

CAPÍTULO 16

ZORAPTERA SILVESTRI, 1913



Foto: J.A. Rafael


Spiralizeridae: *Brazilozoros* sp. (forma alada)



Foto: J.A. Rafael

Spiralizeridae: *Brazilozoros* sp. (forma áptera e ninfa)

José Albertino Rafael INPA, Coordenação de Biodiversidade, Manaus, AM.  <https://orcid.org/0000-0002-0170-0514>

Sheila Pereira de Lima INPA, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Manaus, AM.  <https://orcid.org/0000-0003-4414-413X>

Etimologia. Do grego *zoros* = puro; *a* = sem; *pteron* = asa. Refere-se às primeiras espécies descritas, baseadas em espécimes ápteros, quando se acreditava que a ordem só incluía formas ápteras.

Diagnose. Insetos hemimetábolos, terrestres, medindo menos de 4 mm de comprimento. Antena moniliforme a submoniliforme, com nove artigos nos adultos e oito nos jovens. Mandíbula bem esclerosada. Palpo maxilar com cinco artigos e palpo labial com três. Fêmur posterior dilatado. Tarsos dímeros, o basal bem menor que o apical. Cerco com um artigo. Adultos dimórficos: uma forma áptera, sem olhos, marrom-clara, mais comum; outra forma alada, com olhos compostos e ocelos desenvolvidos, preta ou marrom-escura, com dois pares de asas decíduas.

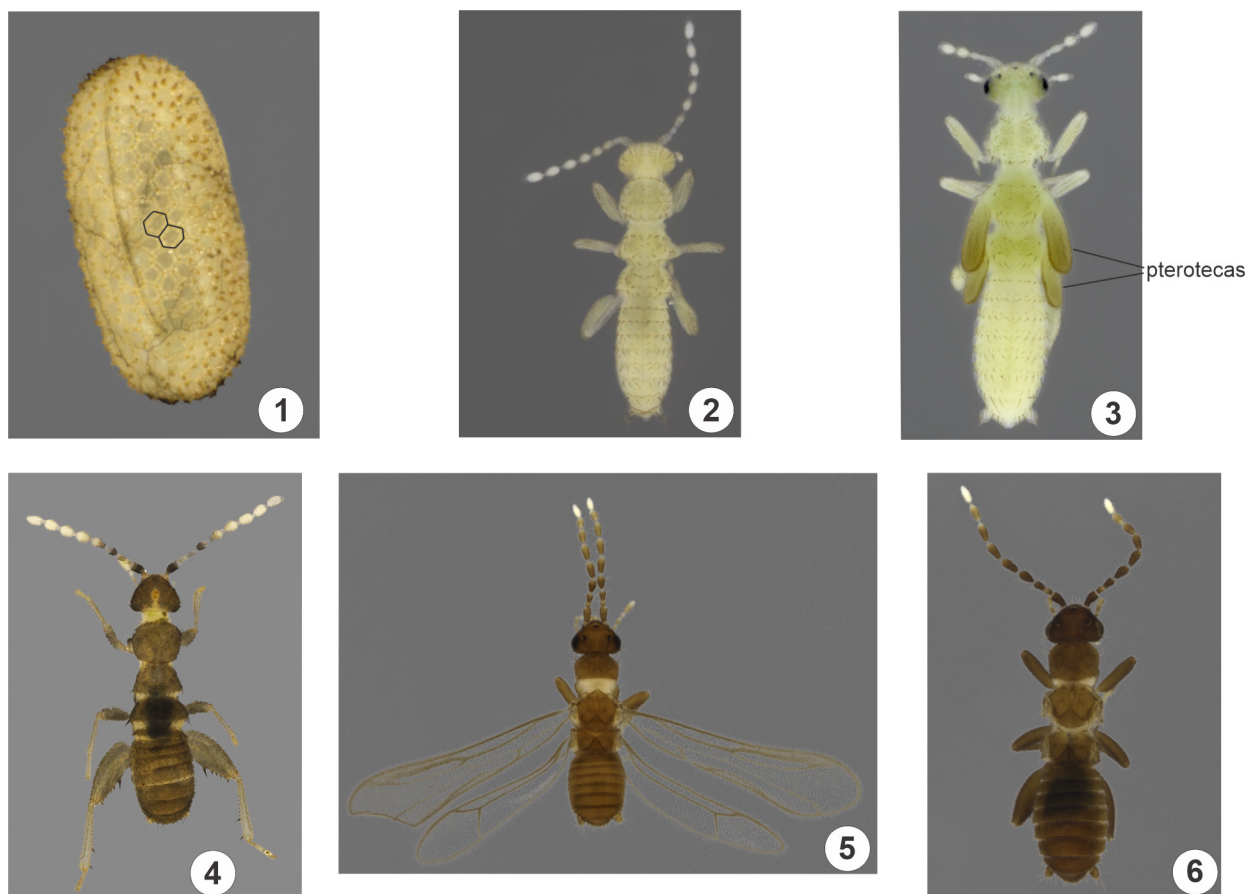
Introdução. Os zorápteros não têm nome popular no Brasil. Estão restritos às regiões tropicais e subtropicais do mundo (Mashimo *et al.* 2014) com exceção da Austrália. É a terceira menor ordem do mundo, com 44 espécies descritas (Matsumura *et al.* 2020), somente Grylloblattodea e Mantophasmatodea possuem menor número de espécies, mas nenhuma ocorre na região Neotropical. Nesta região, é a menor ordem de insetos, com 17 espécies descritas (Rafael *et al.* 2008). No Brasil, são conhecidas seis espécies (Rafael *et al.* 2008; Rafael & Lima 2022). A Reserva Ducke, em Manaus, é o local no país com maior número de espécies registradas, quatro (Rafael & Engel 2006; Rafael 2009). No mundo, estimam-se aproximadamente 100 espécies e, no Brasil, esse número deve atingir aproximadamente 30 espécies. Os zorápteros possuem corpo mole e são muito semelhantes a alguns psocópteros, diferenciando-se pela antena moniliforme com nove artigos nos adultos (filiforme em psocópteros) e cerco com um artigo (ausente em psocópteros).

Os fósseis mais antigos são de uma espécie do Cretáceo Inferior, em âmbar da Jordânia (Kaddumi 2005), de quatro espécies do Cretáceo Médio, em âmbar de Mianmar (Engel & Grimaldi 2002) e de duas espécies do Mioceno, em âmbar da República Dominicana (Poinar 1988; Engel & Grimaldi 2000).

Na internet, os endereços de Maehr & Hopkins (s.d.) e Engel (2005) são úteis para informações generalizadas e referências bibliográficas.

Morfologia (adultos). Os zorápteros (Figs 16.2–6) possuem cabeça hipognata e antena moniliforme a submoniliforme, com nove artigos. Aparelho bucal com mandíbula (Fig. 16.7) forte, com dentes distintos e área molar bem definida. Lacinia (Fig. 16.8) com escova de cerdas no ápice, como um pincel. Palpo maxilar (Fig. 16.9) com cinco artigos e palpo labial (Fig. 16.10) com três. Protórax desenvolvido. Forma alada (Fig. 16.5) com dois pares de asas membranosas que repousam sobre o abdômen e se estendem além de sua extremidade. A forma dealada (Fig. 16.6) se refere aos indivíduos alados que perderam as asas (decíduas) por um ponto de fraqueza próximo à base ficando apenas a escama alar implantada no tórax. Asa anterior (Fig. 16.12) estreita, com venação reduzida; asa posterior (Fig. 16.13) menor que a anterior, com venação ainda mais reduzida. Perna posterior (Fig. 16.14) com fêmur desenvolvido, espessado, às vezes com cerdas espiniformes (espinhos) na face póstero-ventral. O arranjo e a quantidade desses espinhos são importantes para identificação das espécies. Tíbia posterior com diferentes disposições de espinhos.

Como citar: Rafael, J.A.; Lima, S.P. 2024. Cap. 16, Zoraptera Silvestri, 1913, pp. 234–238. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp. <https://doi.org/10.61818/56330464c16>



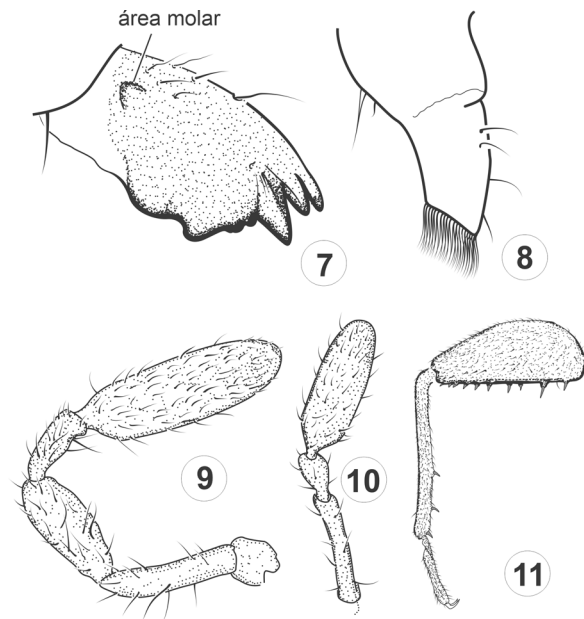
Figuras 16.1–6. Zoraptera, Spiralizoridae, ovo, ninfas e adultos. **1**, ovo de *Brazilozoros weidneri* (New), detalhe da forma hexagonal do exocócion realçada; **2**, ninfa, *Brazilozoros huxleyi* (Bolivar y Pieltain & Coronado), vd; **3**, ninfa com broto alar, *Latinozoros barberi* (Gurney), vd; **4**, adulto áptero, *L. barberi*, vd; **5**, adulto alado, *B. huxleyi*, vd; **6**, adulto dealado, *B. huxleyi*, vd.

Tarsos dímeros, o primeiro tarsômero diminuto e o segundo alongado, com duas garras simples. Abdômen curto, oval, com onze segmentos, o último segmento com um par de cercos simples. Machos com cerdas sensoriais no tergo IX, cujo arranjo é importante para separação das espécies. Genitália masculina complexa, essencial para a identificação no nível de espécie. Genitália feminina sem ovipositor desenvolvido. Três trabalhos são essenciais para a morfologia do grupo, um sobre a cabeça (Beutel & Weide 2005), sobre o tórax (Friedrich & Beutel 2008) e outro sobre a morfologia da genitália (Hünefeld 2007).

Imaturos. Ovo (Fig. 16.1) com formato elíptico e exocócion com padrão hexagonal, perfurado por inúmeras aerópilas e por um par de micrópilas no lado dorsal (Mashimo *et al.* 2011). O embrião é formado no lado dorsal do ovo. A orientação do seu eixo ântero-posterior é oposta àquela do ovo. O embrião se desenvolve junto à superfície do ovo e após atingir seu comprimento máximo, migra para o vitelo, onde permanecerá até retornar à superfície, acompanhado de uma reversão do seu eixo ântero-posterior, permanecendo no lado ventral do ovo até o fechamento dorsal do embrião. A pré-larva perfura, então, o córion, com um longo ovirruptor, formado pela cutícula embrionária, e emerge (Mashimo *et al.* 2013). As ninfas (Figs 16.2–3) são pouco conhecidas, semelhantes aos adultos, com muitas cerdas recobrimdo o corpo. São brancas, translúcidas, sendo possível visualizar o alimento no trato digestivo. Há autores que estimam cinco estádios ninfais (Choe 1992) e outros

quatro (Riegel & Eystalis 1974). As ninfas de primeiro estágio não possuem olhos e a antena tem oito artículos (Fig. 16.2). As ninfas de último estágio e que darão origem a adultos alados possuem tecas alares (pterotecas) e olhos compostos desenvolvidos (Fig. 16.3).

Biologia. Pouco conhecida, é baseada principalmente em duas espécies panamenhas. São gregários, sem organização social, mas com cuidados maternos com a prole (Choe 1992). Vivem em colônias, geralmente de poucos indivíduos (2 a 10), raramente com centenas de indivíduos. São comuns sob a casca de árvores mortas. Em ambientes ou estações menos chuvosas já foram encontrados em caule de bananeira-brava (Strelitziaceae) e baina de buriti, *Mauritia flexuosa* Linnaeus (Arecaceae) (observação pessoal dos autores). As formas ápteras são predominantes nas colônias. A escassez de recursos alimentares e o aumento na densidade populacional da colônia parecem estimular a produção de formas aladas, que se dispersam para novos locais de nidificação (Grimaldi & Engel 2005). Após encontrarem um local adequado para colonizarem, os espécimes perdem suas asas tornando-se dealado (Engel 2008). Alimentam-se de fungos, ácaros e matéria orgânica em decomposição. A coleta de mais de quatro mil exemplares no Brasil mostrou a proporção de 80% da forma áptera e 20% da forma alada, esta geralmente já sem asas (dealados). Apenas 2% da forma alada são encontrados com as asas. A proporção sexual é próxima de 1:1, com leve vantagem para as fêmeas.



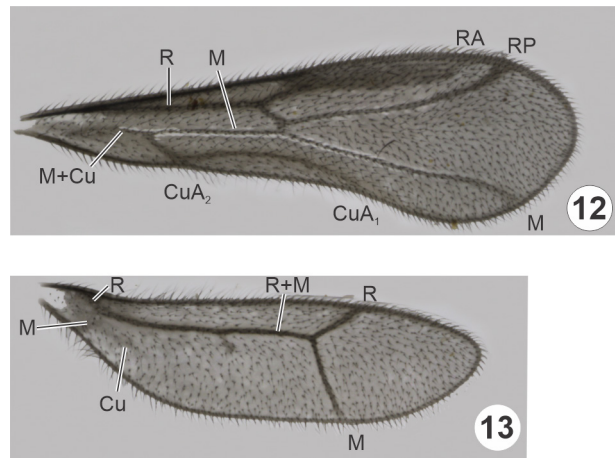
Figuras 16.7-11. Zoraptera, Zorotypidae, *Zorotypus amazonensis* Rafael & Engel. **7**, mandíbula; **8**, lacinia; **9**, palpo maxilar; **10**, palpo labial; **11**, perna posterior.

Classificação. Kukulová-Peck & Peck (1993) propuseram seis gêneros para o Novo Mundo, todos monotípicos, com base em características da venação alar e distribuição geográfica. Uma vez que as formas aladas de muitas espécies não são conhecidas, essa proposta de classificação não foi aceita por outros especialistas e os gêneros propostos foram sinonimizados por Engel & Grimaldi (2000). Chao & Chen (2000) descreveram um gênero monotípico de Taiwan com base na forma dos tarsômeros e dos cercos, mas essa proposta também não foi aceita e foi sinonimizada por Engel & Grimaldi (2000), uma vez que os caracteres utilizados pelos autores não são únicos dentro da ordem. Estudos moleculares, no entanto, mostram evidências da divisão de *Zorotypus* Silvestri em vários gêneros. A filogenia resultante da análise molecular realizada por Matsumura *et al.* (2020), mostrou que Zoraptera é dividida em três clados, suportados parcialmente por características da genitália masculina. Apesar das evidências moleculares e morfológicas, os autores não propuseram nenhuma mudança na classificação interna da ordem. A análise filogenética molecular realizada por Kočárek *et al.* (2020) resultou em dois clados tratados como famílias e suportados, principalmente, por características da tíbia posterior e da terminália masculina. Por isso, os autores propuseram uma nova classificação para Zoraptera, representada abaixo, com o número de espécies registrado para o Brasil entre parênteses.

Zorotypidae (3)

Spiralizoridae (3)

Relações filogenéticas. As propostas de afinidades entre grupo de espécies e entre espécies foram tentativas até o momento. A primeira, por Kukulová-Peck & Peck (1993), que basearam seus resultados nas poucas espécies com formas aladas conhecidas, foi discutida a polarização dos caracteres, mas não foi apresentada uma topologia. Isso resultou numa classificação com grupos parafiléticos. A segunda, de Engel & Grimaldi (2002), criou o gênero *Xenozorotypus* Engel & Grimaldi, baseado em material fóssil do Mesozoico. A terceira, de Engel (2003), criou o subgênero *Zo-*



Figuras 16.12-13. Zoraptera, Spiralizoridae, *Brazilozoros weidneri* (New) **12**, asa anterior; **13**, asa posterior.

rotypus (*Octozoros*) Engel, também baseado em fóssil do mesmo período. Neste último trabalho, *Z. (Octozoros)* foi considerado intermediário entre *Xenozorotypus*, considerado grupo-irmão do restante da ordem, e *Zorotypus* (*Zorotypus*). Propôs, ainda, a afinidade entre algumas espécies recentes no subgênero nominal. A análise realizada por Matsumura *et al.* (2020) resultou em uma origem muito antiga da ordem, no Carbonífero. O trabalho de Kočárek *et al.* (2020) resultou em dois grandes clados, propostos como duas famílias: Zorotypidae Silvestri, com Zorotypinae Silvestri (*Zorotypus* Silvestri, *Usazoros* Kukulova-Peck & Peck) e Spermozorinae Kočárek, Horká & Kunderata (*Spermozoros* Kočárek, Horká & Kunderata) e Spiralizoridae Kočárek, Horká & Kunderata, com Spiralizorinae Kočárek, Horká & Kunderata (*Spiralizoros* Kočárek, Horká & Kunderata, *Scapulizoros* Kočárek, Horká & Kunderata, *Cordezoros* Kočárek, Horká & Kunderata, *Centrozoros* Kukulová-Peck & Peck, *Brazilozoros* Kukulová-Peck & Peck) e Latinozorinae (*Latinozoros* Kukulová-Peck & Peck).

Importância. Por serem pouco estudados, ainda não se conhece bem sua importância. São micetófagos, saprófagos e eventualmente predadores de ácaros, nematodeos e pequenos artrópodes. Servem de alimento para outros invertebrados maiores. São sensíveis às alterações ambientais e, por isso, podem ser utilizados como indicadores do grau de interferência antrópica nos ambientes naturais. Resultados preliminares em área de desmatamento seletivo em Itacoatiara, Amazonas, indicam o aumento populacional em face da disponibilidade de troncos.

Coleta e fixação. São encontrados principalmente sob casca de árvore em decomposição. Devem ser coletados com pincel fino umedecido em álcool ou, preferencialmente, com aspirador. Espécimes da serrapilheira podem ser coletados com funil de Berlese ou outro método extrator. As formas aladas são, eventualmente, coletadas com armadilhas de interceptação de voo, como a Malaise, ou armadilhas adesivas. É muito comum encontrar as ninfas sob as cascas das árvores em decomposição, de onde são coletadas com aspirador e mantidas entre pequenos pedaços de casca do mesmo tronco. As cascas com jovens vivos devem ser mantidas em recipientes fechados para manter a umidade da casca. As ninfas mais velhas rapidamente atingem a fase adulta. Não precisam ser alimentadas; a própria casca contém os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos jovens. A manutenção



Figura 16.14–18. Zoraptera, **14**, Spiralizoridae, *Brazilozoros huxleyi* (Bolivar y Pieltain & Coronado). Perna posterior, vl; **15–16**, Zorotypidae, *Zorotypus caxiuana* Rafael, Godoi & Engel; **15**, tibia posterior, vl; **16**, ápice do abdômen do macho, vv; **17–18**, Spiralizoridae, *Brazilozoros weidneri* (New); **17**, tibia posterior, vl; **18**, ápice do abdômen do macho, vv.

de colônias é excelente para a obtenção dos adultos e de formas aladas e já foram mantidas por mais de um ano em laboratório. A conservação dos espécimes fixados deve ser em álcool 80% ou mais. Para estudos morfológicos, devem ser montados em lâmina para microscopia ou mantidos em álcool para permitir a manipulação das peças e visualização em diferentes ângulos.

Chave para as famílias

1. Tibia posterior com um espinho apical ventral (Figs 16.11, 15). Esterno 8 do macho assimétrico (Fig. 16.16) ... **Zorotypidae**
- Tibia posterior com dois ou três espinhos apicais ventrais (Figs 16.14, 17). Esterno 8 do macho simétrico (Fig. 16.18) **Spiralizoridae**

Uma lista das espécies neotropicais e o que se conhece de cada espécie foi publicada por Rafael & Engel (2006) e para o Brasil por Rafael *et al.* (2008). As espécies brasileiras são listadas na Tab. 16.1.

Spiralizoridae. São incluídas 22 espécies em duas subfamílias e seis gêneros. As espécies estão distribuídas nas regiões Australiana, Neotropical, Neártica e Oriental. No Brasil são conhecidas três espécies: *Brazilozoros brasiliensis* (Silvestri), *B. huxleyi* (Bolívar y Pieltain & Coronado) e *B. weidneri* (New). A primeira espécie descrita do Brasil foi *Brazilozoros brasiliensis* (Silvestri), partenogenética, registrada para as regiões sul e sudeste do país e conhecida, até o momento, apenas pelas fêmeas. O primeiro registro de ginandromorfismo para Zoraptera foi feito para *B. brasiliensis* (Rafael *et al.* 2017).

Zorotypidae. Atualmente compreende 14 espécies classificadas em duas subfamílias e quatro gêneros. Tem distribuição nas regiões Afrotropical, Neotropical, Neártica e Oriental. Está representada no Brasil por três espécies: *Zorotypus shannoni* Gurney, *Zorotypus amazonensis* Rafael & Engel e *Zorotypus caxiuana* Rafael, Godoi & Engel.

Agradecimentos. Ao CNPq, pelos recursos financeiros através dos projetos 155.674/2004–4, 470379/2006–5, 303.305/2007–9, 457.440/2012–0, 407.627/2013–8, 300.997/2016–7 e 141371/2019–6 e à FAPEAM, pelos projetos aprovados nos editais 016/2006 e 020/2013.

Referências bibliográficas.

- Beutel, R.G. & D. Weide 2005. Cephalic anatomy of *Zorotypus hubbardi* (Hexapoda: Zoraptera): new evidence for a relationship with Acercaria. **Zoomorphology** 124: 121–136.
- Chao, R.-F. & C.-S. Chen 2000. *Formosozoros newi*, a new genus and species of Zoraptera (Insecta) from Taiwan. **Pan-Pacific Entomologist** 76: 24–27.
- Choe, J.C. 1992. Zoraptera of Panama with a review of the morphology, systematics, and biology of the order, pp. 249–256. In: D. Quintero & A. Aiello (eds). **Insects of Panama and Mesoamerica. Selected Studies**. Oxford, Oxford University Press, xxii + 692 pp.
- Engel, M.S. 2003. Phylogeny of the Zoraptera. **Entomologische Abhandlungen** 61(2): 147–148.
- Engel, M.S. 2005. **Zoraptera Silvestri, 1913. Zorapterans**. Tree of Life Web Project. Version 19 January 2005. <<http://tolweb.org/zoraptera/8252/>>. Acesso: 5/fev/2022.
- Engel, M.S. 2008. A new apterous *Zorotypus* in Miocene amber from the Dominican Republic (Zoraptera: Zorotypidae). **Acta Entomologica Slovenica** 16: 127–136.
- Engel, M.S. & D.A. Grimaldi 2000. A winged *Zorotypus* in Miocene amber from the Dominican Republic (Zoraptera: Zorotypidae), with discussion on relationships of and within the order. **Acta geologica hispanica** 35 (1): 149–164.
- Engel, M.S. & D.A. Grimaldi 2002. The first mesozoic Zoraptera (Insecta). **American Museum Novitates** 3362, 20 pp.
- Friedrich, F. & R.G. Beutel 2008. The thorax of *Zorotypus* (Hexapoda, Zoraptera) and a new nomenclature for the musculature of Neoptera. **Arthropod Structure & Development** 37: 29–54.
- Grimaldi, D. & M.S. Engel 2005. **Evolution of the Insects**. Cambridge University Press, Cambridge: xv + 755 pp.
- Hünefeld, F. 2007. The genital morphology of *Zorotypus hubbardi* Caudell, 1918 (Insecta: Zoraptera: Zorotypidae). **Zoomorphology** 126: 135–151.
- Kaddumi, H. F. 2005. **Amber of Jordan, the Oldest Prehistoric Insects in Fossilized Resin**. Amman, Privately published, 224 pp.
- Kočarek, P.; I. Horká & R. Kundera 2020. Molecular phylogeny and infraordinal classification of Zoraptera (Insecta). **Insects** 11 (51): 1–28. doi:10.3390/insects11010051
- Kukalová-Peck, J. & S.B. Peck 1993. Zoraptera wing structures: evidence for new genera and relationship with blattoid orders (Insecta: Blattoneoptera). **Systematic Entomology** 18: 333–350.

- Maehr, M.D. & H. Hopkins (s.d.). **Zoraptera Species File**. Version 5.0/5.0. <<http://Zoraptera.SpeciesFile.org>>. Acesso: 5/fev/2022.
- Mashimo, Y.; R. Machida; R. Dallai *et al.* 2011. Egg structure of *Zorotypus caudelli* Karny (Insecta, Zoraptera, Zorotypidae). **Tissue and Cell** 43: 230–237.
- Mashimo, Y.; Y. Matsumura; R. Machida *et al.* 2014. 100 years Zoraptera - a phantom in insect evolution and the history of its investigation. **Insect Systematics & Evolution** 45(4): 371–393.
- Mashimo, Y.; R.G. Beutel; R. Dallai; C-Y. Lee & R. Machida 2013. Embryonic Development of Zoraptera with Special Reference to External Morphology, and Its Phylogenetic Implications (Insecta). **Journal of Morphology** 275: 295–312.
- Matsumura, Y.; R.G. Beutel; J.A. Rafael *et al.* 2020. The origin and Evolution of Zoraptera. **Systematic Entomology** 45: 349–364.
- Poinar, G.O., Jr. 1988. *Zorotypus palaeus*, new species, a fossil Zoraptera (Insecta) in Dominican amber. **Journal of New York Entomologica Society** 96(3): 253–259.
- Rafael, J.A. 2009. Zoraptera, pp. 81–83. *In*: C.R.V. da Fonseca; C. Magalhães; J.A. Rafael & E. Franklin (orgs). **A fauna de artrópodes da Reserva Florestal Ducke. Estado atual do conhecimento taxonômico e biológico**. Manaus, Editora INPA, 307 pp.
- Rafael, J.A. & M.S. Engel 2006. A new species of *Zorotypus* from Central Amazonia, Brazil (Zoraptera, Zorotypidae). **American Museum Novitates** 3528: 1–11.
- Rafael, J.A. & S.P. Lima 2022. Zoraptera. *In*: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. JBRJ. <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/189>>. Acesso: 2/Nov/2020.
- Rafael, J.A.; F.S.P. Godoi & M.S. Engel 2008. A new species of *Zorotypus* from eastern Amazonia, Brazil (Zoraptera: Zorotypidae). **Transactions of the Kansas Academy of Science** 111(3/4): 193–202.
- Rafael, J.A.; D.W.A. Marques & M.S. Engel 2017. The first gynandromorph of a zorapteran and potential thelytokous parthenogenesis in a population of *Zorotypus brasiliensis* Silvestri (Zoraptera: Zorotypidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 61: 318–322.

Riegel, G.T. & S.J. Eystalis 1974. The life studies on Zoraptera. **Proceedings North Central Branch, Entomological Society of America** 29: 106–107.

Tabela 16.1. Espécies de Zoraptera registradas para o Brasil.

Famílias / espécies	Registros geográficos
ZOROTYPIDAE	
<i>Zorotypus amazonensis</i> Rafael & Engel	AM
<i>Zorotypus caxiuana</i> Rafael, Godoi & Engel	PA
<i>Zorotypus shannoni</i> Gurney	AM, MT
SPIRALIZORIDAE	
<i>Brazilozoros brasiliensis</i> (Silvestri)	MG, ES, RJ, SP, PR, SC
<i>Brazilozoros huxleyi</i> (Bolivar y Pieltain & Coronado)	AM
<i>Brazilozoros weidneri</i> (New)	AM



Esta obra é de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, permite que seja feito o download e o compartilhamento da obra, exige que o crédito seja atribuído ao autor, mas não permite nenhum tipo de modificação nem utilização da obra ou partes dela para fins comerciais.