


# CAPÍTULO 10

## PROTURA SILVESTRI, 1907



Protura

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 *protos* = primeiro, primitivo; *oura* = cauda. Refere-se à ausência de estrutura especializada na extremidade distal do abdômen, como cercos ou paracercos – uma condição considerada primitiva na evolução do grupo.

**Diagnose.** Ametábolos, entognatos, ápteros, com cutícula sem pigmentação, a maioria esbranquiçado ou amarelo-claro, e alguns marrons. Olhos e antenas ausentes. Perna anterior modificada, sensorial. Abdômen do adulto com 12 segmentos. Desenvolvimento anamórfico.

**Introdução.** Os proturos não possuem nome popular no Brasil. São relativamente comuns, mas face ao tamanho diminuto (0,8–2,6 mm de comprimento), estão pouco representados nas coleções. Pertencem ao grupo de hexápodes basais, com desenvolvimento anamórfico, no qual um segmento abdominal é adicionado a cada muda. Após a maturidade sexual, cessam as mudas. São ápteros, alongados, cilíndricos, não possuem olhos, nem antenas (Fig. 10.1). O sistema traqueal é pouco desenvolvido ou ausente. Uma característica importante nos proturos é que funcionalmente são tetrápodes: as pernas anteriores estão dirigidas para frente e não são usadas na locomoção. Essas pernas mantêm-se elevadas, são mais desenvolvidas que os pares médios e posteriores e funcionam como apêndices sensoriais. O tipo e a distribuição dos sensores são de importância taxonômica. São cosmopolitas, com 804 espécies (Zhang 2011), ocorrendo também em regiões frias, como Alasca e Patagônia. No Brasil, foram registradas 26 espécies (Tab. 10.1), sendo 16 na Amazônia (Overal & Papavero 2002), dez das quais na Reserva Florestal Ducke (Overal & Papavero 2009). A estimativa é que não mais que 10% das espécies existentes já tenham sido descritas no mundo (Szeptycki 1997). Assim, devem existir aproximadamente sete mil espécies no mundo e, no Brasil, cerca de 800 espécies.

Não há registro fóssil conhecido. Considerando que são próximos de Collembola, que têm fósseis conhecidos do período Devoniano, os proturos devem ter a mesma idade.

Na internet, há informações sobre listas de espécies dessa ordem e referências bibliográficas (Maddison 2002).

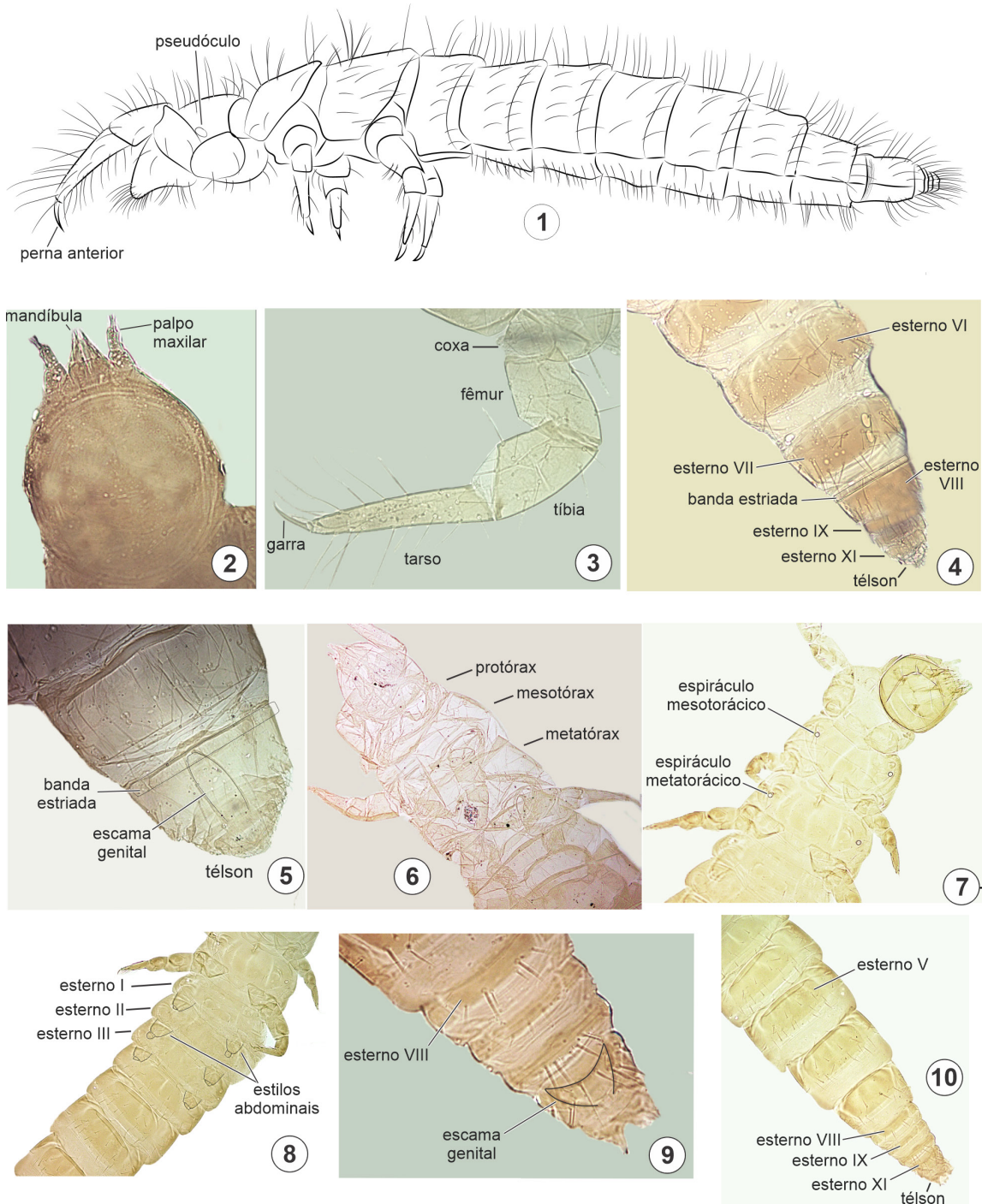
**Morfologia (adultos)** (Figs 10.1–10). Cabeça cônica, um par de pseudóclos com função olfatória, antena ausente, olho composto ausente (Figs 10.1–2). Peças bucais entognatas, que se protraem da cavidade bucal. Mandíbula estiliforme ou com dentes e maxila delgada, com gálea e lacinia alongadas (Fig. 10.2). Palpo maxilar com quatro ou menos artículos, o último com cerdas sensoriais (Fig. 10.2). Lábio simples, bilobado distalmente. Protórax reduzido dorsalmente. Espiráculos, quando presentes, no meso e metatórax (Fig. 10.7). Perna anterior maior, direcionada para frente e levantada, utilizada como antena, com cerdas sensoriais (sensores), terminando numa garra (Fig. 10.3). Perna média e posterior utilizadas para locomoção. Tarsos monômeros, com garras simples. Abdômen com 12 segmentos nos adultos. Os segmentos distais IX, X, XI e XII são muito menores que os segmentos abdominais anteriores. Esternos I, II e III com pequenos apêndices (estilos) ventro-laterais (Fig. 10.8), com um ou dois artículos; quando dois, com anelação na extremidade distal. Abertura glandular do segmento VIII, às vezes pectinada e utilizada para separação de famílias. Uma vesícula eversível presente no ápice de cada apêndice abdominal. Último segmento abdominal denominado télson. Cerco

**Como citar:** Rafael, J.A.; Lima, S.P. 2024. Cap. 10, Protura Silvestri, 1907, pp. 155-159. 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/10.61818/56330464c10>

ausente. Genitália (Figs 10.5, 9) esclerosada, denominada escama genital (*squama genitalis*), que se desenvolve em uma câmara genital e abre-se entre os esternos XI e XII e é importante para identificação das espécies; possui dois braços basais (apódemas) e dois estilos distais, às vezes divididos em basistilo e dististilo. Os apódemas basais do macho (Fig. 10.5) são mais longos e estreitos que os da fêmea (Fig. 10.9). O macho possui dois poros genitais, um em cada estilo, e a fêmea um poro genital, entre os estilos. Nas fêmeas, os estilos possuem acróstilos alongados

e acuminados ou curtos e arredondados. Ovário em forma de saco. Testículos e ovários muito grandes, ocupando grandes áreas no abdômen e parte posterior do tórax. Ânus terminal. Sistema respiratório traqueal ou tegumentar.

**Imaturos.** O desenvolvimento embrionário foi descrito pela primeira vez por Machida (2006), para *Baculentulus densus* (Imadatê). Os ovos são esféricos, lisos ou com numerosas protuberâncias no córion. Os embriões são de banda germinal longa. A membrana embrionária primária, juntamente com o embrião,



**Figuras 10.1–10.10.** Protura. 1, Esquema generalizado de um proturo, adulto, vl; 2-6, Acerentomidae; 2-4, *Amazonentulus brasilianus* (Nosek); 2, cabeça, vv; 3, perna anterior, vl; 4, ápice do abdômen, vv; 5-6, *Brasilentulus huetheri* Nosek; 5, ápice do abdômen do macho, vv; 6, tórax, vv; 7-10, Eosentomidae, *Eosentomon curupira* Tuxen; 7, tórax, espiráculos realçados, vv; 8, base do abdômen, estilos abdominais realçados, vv; 9, ápice do abdômen da fêmea, escama genital realçada, vv; 10, ápice do abdômen, vv.

secreta um envelope cuticular no ovo e, também, participa no fechamento dorsal definitivo e na formação da parede corporal dorsal (Machida 2006). Análises ultraestruturais revelaram alta diversidade de tipos de espermatozoides em Protura (Dallai *et al.* 2010). Em muitas espécies, o espermatozoide não possui flagelo. Espermatozoides flagelados possuem padrão de axonema bastante variado, com ausência de microtúbulos centrais (Dallai *et al.* 1992). O desenvolvimento é anamórfico, em que os jovens são menores, semelhantes aos adultos e após cada muda um novo segmento abdominal é adicionado antes do último segmento. Os jovens recém-emergidos, provavelmente imóveis, possuem peças bucais pouco desenvolvidas. As ninfas passam por cinco ou seis instares: a pré-larva, recém-emergida, provavelmente imóvel, têm peças bucais pouco desenvolvidas e nove segmentos abdominais; protoninfa (larva I), possui dez segmentos abdominais e peças bucais esclerosadas; deuteroninfa (larva II), com onze segmentos abdominais; tritoninfa (adulto jovem), com 12 segmentos abdominais, menor número de cerdas quando comparado com o adulto, sem genitália externa. O adulto diferencia-se do imaturo pela genitália esclerosada. Membros de Acerentomidae passam por uma fase adicional antes da fase adulta, com genitália parcialmente desenvolvida.

**Biologia.** A biologia dos proturos é pouco conhecida. São comuns, mas difíceis de serem vistos, devido ao tamanho reduzido. Fazem parte da mesofauna do solo e ocorrem mais comumente na serapilheira, em locais úmidos, mas não encharcados. Habitam solo orgânico úmido não muito ácido, em até 20 cm de profundidade (Ferguson 1990). Os proturos que vivem mais próximo da superfície têm pernas mais longas e os que vivem mais na profundidade têm pernas mais curtas (Nosek 1975). Os dados biológicos são escassos ao nível de espécie. Para uma revisão de trabalhos bio/ecológicos realizados com proturos, ver Galli *et al.* (2019b). Possuem densidade variável de acordo com os ambientes e mostram certo padrão de agregação (Galli *et al.* 2019a). Em condições adversas, migram para a profundidade do solo. Na Amazônia, a abundância é relativamente alta. Em extrações de até 14 cm de profundidade foram capturados mais de mil indivíduos/m<sup>2</sup> em floresta secundária de terra firme e em campinarana (Adis *et al.* 1989).

Algumas espécies são encontradas sob rochas, sob cascas de árvores, em ocas de animais, ninhos de formigas, ninhos subterrâneos de pequenos mamíferos e em troncos em decomposição (Nosek 1973b). São mais comuns em áreas de florestas. O hábito alimentar é pouco conhecido, mas acredita-se que se alimentem de fluidos, devido às peças bucais serem alongadas (Sturm 1959). Há evidências de que algumas espécies se alimentem de citoplasma de hifas de fungos (Bluhm *et al.* 2019), matéria orgânica em decomposição e de pequenos insetos que capturam com as mandíbulas (Machida & Takahashi 2004). O telson pode ser usado na locomoção e na defesa. Acredita-se que a reprodução seja feita por transferência indireta do espermatozoide, por meio de um espermatóforo depositado pelo macho (Pass & Szucsich 2011). A ecologia e zoogeografia das espécies brasileiras foram discutidas por Tuxen (1977).

**Classificação.** Protura às vezes é considerada como uma classe composta por três ordens: Acerentomata, Sinentomata e Eosentomata (Yin 1999) e, às vezes, como uma Ordem composta por

três superfamílias: Acerentomoidea, Sinentomoidea e Eosentomoidea (Tuxen 1964; Nosek 1973b). A classificação mais seguida é a proposta por Tuxen (1964) e confirmada filogeneticamente por François (2003). A seguir, apresenta-se uma lista com as sete famílias conhecidas e, entre parênteses, o número de espécies para as duas famílias com registros para o Brasil.

<b>Eosentomoidea</b>	<b>Acerentomoidea</b>
Eosentomidae (12)	Protentomidae
Antelientomidae	Acerentomidae (14)
<b>Sinentomoidea</b>	Hesperentomidae
Sinentomidae	
Fujientomidae	

**Relações filogenéticas.** A hipótese de afinidade entre as superfamílias apresentadas por François (2003) sustentam as classificações de Tuxen (1964), tendo sido utilizada por autores subsequentes. Carapelli *et al.* (2019), utilizando genes mitocondriais e nucleares, deram suporte à classificação atual, com Acerentomoidea aparecendo como mais próxima de Sinentomoidea que de Eosentomoidea, este considerado o grupo mais basal. A proposta de François (2003) não esclareceu as afinidades entre famílias e considerou a ordem dividida em cinco famílias.

**Coleta e fixação.** Os proturos são coletados em amostras do solo e da serrapilheira. Os melhores locais são aqueles com pequenas raízes, como base de troncos onde as raízes estão sob acúmulo de serrapilheira. Também podem ser coletados em ocas utilizados ou feitos por animais e sob pedras. As amostras devem ser colocadas em funil Berlese ou aparelho Berlese-Tullgren. Por serem animais de locomoção muito lenta, as amostras devem ser desidratadas vagarosamente para não causar a desidratação dos espécimes e, com isso, permitir o seu deslocamento até cair no frasco coletor. Os que habitam solo mais profundo podem ser coletados por flotação utilizando solução saturada de açúcar. O material deve ser acondicionado inicialmente em álcool 95% e depois transferido para álcool 70% – 80% até a preparação em lâminas permanentes. Não devem permanecer no álcool por mais de dois anos, pois se tornam um tanto inadequados para estudos morfológicos. As lâminas/laminulas devem ser mais finas possíveis para possibilitar boas observações em grandes aumentos. Além da montagem com bálsamo do Canadá, os proturos podem ser montados utilizando-se líquido de Swan (20 g de água destilada, 60 g de hidrato de cloral, 15 g de goma arábica, 3 g de glicose e 5 g de ácido acético glacial) ou líquido de Marc André (50 ml de água destilada, 20 g goma arábica, 200 g de hidrato de cloral e 40 ml de glicerina). Ambos têm a mesma qualidade óptica. O líquido de Swan seca mais rapidamente, mas é mais sensível a pequenas sujeiras, podendo cristalizar-se. A secagem das lâminas deve ser feita abaixo de 60 °C. As lâminas devem ser observadas em microscópio óptico de contraste de fase. As lâminas permanentes devem ter as localizações dos espécimes sinalizadas com um círculo no lado de baixo. É comum os espécimes ficarem muito claros e transparentes, de modo que a sinalização facilita observações futuras.

**Importância econômica.** Os proturos alimentam-se de matéria orgânica em decomposição e são importantes na reciclagem de nutrientes. São bons indicadores da qualidade do solo em



áreas preservadas e em campos agrícolas. Não há importância econômica registrada.

**Chave para as famílias**

- 1. Meso e metatórax com espiráculos (Fig. 10.7). Estilos abdominais com dois artículos (Fig. 10.8). Segmento abdominal VIII sem banda estriada na base (Figs 10.9-10) ..... **Eosentomidae**
- Meso e metatórax sem espiráculo (Fig. 10.6). Estilos abdominais com um artículo. Segmento abdominal VIII com banda estriada na base, dorsal e ventralmente (Figs 10.4-5) ..... **Acerentomidae**

**Acerentomidae.** Cosmopolita. Corpo delgado e peças bucais delgadas e alongadas (estiliformes). Lacinia e maxila longas e acuminadas. Abertura da glândula abdominal no segmento VIII com ornamentação pectinada póstero-lateralmente. Para o Brasil, foram registradas 14 espécies de sete gêneros (Tab. 10.1).

**Eosentomidae.** Cosmopolita. Corpo alongado e peças bucais largas e robustas. Lacinia em forma de gancho. No Brasil, foram registradas 12 espécies de *Eosentomon* Berlese e *Isoentomon* Tuxen (Tab. 10.1).

Alguns trabalhos taxonômicos que tratam da fauna brasileira em ambas as famílias são Nosek (1973a), Tuxen (1976, 1977, 1978) e o catálogo das espécies amazônicas por Overal & Papavero (2002). Há chaves para separação de gêneros e espécies em Tuxen (1964) e Nosek (1978).

**Agradecimentos.** Ao José Camilo Bedano pela contribuição no capítulo da primeira edição deste livro. Ao CNPq, pelos recursos financeiros através dos projetos 300.997/2016–7 e 141371/2019–6.

**Referências bibliográficas**

Adis, J.; E.F. Ribeiro; J.W. Morais & E.T.S. Cavalcante 1989. Vertical distribution and abundance of arthropods from white soil of a neotropical campinarana forest during the dry season. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 24(4): 201–211.

Bluhm, S.L.; A.M. Potapov; J. Shrubovych *et al.* 2019. Protura are unique: first evidence of specialized feeding on ectomycorrhizal fungi in soil invertebrates. **BMC Ecology** 19:10.

Carapelli, A.; Y. Bun; W. Chen *et al.* 2019. Going deeper into high and low phylogenetic relationships of Protura. **Genes** 10, 292. doi: 10.3390/genes10040292.

Dallai, R.; L. Xué & W.-Y. Yin 1992. Flagellate spermatozoa of Protura (Insecta, Apterygota) are motile. **International Journal of Insect Morphology and Embryology** 21: 137–148.

Dallai, R.; D. Mercati; Y. Bu *et al.* 2010. The spermatogenesis and sperm structure of *Acerentomon microrhinus* (Protura, Hexapoda) with considerations on the phylogenetic position of the taxon. **Zoomorphology** 129: 61–80.

Ferguson, L.M. 1990. Insecta: Protura. In: D. L. Dindal (ed.). **Soil biology guide**. New York, John Wiley and Sons Inc., pp. 951–963.

François, J. 2003. Analyse cladistique de l'ordre des Protures (Hexapoda, Protura). **Bulletin de la Société entomologique de France** 108(2): 109–125.

Galli, L.; M. Capurro; T. Molyneux *et al.* 2019a. Ecology of Italian Protura. **Pedobiologia** 73: 20–28.

Galli, L.; M. Capurro; E. Colasanto *et al.* 2019b. A synopsis of the ecology of Protura (Arthropoda: Hexapoda). **Revue suisse de Zoologie** 126 (2): 155–164.

Machida, R. 2006. Evidence from embryology for reconstructing the relationships of hexapod basal clades. **Arthropod Systematics & Phylogeny** 64: 95–104.

**Tabela 10.1.** Lista das famílias e espécies de Protura com registros para o Brasil.

Famílias / espécies	Registros geográficos
<b>ACERENTOMIDAE</b>	
<i>Amazonentulus amazonicus</i> (Nosek)	AM, PA, RO
<i>Amazonentulus brasilianus</i> (Nosek)	AM, PA, RO
<i>Amazonentulus haggmannarum</i> (Tuxen)	AM, PA
<i>Amazonentulus ovei</i> (Tuxen)	PA
<i>Baculentulus becki</i> (Tuxen)	AM
<i>Baculentulus tuxeni</i> (Nosek & Hüther)	AM
<i>Berberentulus huetheri</i> Nosek	PA
<i>Berberentulus nelsoni</i> Tuxen	SP, RS
<i>Berberentulus travassosi</i> (Silvestri)	SP
<i>Brasilentulus huetheri</i> Nosek	AP
<i>Brasilidia tropica</i> Nosek	PR
<i>Delamarentulus tristani</i> (Silvestri)	AM, PE
<i>Kenyentulus kenyanus</i> (Condé) (= <i>K. neotropicus</i> (Nosek))	RJ
<i>Silvestridia artiochaeta</i> (Bonet)	MG, SP
<b>EOSENTOMIDAE</b>	
<i>Eosentomon caatingae</i> Tuxen	AM
<i>Eosentomon curupira</i> Tuxen	AM, PA
<i>Eosentomon hoogstraali</i> Nosek	AM, PA, RO
<i>Eosentomon huetheri</i> Nosek	AM
<i>Eosentomon proximum</i> Tuxen	AM
<i>Eosentomon wygodzinskyi</i> Bonet	RJ
<i>Isoentomon atlanticum</i> (Condé)	MG
<i>Isoentomon hauseri</i> (Nosek)	PR
<i>Isoentomon myrmecobium</i> Tuxen	SP
<i>Isoentomon paulista</i> Tuxen	SP
<i>Isoentomon pluviale</i> Tuxen	PA
<i>Isoentomon sylvicola</i> Tuxen	PA

Machida, R. & I. Takahashi 2004. Rearing technique for proturans (Hexapoda: Protura). **Pedobiologia** 48: 227–229.

Maddison, D.R. 2002. **Protura**. Version 01 January 2002 (temporary). <<http://tolweb.org/protura/8203>>. Acesso: 26/jun/2006.

Nosek, J. 1973a. Five new species of Protura from Brazil. **Věstník Československe Společnosti Zoologické** 37: 27–36.

Nosek, J. 1973b. **The European Protura. Their taxonomy, ecology and distribution with keys for determination**. Genève, Muséum d'Histoire naturelle de Genève, 345 pp.

Nosek, J. 1975. Niches of Protura in biogeocoenoses. **Pedobiologia** 15: 290–298.

Nosek, J. 1978. Key and diagnoses of Proturan genera of the world. **Annotationes, Zoologicae et Botanicae** 122: 1–59.

Overal, W.L. & N. Papavero 2002. Insecta – Protura. **Fauna da Amazônia brasileira**, Belém, 21: 1–5.

Overal, W.L. & N. Papavero 2009. Protura, pp. 59–61. 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.

Pass, G. & N.U. Szucsich 2011. 100 years of research on the Protura: many secrets still retained. **Soil Organisms** 83 (3): 309–334.

Silvestri, F. 1907. Descrizione di un novo genere d'insetti apterigoti rappresentante di un novo ordine. **Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria della R. Scuola superiore d'Agricoltura**, Portici 1: 296–311.

Sturm, H. 1959. Die Nahrung der Proturen. Beobachtungen an *Acerentomon doderoi* Silv. und *Eosentomon transitorium* Berl. **Naturwissenschaften** 46: 90–91.

Szeptycki, A. 1997. The present knowledge of Protura. **Fragmenta Faunistica**, Warszawa 40(28): 307–311.

- Tuxen, S.L. 1964. **The Protura. A revision of the species of the world with keys for determination.** Actualités Sci. Industr. No. 1311 Problèmes d'écologie. Paris, Hermann, 360 pp.
- Tuxen, S.L. 1976. The Protura (Insecta) of Brazil, especially Amazonas. **Amazoniana** 5(4): 417–463.
- Tuxen, S.L. 1977. Ecology and zoogeography of the Brazilian Protura (Insecta). **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 12: 225–247.
- Tuxen, S.L. 1978. Protura (Insecta) and Brazil during 400 million years of continental drift. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 13: 23–50.
- Yin, W.Y. 1999. **Fauna Sinica. Arthropoda. Protura.** Beijing, Science Press, xi+510 pp., 8 pls.
- Zhang, Z.Q. 2011. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa** 3148: 99–103.

