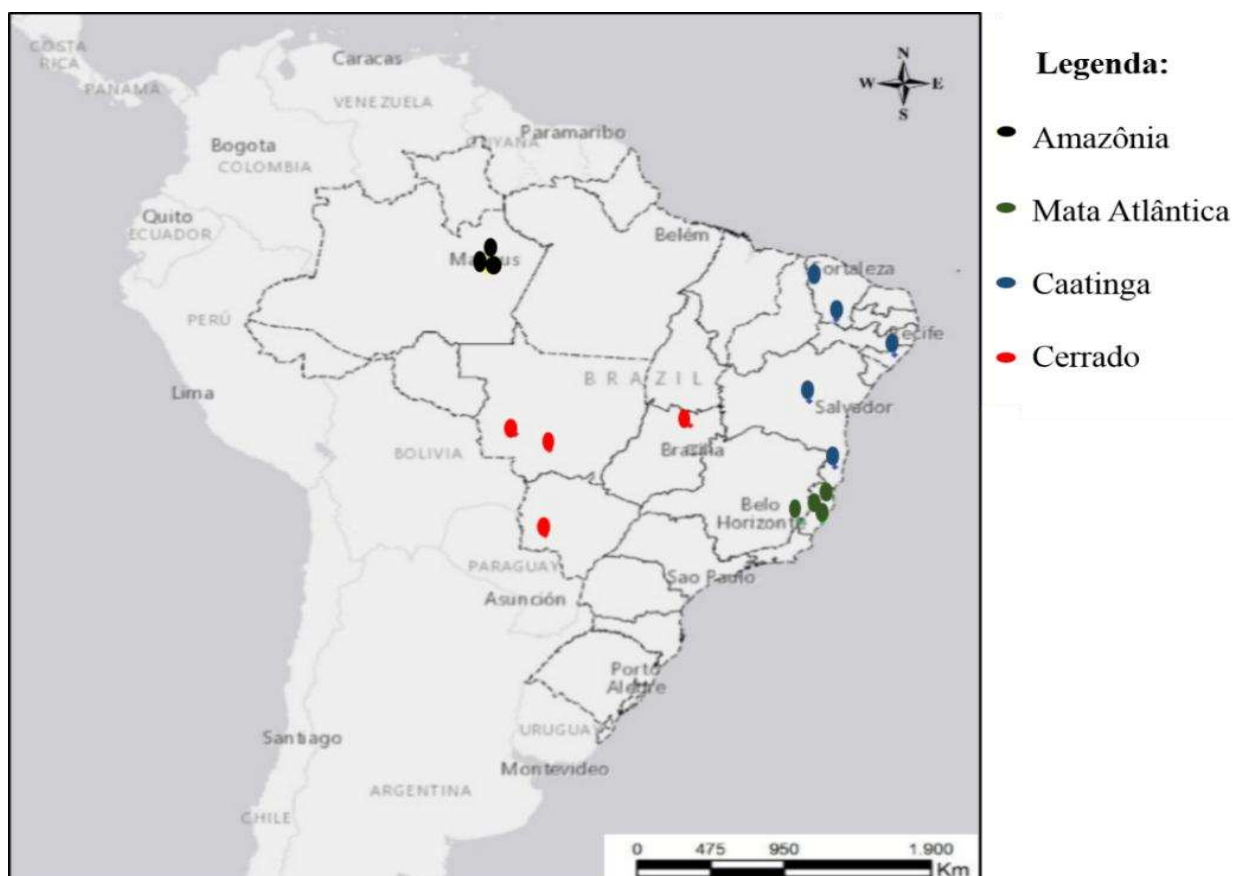


Figura 1. Relação das localidades e regiões de coleta.

### *Organismos de estudo*

As aranhas utilizadas para este estudo são da família Ctenidae, Oonopidae e Zodariidae (Tabela 2 do material suplementar). Ambas famílias apresentam comportamento de forragear na serapilheira. Entretanto, Ctenidae forrageia predominantemente sobre a serapilheira (Mestre & Gasnier 2008), Oonopidae e Zodariidae forrageiam predominantemente sob a serapilheira (Tong & Shuqiang 2009; Pekár & Lubin 2009).

Ctenidae apresenta 41 gêneros e 503 espécies catalogadas (World Spider Catalog 2016). Apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo principalmente na região tropical. Devido à sua eficiência na estratégia de caça ativa e na captura de presas, são muito

utilizadas em estudos como bioindicadoras de qualidade ambiental (Mestre & Gasnier 2008). Oonopidae possui 113 gêneros e 503 espécies (World Spider Catalog 2016). São conhecidas como aranhas “duendes” devido ao seu tamanho que não ultrapassa 3 cm e ocorrem em grande parte do mundo (Höfer & Brescovit 2001; Korenko et al. 2014). Oonopidae é considerada a maior família entre o grupo das aranhas Haplogynae, onde todas as espécies são caçadoras ativas (Korenko et al. 2014). Zodariidae possuem 83 gêneros e 1112 espécies descritas (World Spider Catalog 2016). Muitos de seu gêneros são especialistas em predação de formigas, apresentando em muitas vezes adaptações estruturais que mimetizam suas presas. Outros grupos apresentam preferência alimentar por Colêmbolas. Vivem sob serapilheira, mas forrageiam por busca ativa à noite dentro e fora da serapilheira (Pekár 2002; Pekár 2004; Tong & Shuqiang 2009 e Pekár & Lubin 2009).

#### *Coleta das aranhas*

Tivemos uma unidade amostral de 30 conjunto de armadilhas por área. Em cada área amostrada fizemos um transecto de 900 metros. A cada 30 metros, um conjunto de 5 armadilhas foi instalado. Dispusemos as armadilhas de cada conjunto em linha, com uma distância de 2 metros entre si (Figura 2). O transecto foi construído a uma distância mínima de 50 metros da borda da floresta. Utilizamos assim, para cada localidade, 150 armadilhas de queda (*pitfall*) com 15 cm de diâmetro e 18 cm de profundidade e com 300 ml de etanol combustível. O álcool combustível é recomendado por manter eficientemente as características anatômicas e moleculares dos invertebrados de serapilheira (Szinwelski et al. 2013). Enterramos as armadilhas mantendo sua abertura ao nível do solo, onde permaneceram por 48 horas. Após esse período, recolhemos os indivíduos coletados mantendo-os na mesma solução de etanol combustível utilizada em cada *pitfall*.



robusto para estimar o nível de compactação da serapilheira, por considera a densidade da serapilheira, ou seja, a relação do peso dos materiais encontrados na serapilheira com o espaço que estes materiais ocupam. O cálculo é feito da seguinte forma:

$$CCS = \frac{PS}{VS}$$

Onde: PS = peso da serapilheira, VS = volume de serapilheira. Quanto maior o valor de CCS, maior a densidade e conseqüentemente maior o nível de compactação da serapilheira. Para obter os valores de peso da serapilheira amostramos uma área circular de 14,5 cm de diâmetro e 18,5 cm de altura ao lado de cada armadilha (Figura 2, círculos). Juntamos todas as cinco amostras coletadas por conjunto, pesamos com uma mini balança eletrônica portátil e calculamos a média do valor por conjunto (WALMUR - OCS-1. 10kg X 5g). Para obter os valores do volume da serapilheira calculamos uma média dos valores por conjunto, utilizamos os dados de altura da serapilheira em cada armadilha e as dimensões do cilindro de coleta.

#### *Análises estatísticas*

Utilizamos análise de variância (ANOVA) para avaliar a diferença no achatamento corporal de aranhas que vivem dentro e fora da serapilheira. Nós consideramos o achatamentos dos indivíduos que habitam cada local da serapilheira como variável resposta e o local de ocorrência como variável explicativa. Nós ajustamos modelos lineares generalizados com distribuição de erros Normais.

Utilizamos uma análise de regressão para verificar se o achatamento dorso ventral dos indivíduos da famílias Oonopidae está relacionados com o nível de compactação da serapilheira nos locais de coleta. Consideramos o achatamento do corpo dos indivíduos como variável resposta e o nível de compactação da serapilheira como variável explicativa. Ajustamos modelos lineares generalizados com distribuição de erros normais. Os resíduos das análises foram verificados para homocedasticidade e adequabilidade do modelo.

## Resultados

Foram coletados 369 aranhas adultas (Ctenidae n=81; Oonopidae n=131; Zodariidae n=157) (Tabela 2 do material suplementar). Os achatamentos de corpo tiveram uma média de  $3,04 \pm 0,03$  (média  $\pm$  DP) para Ctenidade;  $3,47 \pm 0,04$  para Oonopidae;  $3,06 \pm 0,03$  para Zodariidae. Em relação aos dados de serapilheira, observamos uma variação de profundidade entre 1,0 e 20,6 cm, ( $4,90 \text{ cm} \pm 3,12 \text{ cm}$ ); o peso variou entre 0,06g e 352,0g ( $62,11 \text{ g} \pm 71,44 \text{ g}$ ) e o coeficiente de compactação variou entre 0,02g/cm e 65,19g/cm, ( $12,19 \text{ g/cm} \pm 11,96 \text{ g/cm}$ ).

O achatamento do corpo de aranhas da família Oonopidae foi maior em relação às aranhas das famílias de Zodariidae e Ctenidae ( $F_{(1,366)} = 32.87$ ;  $p < 0.001$ , Fig.3), sendo que o achatamento dessas duas últimas são estatisticamente iguais. Entretanto, não observamos relação da compactação da serapilheira com o achatamento do corpo de Oonopidae ( $F_{(1,129)} = 2.173$ ;  $p = 0.142$ ).

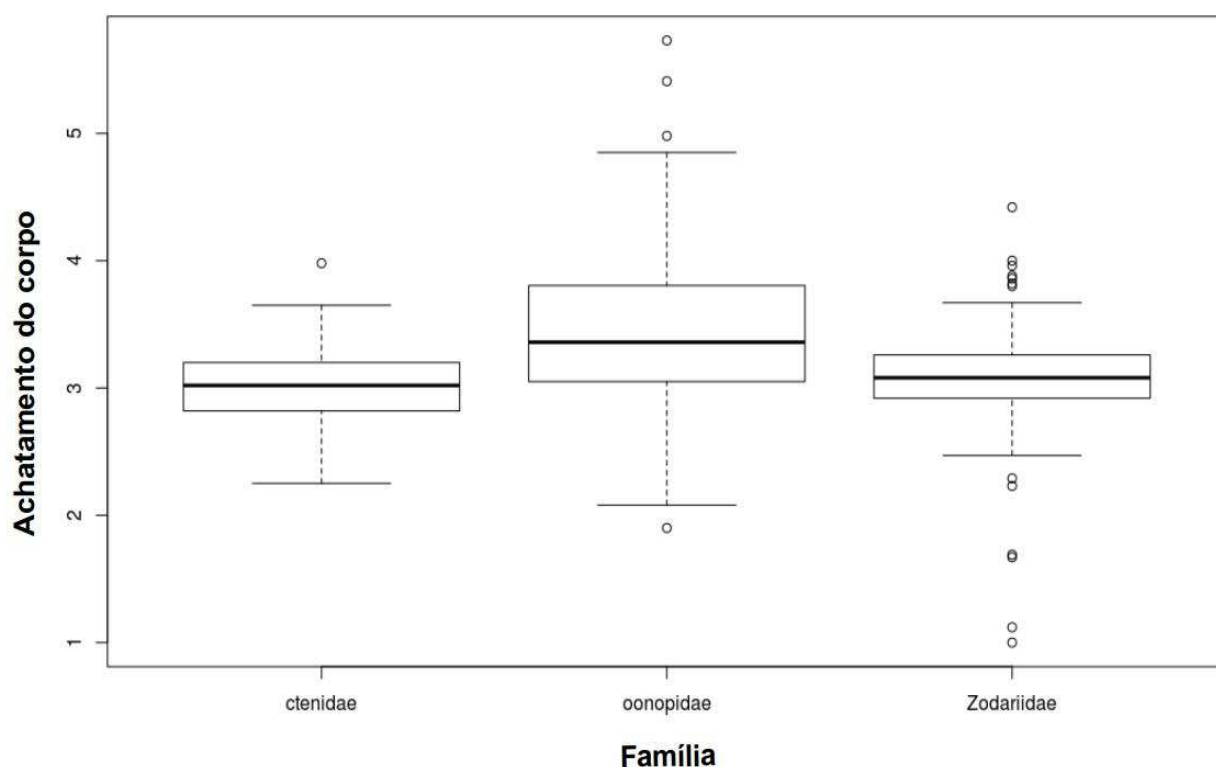


Figura 3 - Relação do nível de achatamento corporal entre aranhas das famílias de Ctenidae, Oonopidae e Zodariidae ( $F_{(1,398)} = 32.87$ ;  $p < 0.001$ ).

## Discussão

Algumas guildas de aranhas apresentam alterações morfológicas dependendo do ambiente em que se encontram (Foelix 2011). Assim como as aranhas em ambientes com vegetação epífita sofrem pressão seletiva do meio alterando seu tamanho corporal (Gonçalves-Souza et al. 2014), algumas aranhas de solo também parecem sofrer seleção por pressão do ambiente em sua morfologia. Neste estudo encontramos que a morfologia de aranhas que vivem dentro da serapilheira (Oonopidae) é mais achatada dorsoventralmente do que a morfologia das aranhas que vivem sobre a serapilheira (Ctenidae e Zodariidae). Isto indica que a serapilheira pode, indiretamente, atuar como pressão de seleção sobre a morfologia de Oonopidae.

Um dos fatores indiretos da serapilheira que pode ter atuado como pressão de seleção sobre a morfologia dos indivíduos de Oonopidae, é a estrutura irregular e emaranhada dos componentes da serapilheira (folhas, galhos, gravetos, etc.), que afetam a manobrabilidade dessas aranhas (Norberg 1994). A manobrabilidade é a agilidade com que um organismo se locomove em um determinado local (Norberg 1994). Nas aranhas, a agilidade em se locomover entre os emaranhados das estruturas da serapilheira afeta diretamente a eficiência de captura de presas e fuga de predador, o que tem efeito na sua aptidão (Gasnier & Höfer 2001; Pekár 2004). De acordo com a teoria da manobrabilidade, quanto mais achatado e plano a morfologia de um organismo, mais eficiente é a sua locomoção (Norberg 1994). Assim, como os indivíduos de Oonopidae apresentam comportamento de forrageio restrito ao interior dos ambientes de serapilheira (Gasnier & Höfer 2001; Pekár 2004), uma morfologia mais achatada pode ter sido selecionada filogeneticamente por proporcionar maior eficiência tanto para capturar suas presas quanto para fugir de predadores e assim aumentar a aptidão dos organismos.

Algumas observações sobre a biologia dos indivíduos Oonopidae, aliadas à teoria da manobrabilidade, podem justificar o maior achatamento desses organismos em relação às aranhas da família Ctenidae que forrageiam fora da serapilheira. Em Oonopidae, Korenko et al. (2014) mostraram que há uma preferência alimentar dos indivíduos dessa família por colêmbolas. Os colêmbolas são organismos detritívoros que vivem em porções mais compactadas da serapilheira (Uetz, 1979). Assim, essa preferência alimentar por colêmbolas e a dificuldade de capturar essas presas, pode exercer uma importante pressão seletiva, selecionando indivíduos de Oonopidae de tamanho mais reduzidos. Os

tamanhos corporais mais reduzidos dos indivíduos de Oonopidae facilitam a locomoção em locais compactados e provavelmente aumentam o sucesso de captura das presas. De fato, adultos da família Oonopidae possuem no máximo 3 mm de comprimento (Brescovit et al. 2002), o que reforça a ideia da existência de uma forte pressão seletiva sobre a morfologia dos indivíduos.

No caso das aranhas das famílias de Ctenidae e Zodariidae, não existe uma aparente pressão seletiva da serrapilheira atuante sobre a morfologia destas aranhas. Os indivíduos destas duas famílias são caçadoras ativas, e forrageiam predominantemente sobre a serrapilheira (Höfer & Brescovit 2001; Cushing & Santangelo 2002; Pekár 2004).

Simultaneamente, podemos ter a sinergia dos fatores comportamentais e seleção filogenética determinando a morfologia encontrada nesses organismo (Alcock, 2009). O comportamentos de forrageamento e de minimização dos riscos de predação certamente passaram por uma seleção natural em cada linha filogenética dessas famílias. No caso das aranhas das famílias de Ctenidae e Zodariidae, que são caçadoras ativas, e forrageiam predominantemente sobre a serrapilheira (Höfer & Brescovit 2001; Cushing & Santangelo 2002; Pekár 2004), um corpo muito achatado não deve apresentar alto benefício para a aptidão desses. Já em Oonopidae, o corpo mais achatado deve conferir mais benefícios para a sua aptidão.

Além de encontrarmos que a serrapilheira indiretamente pode ter atuado como pressão de seleção na morfologia de Oonopidae, observamos que o nível de achatamento dessas aranhas não está relacionado com o nível de compactação da serrapilheira. Diferentemente dos ambientes com vegetação epífita, o nível de compactação da serrapilheira de uma floresta, visto como o espaço físico disponível, pode variar em pequenas distâncias (Kranabetter & Chapman, 1999). Como os indivíduos se locomovem forrageando entre estes diferentes níveis de compactação (Pekár 2004; Höfer & Brescovit 2001; Souza 2007; Korenko et al. 2014), essa variação, associada à locomoção dos indivíduos entre esses espaços, provavelmente não permite a existência de uma pressão de seleção sobre a morfologia, em função do nível de compactação. Provavelmente, o achatamento encontrado nesses indivíduos, permite que eles se locomovam eficientemente entre os diferentes níveis de compactação da serrapilheira, sem afetar a sua aptidão. Dessa forma, esse achatamento provavelmente foi selecionado filogeneticamente ao longo do tempo evolutivo dessa família. As adaptações morfológicas que eventualmente evoluíram em

Oonopidae podem estar atreladas a mecanismos, como a manobrabilidade, que aumentam eficiência na captura de presas, assim como, a fuga de predadores. Assim, o achatamento dorsoventral encontrado em Oonopidae deve ter sido selecionado por fatores comportamentais e filogenéticos.

## **Agradecimentos**

Estamos muito agradecidos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de mestrado de José Augusto Martins Roxinol. Este projeto foi apoiado pelo projeto Biota de Orthoptera do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Este estudo está em conformidade com as leis atuais do Brasil (Autorização ICMBIO N ° 31324).

## **Referências**

- ALCOCK, J. 2009. **Animal behavior**. Sunderland, Massachusetts.
- BONTE, D.; CRIEL, P. 2003. VAN THOURNOUT, I.; MAELFAIT, J. P. Regional and local variation of spider assemblages (Araneae) from coastal grey dunes along the North Sea. **Journal of Biogeography** 30:901–911.
- BRESCOVIT, A.D.; RHEIMS, C.A.; BONALDO, A.B. 2002. Araneae. In: **Amazonian arachnida and myriapoda**. Joachim Adis (Ed). Pensoft Publishers, Sofia.
- BROMMER, J. E. 2000. The evolution of fitness in life-history theory. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society** 75:377–404.
- CARVALHO, J. C.; CARDOSO, P. 2014. Drivers of beta diversity in Macaronesian spiders in relation to dispersal ability. **Journal of Biogeography** 41:1859–1870.
- CUSHING, P. E.; SANTANGELO, R. G. 2002. Notes on the natural history and hunting behavior of an ant eating zodariid spider (Arachnida, Araneae) in Colorado. **Journal of Arachnology** 30: 618–621.
- DAYTON, G. H.; SAENZ, D.; BAUM, K. A.; LANGERHANS, R. B.; DEWITT, T. J. 2005. Body shape, burst speed and escape behavior of larval anurans. **Oikos** 111:582–591.
- DEWITT, T. J.; ROBINSON, B. W.; WILSON, D. S. 2000. Functional diversity among predators of a freshwater snail imposes an adaptive trade-off for shell morphology. **Evolutionary Ecology Research** 2:129-148.
- FABIAN, D.; FLATT, T. 2012. Life history evolution. **Nature Education Knowledge**, 3:24.
- FOELIX, R. F. 2011. **Biology of Spiders**, 3rd edition. Oxford University Press: Oxford.

GONÇALVES-SOUZA, T.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; ROMERO, G. Q. 2014. Disentangling the phylogenetic and ecological components of spider phenotypic variation. **PLoS ONE** 9:e89314.

GONZAGA, M. O. Inimigos naturais e defesa contra predação e parasitismo em aranhas. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. [org.]. 2007. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Interciência, Rio de Janeiro.

GREENSTONE, M. H.; MORGAN, C. E.; HULTSCH, A. L. 1985. Ballooning methodology: Equations for estimating masses of sticky-trapped spiders. **Journal of Arachnology** 13:225–230.

HÖFER, H.; BRESCOVIT, A. D. 2001. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. **Andrias**, n. 15:99-119.

JOCQUÉ, R. 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Araneae). **Bulletin of American Museum of Natural History** 201:1–160.

JOHANSSON, F.; WAHLSTRÖM, E. 2002. Induced morphological defence: evidence from whole-lake manipulation experiments. **Canadian Journal of Zoology** 80:199–206.

KRANABETTER, J. M.; CHAPMAN, B. K. 1999. Effects of forest soil compaction and organic matter removal on leaf litter decomposition in central British Columbia. **Canadian Journal of Soil Science** 79:543–550.

KORENKO, S.; HAMOUZOVÁ, K.; PEKÁR, S. 2014. Trophic niche and predatory behavior of the goblin spider *Triaeris stenaspis* (Oonopidae): a springtail specialist? **Journal of Arachnology** 42:74–78.

LLANDRES, A. L.; FIGON, F.; CHRISTIDÈS, J. P. MANDON, N.; CASAS, J. 2013. Environmental and hormonal factors controlling reversible colour change in crab spiders. **The Journal of Experimental Biology** 216:3886–3895.

MESTRE, L. A. M.; GASNIER, T. R. 2008. Populações de aranhas errantes do gênero *Ctenus* em fragmentos florestais na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, 38:159–164.

NATUSCH, D. J. D.; LYONS, J. A. 2014. Geographic and sexual variations in body size, morphology, and diet among five populations of green pythons (*Morelia viridis*). **Journal of Herpetology** 48:317–323.

NORBERG, R. 1994. Swallow tail streamer is a mechanical device for self deflection of tail leading edge, enhancing aerodynamic efficiency and flight manoeuvrability. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences** 257:227–233.

NYLIN, S.; GOTTHARD, K. 1998. Plasticity in life-history traits. **Annual Review of Entomology** 125:63–83.

PEKÁR, S. 2004. Predatory behavior of two European ant-eating spiders (Araneae, Zodariidae). **Journal of Arachnology** 32:31–41.

PEKÁR, S.; KRÁL, J. 2002. Mimicry complex in two central European zodariid spiders

(Araneae: Zodariidae): How *Zodarion* deceives ants. **Biological Journal of the Linnean Society** 75:517–532.

PEKÁR, S.; LUBIN, Y. D. 2009. Prey and predatory behavior of two zodariid species (Araneae, Zodariidae). **Journal of Arachnology** 37:118–121

PINKUS-RENDÓN, M. A., LEÓN-CORTÉS, J. L.; IBARRA-NÚÑEZ, G. 2006. Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico. **Diversity and Distributions** 12:61–69.

R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. On line at <http://www.R-project.org/>

SANTOS, A. J.; BRESCOVIT, A. D.; JAPYASSÚ, H. F. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários de fauna. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. [org.]. 2007. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Interciência, Rio de Janeiro.

SOUZA, A. L. T. Influência da estrutura do *habitat* na abundância e diversidade de aranhas. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. [org.]. 2007. **Ecologia e comportamento de aranhas**. Interciência, Rio de Janeiro.

SUMNER, J.; MORITZ, C.; SHINE, R. 1999. Shrinking forest shrinks skink: Morphological change in response to rainforest fragmentation in the prickly forest skink (*Gnypetoscincus queenslandiae*). **Biological Conservation** 91:159–167.

SZINWELSKI, N.; YOTOKO, K. S. C.; SOLAR, R.; SELEME, L. R.; SPERBER, A. C. F. 2013. Ethanol Fuel improves pitfall traps through rapid sinking and death of captured orthopterans. **Environmental Entomology** 42:758–762.

TONG, Y.; SHUQIANG, L. I. 2009. Three new species and one newly recorded species of oonopid spiders (Araneae: Oonopidae) from Hainan, China. **Zootaxa** 32:22–32.

UETZ, G. W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. **Oecologia** 40:29–42.

VÄLIMÄKI, K.; HERCZEG, G. 2012. Ontogenetic and evolutionary effects of predation and competition on nine-spined stickleback (*Pungitius pungitius*) body size. **Journal of Animal Ecology** 81:859–867.

WEBSTER, M. M.; ATTON, N.; HART, P. J. B.; WARD, A. J. W. 2011. Habitat-specific morphological variation among threespine sticklebacks (*gasterosteus aculeatus*) within a drainage basin. **PLoS ONE** 6:dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0021060.

WEST-EBERHARD, M. J. 1989. Phenotypic Plasticity and the Origins of Diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics** 20:249-278.

## Material suplementar

### As condições físicas da serapilheira podem afetar o tamanho corporal de aranhas de solo?

Roxinol et al.

*Journal of Arachnology*

**Tabela suplementar 1:** Relação das localidades, ano e região onde as aranhas foram coletadas.

Local	Ano de coleta	Região	Coordenadas	Latitude
Ducke (AM)	2011	Amazônia	S 02°55.981, O 59°58.144	-03,11
Tarumã-mirim (AM)	2011	Amazônia	S 02°54.018, O 60°05.197	-03,11
Reserva da Campina (AM)	2011	Amazônia	S 02°35.322, O 60°01.978	-02,61
Alto do Caparaó (MG)	2013	Mata Atlântica	S 20°24.616', O 41°50.200'	-20,40
Cariacica (ES)	2012	Mata Atlântica	S 20°17.431, O 40°31.124	-20,26
Santa Teresa (ES)	2013	Mata Atlântica	S 19°54.749', O 40°33.158'	-19,84
Linhares (ES)	2012	Mata Atlântica	S 19°09.638, O 40°02.18	-19,39
Bonito (MS)	2014	Cerrado	S 21°07'55", O 56°43'22.4"	-21,07
Chapada Guimaraes (MT)	2014	Cerrado	S 15°24'27.1", O 55°50'4.4"	-15,60
Chapada Parecis (MT)	2014	Cerrado	S 14°21'49.9", O 57°39'54.9"	-14,36
Chapada dos Veadeiros(GO)	2014	Cerrado	S 14°10'39.1", O 47°47'19.8"	-14,17
Itamaraju (BA)	2012	Caatinga	S 16°53.182, O 39°24.756	-16,55
Lençóis (BA)	2013	Caatinga	S 12°33.640', O 41°22.256'	-12,56
Murici (AL)	2013	Caatinga	S 09°14.654', O 35°50.324'	-09,20
Crato (CE)	2013	Caatinga	S 07°14.425', O 39°29.921'	-07,22
Ubajara (CE)	2013	Caatinga	S 03 50.325, O 40°53.962	-03,84

**Tabela suplementar 2:** Relação de espécie das famílias de aranhas do estudo

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
<b>Ctenidae</b>	<i>Acanthoeteninae sp.1</i>	<b>Onopidae</b>	<i>Escaphiella sp.</i>	<b>Zodariidae</b>	<i>Epicratinus amazonicus</i>
	<i>Ancylometes rufus</i>		<i>Gamasomorpha sp.</i>		<i>Epicratinus sp.1</i>
	<i>Caloeteninae sp.2</i>		<i>Gamasomorphinae sp.</i>		<i>Epicratinus sp.2</i>
	<i>Celaetycheus sp.</i>		<i>Hexapopha sp.1</i>		<i>Tenedos hoeferi</i>
	<i>Ctenidae sp.1</i>		<i>Hexapopha sp.2</i>		<i>Tenedos sp.1</i>
	<i>Ctenidae sp.2</i>		<i>Hexapopha sp.3</i>		<i>Tenedos sp.2</i>
	<i>Cteninae sp.1</i>		<i>Neotrops sp.</i>		
	<i>Ctenus amphora</i>		<i>Neoxyphinus amazonicus</i>		
	<i>Ctenus medius</i>		<i>Neoxyphinus axe</i>		
	<i>Ctenus ornatus</i>		<i>Neoxyphinus cavus</i>		
	<i>Ctenus rectipes</i>		<i>Neoxyphinus murici</i>		
	<i>Ctenus sp.1</i>		<i>Neoxyphinus ornithogoblin</i>		
	<i>Ctenus sp.2</i>		<i>Neoxyphinus sax</i>		
	<i>Ctenus sp.3</i>		<i>Neoxyphinus sp.1</i>		
	<i>Ctenus sp.4</i>		<i>Neoxyphinus sp.2</i>		
	<i>Ctenus sp.5</i>		<i>Neoxyphinus sp.3</i>		
	<i>Ctenus vehemens</i>		<i>Neoxyphinus sp.4</i>		
	<i>Isoctenus foliifer</i>		<i>Neoxyphinus sp.5</i>		
	<i>Isoctenus sp.1</i>		<i>Neoxyphinus sp.6</i>		
	<i>Isoctenus sp.2</i>		<i>Neoxyphinus termitophilus</i>		
	<i>Isoctenus sp.3</i>		<i>Predatoroonops sp.</i>		
	<i>Isoctenus sp.4</i>		<i>Simlops sp.</i>		
	<i>Isoctenus sp.5</i>		<i>Triaeris stenaspis</i>		
<i>Isoctenus sp.6</i>					
<i>Nothroctenus sp.</i>					
<i>Trochosa sp.1</i>					

## CONCLUSÃO GERAL

Os resultados encontrados nos dois artigos desta dissertação nos permitem concluir que:

- (i) As condições são mais importantes para explicar a distribuição em macroescala das aranhas de solo tropicais, do que os recursos. Talvez porque as condições são precursoras dos recursos disponíveis nos ambientes, como a disponibilidade de alimento.
- (ii) A profundidade de serapilheira é a condição que melhor influencia na distribuição das aranhas de solo tropicais. Isso porque a profundidade de serapilheira indiretamente proporciona outros benefícios para estes predadores intermediários, como espaço físico, aumento da chance de escape de predadores e captura de presas, heterogeneidade ambiental e maior espaço para nidificação. O que pode estar gerando mais peso na importância dessa variável para as aranhas de solo.
- (iii) Aranhas das famílias Oonopidae, que vivem predominantemente dentro da serapilheira, possuem maior achatamento dorsoventral do que aranhas da família Ctenidae e Zodariidae que vivem sobre a serapilheira. Esse achatamento foi selecionado por pressão das estruturas físicas da serapilheira sobre a eficiência na manobrabilidade das aranhas.
- (iv) O achatamento dorsoventral dos indivíduos das famílias Oonopidae não é afetado pelo nível de compactação da serapilheira. Como o nível de compactação da serapilheira varia em curtos espaços no ambiente, possivelmente a morfologia atual selecionada não gera prejuízos à manobrabilidade dessas aranhas entre os diferentes níveis de compactação da serapilheira.