



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS EM SAÚDE E BIOLÓGICAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

EMILY LOHANY MORAIS SILVA

**ESTUDO TAXONÔMICO DOS CUPINS DA SUBFAMÍLIA APICOTERMITINAE
(ISOPTERA: TERMITIDAE) DO MUSEU DE BIODIVERSIDADE TAUARI**

MARABÁ- PA
2021

EMILY LOHANY MORAIS SILVA

**ESTUDO TAXONÔMICO DOS APICOTERMITINAE (ISOPTERA: TERMITIDAE)
DA COLEÇÃO DE ISOPTERA DO MUSEU DE BIODIVERSIDADE TAUARI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Estudos em Saúde e Biológicas da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará como requisito para a obtenção de título de bacharela em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Prof. Dr. Danilo Elias de Oliveira

MARABÁ- PA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Biblioteca Setorial Campus do Tauarzinho

S586e Silva, Emily Lohany Morais
Estudo taxonômico dos Apicotermitinae (Isoptera: Termitidae) da coleção de Isoptera do museu de biodiversidade Tauari / Emily Lohany Morais Silva. — 2021.

Orientador(a): Danilo Elias de Oliveira
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Estudos em Saúde e Biológicas, Faculdade de Biologia, Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Marabá, 2021.

1. Térmita. 2. Espécies. 3. Biologia – Classificação. 4. Tubo digestivo. I. Oliveira, Danilo Elias de, orient. II. Título.

CDD: 22. ed.: 595.736

AGRADECIMENTOS

Foram muitos aqueles que de uma forma ou de outra me ajudaram a ingressar em uma Universidade Federal e assim me tornar a primeira da família a ter um ensino superior. Portanto, aproveito este espaço e a oportunidade para agradecer àqueles que tornaram isso possível e que embarcaram juntos nessa jornada tão longa e desafiadora.

Acima de tudo, agradeço primeiramente à minha família, em especial minha mãe, Suene Moraes, e a minha avó, Minervina Moraes. Mesmo que de formas diferentes, ambas sempre me apoiavam e incentivavam aos estudos. Com elas divido essa alegria de mais uma conquista. Essa vitória é nossa. Agradeço também ao “pai que a vida me deu”, Jarbas Alves, por todo o apoio e por sempre me proporcionar oportunidades únicas. Obrigada por me permitir sonhar.

À Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) pela minha formação acadêmica e ao Museu Tauari pela infraestrutura.

À FAPESPA e à PROPIT pela bolsa de iniciação científica.

Ao meu grupo de pesquisa, GISA, por todo companheirismo e momentos de descontrações. Foi um prazer imenso compartilhar com cada um horas e horas no laboratório e no museu Tauari.

À toda turma 2017. Foi uma maravilha passar todos esses anos compartilhando experiências, choros, risadas e conselhos com cada um. As pessoas costumam dizer que a graduação é um grande desafio difícil e exaustivo. E é. Mas quando temos sorte de compartilhar esse desafio com pessoas tão incríveis, ele se torna mais fácil. E eu tive. Obrigada a cada um por tornar esse desafio mais leve.

Às “Alcoolindas” e “Gatinhas do BH”. Meninas, obrigada pelos diversos conselhos, ombro amigo, rolês e fofocas. Obrigada Amandinha, Bea Vianna e Isa pelas vezes que eu quis desistir e vocês sempre me convenciam a permanecer. Eu realmente não tenho nem palavras para agradecer tamanho companheirismo.

À todos os professores que passaram pela minha vida. Agradeço a cada um que sempre acreditou em mim. Aproveito para agradecer também ao corpo docente da FACBio por todo ensinamento compartilhado e todos os “puxões de orelha”.

Ao meu orientador, Danilo Oliveira. Obrigada por sempre me falar que “é só um TCC” e que tudo daria certo no final. Sou imensamente grata pela paciência que teve durante a orientação e por todo ensinamento compartilhado. Agradeço também por me apresentar o mundo dos cupins. Foi um experiência incrível.

“Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz”

(Almir Sater)

RESUMO

Cupins são insetos eussociais pertencentes à infraordem Isoptera (Blattodea) e estima-se que há várias espécies por serem descritas. Atualmente algumas famílias e subfamílias possuem a taxonomia bem resolvida. Porém, em alguns grupos, em especial os Apicotermatinae Neotropicais, existem muitas lacunas de conhecimento acerca da diversidade de espécies, gerando o déficit lineano. Isso se deve ao fato dos Apicotermatinae neotropicais não possuírem a casta dos soldados, sendo coletados geralmente apenas operários. Esse trabalho teve como objetivo identificar as espécies de cupins da subfamília Apicotermatinae coletadas em fragmentos na Amazônia Oriental e no Cerrado, depositadas no Museu de Biodiversidade Tauari. Foi estudada a morfologia externa e interna dos operários de 539 amostras. Foram encontradas 48 espécies, 36 delas novas para a ciência. No presente estudo foi demonstrado que a válvula entérica possui uma grande importância taxonômica para os Apicotermatinae. O estudo comparativo realizado neste trabalho oferece uma perspectiva de quais caracteres morfológicos são importantes para a delimitação das espécies, destacando o uso da válvula entérica e os espinhos presentes nas tíbias anteriores. Além disso, este estudo teve como objetivo ser o ponto de partida para a análise taxonômica dos Apicotermatinae da Coleção de Isoptera do Museu de Biodiversidade Tauari.

Palavras-chave: Taxonomia. Amazônia. Isoptera. Tubo digestório. Válvula entérica.

ABSTRACT

Termites are eusocial insects belonging to the infraorder Isoptera (Blattodea) and it is estimated that there are several species to be described. Currently, some families and subfamilies have a well-resolved taxonomy. However, in some groups, especially the neotropical Apicotermittinae, there are many gaps in knowledge about the species diversity, generating the Linnaean deficit. This is due to the fact that the neotropical Apicotermittinae do not have the soldier caste, only workers being collected. This study aimed to identify termite species of the subfamily Apicotermittinae collected in fragments in the Eastern Amazon and Cerrado, deposited at the Tauari Biodiversity Museum. The external and internal morphology of workers from 539 samples was studied. 48 species were found, 36 of them new to science. In the present study, it was demonstrated that the enteric valve has great taxonomic importance for Apicotermittinae. The comparative study carried out in this work offers a perspective of which morphological characters are important for species delimitation, highlighting the use of the enteric valve and the spines present in the foretibia. In addition, this study aimed to be the starting point for the taxonomic analysis of Apicotermittinae from the Isoptera Collection of the Tauari Biodiversity Museum.

Keywords: taxonomy. Termite. Apicotermittinae. Digestive tube. Valve entéric.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da válvula entérica. A. operário de Apicotermatinae in situ. O quadrado delimita o tubo digestivo representado no desenho B; B. desenho esquemático do enrolamento do tubo digestivo de Apicotermatinae em vista dorsal. A seta indica o local da válvula entérica.....	16
Figura 2 - <i>Tonsuritermes tucki</i> . A- Operário em vista dorsal. B- Tibia anterior com duas fileiras de espinhos.....	25
Figura 3 - Válvula entérica do Gênero A. A- Gen.A sp. B; B- Gen.A sp. C.....	25
Figura 4 - <i>Compositermes vindai</i> . A- Detalhe de uma das seis pregas da válvula entérica. B- Placas localizadas no final do assentamento da válvula entérica. Fonte das imagens: Costantini (2018).....	26
Figura 5 - Gênero B. sp. AQ. Detalhes da válvula entérica.....	27
Figura 6 - Válvula entérica. A- Gen.C sp. H. B- Gen.C sp. K. C- Gen.C sp. L. D- Gen.C sp.Q.....	27
Figura 7 - Válvula entérica. A- Gen.E sp. G. O retângulo indica os espinhos da parte subbasal de uma placa em maior aumento. B- Gen.E sp. J. A seta indica a direção do fluxo de alimento.....	28
Figura 8 - Gênero N. sp. N: Detalhes de três das seis pregas da válvula entérica.....	29
Figura 9 - Gênero X. A-D- desenho esquemático do enrolamento do tubo digestivo de Apicotermatinae. As setas indicam a direção do fluxo intestinal no íleo. E. detalhe do papo e da moela. F- Detalhe da junção entre íleo e pança. EVS - Assentamento da válvula entérica.....	30
Figura 10 - Válvula entérica de Gen.X sp.1. A- 4 das seis pregas evidenciando as rosetas medianas. B- Detalhe de uma das pregas da válvula entérica em maior aumento.....	30
Figura 11 - Detalhe da válvula entérica de <i>Aparatermes</i> . A. <i>Aparatermes silvestrii</i> . B. <i>Aparatermes</i> sp.A.....	31
Figura 12 - <i>Echinotermes</i> sp.n.1. A- Válvula entérica. B- Detalhes das escamas. Nota-se a presença de um espinho em cada um delas. C- Espinhos na região sub-basal da prega.....	31
Figura 13 - Válvula entérica. A- <i>Grigiotermes hageni</i> . B- <i>Grigiotermes</i> . sp.AR.....	32
Figura 14 - Válvula entérica de <i>Humutermes krishnai</i>	32
Figura 15 - Válvula entérica de <i>Longustitermes</i> . A- <i>Longustitermes manni</i> . B- <i>Longustitermes</i> sp.O. C- <i>Longustitermes</i> sp.P.....	33

Figura 16 - Válvula entérica de <i>Patawatermes</i> . A- <i>Patawatermes turricola</i> . B- <i>Patawatermes</i> sp.1.....	33
Figura 17 - Válvula entérica de <i>Rubeotermes jheringi</i>	34
Figura 18 - Válvula entérica de <i>Ruptitermes bandeirai</i>	34
Figura 19 - <i>Tetimatermes oliveirae</i> : Detalhe da face interna da tíbia anterior, exibindo grande dilatação e concavidade.....	35
Figura 20 - Válvulas entéricas de espécies do gênero G. A- Gen.G sp.AA. B- Gen.G sp.AC. C- Gen.G sp.AB. D- Gen.G sp.AD.....	35
Figura 21 - Detalhes da válvula entérica. A. <i>Anoplotermes</i> cf. <i>meridianus</i> . O retângulo indica as escamas da base de duas pregas, em maior aumento; B. <i>Anoplotermes</i> sp.AE; C. <i>Anoplotermes</i> sp.AG; D. <i>Anoplotermes</i> sp.AH; E. <i>Anoplotermes</i> sp.AI; F. <i>Anoplotermes</i> sp.AJ; G. <i>Anoplotermes</i> sp.AL; H. <i>Anoplotermes</i> sp.AM; I. <i>Anoplotermes</i> sp.AO; J. <i>Anoplotermes</i> sp.....	37
Figura 22 - Válvula entérica da espécie <i>Hydrecoptermes</i> sp.AU.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de espécies de Apicotermitinae (Termitidae) encontradas em fragmentos florestais da região de Carajás e no PESCAN, depositadas no Museu de Biodiversidade Tauari.....	24
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCR	Base de Selva Cabo Rosa
CZM	Coleção Zoológica de Marabá
FZM	Fundação Zoobotânica de Marabá
Ideflor-bio	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará
PESCAN	Parque Estadual da Serra de Caldas Novas
PVA	Poliacetato de vinila
REBIOTA	Reserva Biológica do Tapirapé
Seagri	Secretaria Municipal de Agricultura de Marabá

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Sistemática e Taxonomia.....	12
1.2. Taxonomia de cupins	13
1.3. Taxonomia da subfamília Apicotermitinae	15
2.2. Específicos	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Material Depositado no Museu de Biodiversidade Tauari	18
3.1.1. Cerrado: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN)	19
3.1.2. Fragmentos de floresta ombrófila da Amazônia Oriental	19
3.2. Estudo da morfologia externa/interna e ilustração	20
3.3. Identificação das amostras.....	22
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSSÃO.....	40
6. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE	49

1. INTRODUÇÃO

1.1. Sistemática e Taxonomia

A Sistemática é uma área da biologia comparada que busca organizar, compreender as relações de parentesco e descrever a biodiversidade, além de tentar compreender os processos responsáveis que originaram tal diversidade (Amorim, 2002). Já Taxonomia é uma parte da Sistemática que trata da descrição e classificação dos organismos, sendo imprescindível para estudar as formas de vida da Terra (Lincoln et al., 1998). Portanto, essa ciência desempenha papel fundamental no conhecimento global dos organismos e os estudos de conservação de espécies necessitam de resoluções taxonômicas para padronizar as unidades. Além disso, a taxonomia é bastante valiosa para diversas áreas de estudo, como a agricultura, silvicultura, controle biológico, saúde pública, manejo de fauna, problemas ambientais, fertilidade do solo, entre outros (Guerra-García et al., 2008).

A taxonomia sustenta todas as pesquisas evolutivas e ecológicas e é imprescindível para as respostas às mudanças climáticas e a sustentação do bem-estar humano (Dubois, 2003; Santos & Carbayo, 2021). Contudo, apesar de sua grande importância, a taxonomia tem sido negligenciada nas políticas públicas em muitos países (Wägele et al., 2011) e conseqüentemente, os investimentos em estudos taxonômicos tornaram-se cada vez mais escassos (Wheeler et al., 2004). No Brasil, desde a década de 1990 é observado um decréscimo na formação de novos taxonomistas, principalmente na região Amazônica (Braga, 2015). Recentemente o Brasil tem sofrido uma série de cortes no financiamento à pesquisa, impactando diretamente no Programa de Apoio a Projetos de Pesquisas para a Capacitação e Formação de Recursos Humanos em Taxonomia Biológica- ProTax (Santos & Carbayo, 2021), o qual visa apoiar e fornecer subsídios às diversas ações de governo voltadas para o conhecimento e a preservação da Biodiversidade (CNPq, 2012). Esse cenário ameaça a manutenção de importantes coleções (Buyk, 1999) e também o conhecimento acerca da biodiversidade, gerando assim déficits de conhecimento biológico, também chamado de déficit linneano.

O déficit linneano se refere à falta de conhecimento taxonômico da totalidade das espécies existentes (Brown & Lomolino, 1998). Esse déficit gera um desafio para a conservação de espécies, uma vez que um dos critérios para estabelecimento de áreas prioritárias para a conservação é o conhecimento sobre a diversidade local.

Os insetos são o grupo mais rico em espécies, porém são os menos conhecidos. Lewinsohn & Prado (2000) relatam que os grupos que são relativamente bem conhecidos no Brasil são vertebrados, em especial aves e mamíferos. Esses grupos taxonômicos acabam possuindo um déficit linneano baixo, pois boa parte de suas espécies são descritas e conhecidas. Já quando se trata de insetos, o déficit linneano é considerado alto, uma vez que o conhecimento sobre eles tem uma baixíssima cobertura taxonômica.

Stork (2018) indica que globalmente existem cerca de 5,5 milhões de insetos. Segundo Thomas (2005), estima-se que provavelmente existem cerca de 30-90% de espécies no mundo que ainda não foram descobertas. Somente no Brasil existem cerca de 400 mil espécies de insetos não descritas (Rafael et al., 2009), sendo este um exemplo claro de grupos taxonômicos que ainda possuem lacunas de conhecimentos em termos de diversidade biológica.

1.2. Taxonomia de cupins

Os cupins são insetos pertencentes à infraordem Isoptera (Blattodea) e atualmente são conhecidas 2.970 espécies, destas 500 ocorrem na região Neotropical (Constantino, 2021), e estima-se que exista cerca de 5.000 espécies vivas (Constantino, 2018).

Assim como as formigas e outros grupos mais derivados entre as vespas e abelhas, os cupins são considerados insetos eussociais, isto é, possuem divisão do trabalho reprodutivo, sobreposição de gerações e cuidado cooperativo com a prole. Portanto a sociedade dos cupins é dividida em um sistema de castas. Essas castas podem ser reconhecidas a partir das diferenças morfofisiológicas, as quais conferem aos cupins melhor desempenho em determinadas funções e atividades comportamentais na colônia (Haifig, 2013).

A colônia de cupins é composta por uma casta reprodutiva, representada pelo rei, rainha, ninfas e alados, cuja função é exclusivamente associada à reprodução, e duas castas ápteras, que são representadas pelos operários, responsáveis pela busca e consumo imediato do alimento, e pelos soldados, que atuam na defesa da colônia (Grassé, 1982; Roisin, 2000).

Os cupins são popularmente conhecidos pelo seu potencial como pragas, todavia apenas 12% das espécies descritas são consideradas como tal (Krishna et al., 2013). Logo, a importância dos cupins vai muito além do potencial que esses insetos possuem como pragas, pois eles possuem uma grande importância nos processos de decomposição e na

ciclagem dos nutrientes, devido à variedade de seus hábitos alimentares (Bandeira & Vasconcelos, 2002).

No Brasil, os primeiros estudos taxonômicos realizados sobre cupins surgiram na metade do século XIX, com o pesquisador Fritz Müller (Fontes, 2007). Em 1873, após estudos realizados sobre crustáceos marinhos e, depois de ter publicado o livro “Para Darwin”, Müller iniciou então seus estudos entomológicos com os cupins, apresentando três monografias em alemão, e em 1875 surgiu a quarta e última monografia dessas pesquisas.

Outro pesquisador a dar grandes contribuições à termitologia brasileira foi Renato L. Araujo, a partir da década de 50. Sua obra mais importante foi o Catálogo dos Isoptera do Novo Mundo (Araujo, 1977). A partir daí foram realizados outros importantes estudos taxonômicos de cupins no Brasil, como por exemplo, o estudo de Mathews (1977), realizado em Mato Grosso. Nas últimas décadas o número de termitólogos vem crescendo bastante, mas ainda com poucos taxonomistas.

O Brasil é o país da América Latina com mais estudos faunísticos e taxonômicos de cupins (Constantino, 2005) e com a maior diversidade de cupins do mundo, com registro de mais de 320 espécies e estimativa de cerca de 500 espécies (Constantino, 2012). Contudo, de acordo com Canello & Schlemmermeyer (1999), a termitofauna nos ecossistemas tropicais brasileiros ainda não é toda conhecida. Essa falta de conhecimento ocorre tanto em ambientes de vegetação aberta quanto em florestas tropicais úmidas (Canello & Schlemmermeyer, 1999; Cunha, 2006). Para Constantino (1999), a termitofauna do Brasil ainda é pouco conhecida e novos táxons são descritos regularmente (como *Dihoplotermes taurus* Azevedo et al., 2019; *Tauritermes bandeirai* Scheffrahn, 2020 e *Dissimulitermes* Constantini et al., 2020). Contudo, nos últimos anos, os estudos taxonômicos dos cupins diminuíram ou estagnaram em quase todo o mundo, exceto na região Neotropical (Constantino, 2018).

Em um trabalho meta-analítico sobre termitologia na Amazônia, Constantino & Canello (1992) reportaram a existência de grandes vazios de amostragem e que as coletas já realizadas são localizadas próximas a grandes centros urbanos (e.g. Belém e Manaus), ou feitas graças a empreendimentos hidrelétricos (e.g. barragem de Tucuruí) ou minerários (e.g. Serra de Carajás). Além disso, pouco se sabe sobre a distribuição geográfica das espécies de cupins que ocorrem na Amazônia (déficit wallaceano).

A grande maioria das amostras analisadas neste estudo são oriundas de dois biomas brasileiros: Amazônia e Cerrado. A Amazônia é um dos biomas que apresenta a

maior diversidade de espécies do planeta, especialmente em grupos de invertebrados (Penny & Arias 1982) e é o maior bioma brasileiro. Em seguida, encontra-se o Cerrado, que possui uma área de aproximadamente 207 milhões de hectares, o que corresponde a 24% do território nacional. Esse bioma é constituído por diferentes paisagens (EMBRAPA, 2005).

Na Amazônia Oriental, Bandeira & Macambira (1998) realizaram o maior estudo da termitofauna na região de Carajás, realizado em áreas de campo rupestre e floresta ombrófila primária. Porém, apesar desse estudo ter sido bastante importante para nosso conhecimento, a taxonomia de cupins melhorou muito nas últimas décadas, portanto o tratamento taxonômico utilizado nesse estudo é considerado desatualizado. Na época, a identificação dos Apicotermatinae foi subdesenvolvida, pois existia uma grande limitação do conhecimento taxonômico do grupo. Além disso, tal estudo se concentrou nas áreas de savana metalófila, a qual se refere à vegetação que cresce sobre o afloramento rochoso de ferro, com poucas coletas nas áreas de floresta ombrófila, que é a formação vegetal dominante na região sudeste do Pará.

1.3. Taxonomia da subfamília Apicotermatinae

A fauna de cupins (termitofauna) está classificada em nove famílias, dessas a mais diversa é Termitidae, com 235 gêneros descritos (Krishna, 2013), tendo cerca de dois terços de todas as espécies descritas de cupins (Engel et al., 2009). A família Termitidae é dividida em oito subfamílias, das quais quatro ocorrem na região Neotropical: Apicotermatinae, Nasutitermitinae, Termitinae e Syntermitinae (Krishna, 2013).

Apesar de algumas famílias de cupins terem a taxonomia bem resolvida, existem muitas lacunas de conhecimento acerca da diversidade de espécies, a principal delas está na subfamília Apicotermatinae, que apresenta uma taxonomia pouco conhecida, em especial na região Neotropical. Muito desse déficit lineano se deve ao fato dos Apicotermatinae neotropicais não possuírem a casta dos soldados, sendo coletados geralmente apenas operários. Segundo Eggleton (2000), essa subfamília compõe 30-40% de toda a fauna de cupins em florestas tropicais.

Existem alguns fatores que, ao longo do tempo, dificultaram a identificação dos Apicotermatinae neotropicais: ausência da casta de soldados, o tamanho pequeno, o hábito subterrâneo na maioria das espécies, a uniformidade da morfologia externa e a difícil dissecação do tubo digestivo - caráter de alto valor taxonômico usado para sua

classificação (Fontes, 1992). Portanto, a identificação dos Apicotermatinae se dá pela análise da casta operária.

Rocha et al. (2019) consideram que a identificação de cupins utilizando a casta dos operários tem se tornado cada vez mais imprescindível. Geralmente a identificação dessa casta ocorre através do estudo da anatomia interna e, segundo os mesmos autores, analisar a anatomia interna com base em caracteres já estabelecidos, ou com novos caracteres, auxiliará nas análises e história evolutiva das espécies.

Para a subfamília Apicotermatinae, um dos primeiros estudos abrangentes envolvendo a anatomia intestinal, atribuindo assim um valor taxonômico nesses caracteres, foi realizado por Sands (1972). Nesse estudo, Sands descreveu 16 novos gêneros de cupins sem soldados da África, os quais estavam agrupados em apenas um gênero: *Anoplotermes* Müller 1873. Dentre os caracteres analisados por ele está a válvula entérica, também chamada de P2, com seu arranjo e ornamentação das escamas que formam as pregas (Rocha et al., 2019).

A válvula entérica é uma das estruturas mais variáveis e extraordinárias no intestino posterior dos cupins (Donovan, 2002), estando localizada entre o íleo (P1) e a pança (P3) (Fig.1). Essa alta variabilidade a torna muito útil como um caráter taxonômico (Grasse and Noirot, 1954; Sands, 1998; Noirot, 2001; Arias et al., 2020) e é comumente bem desenvolvida e variada na família Termitidae sendo, provavelmente, mais desenvolvida na subfamília Apicotermatinae (Donovan et al., 2000).

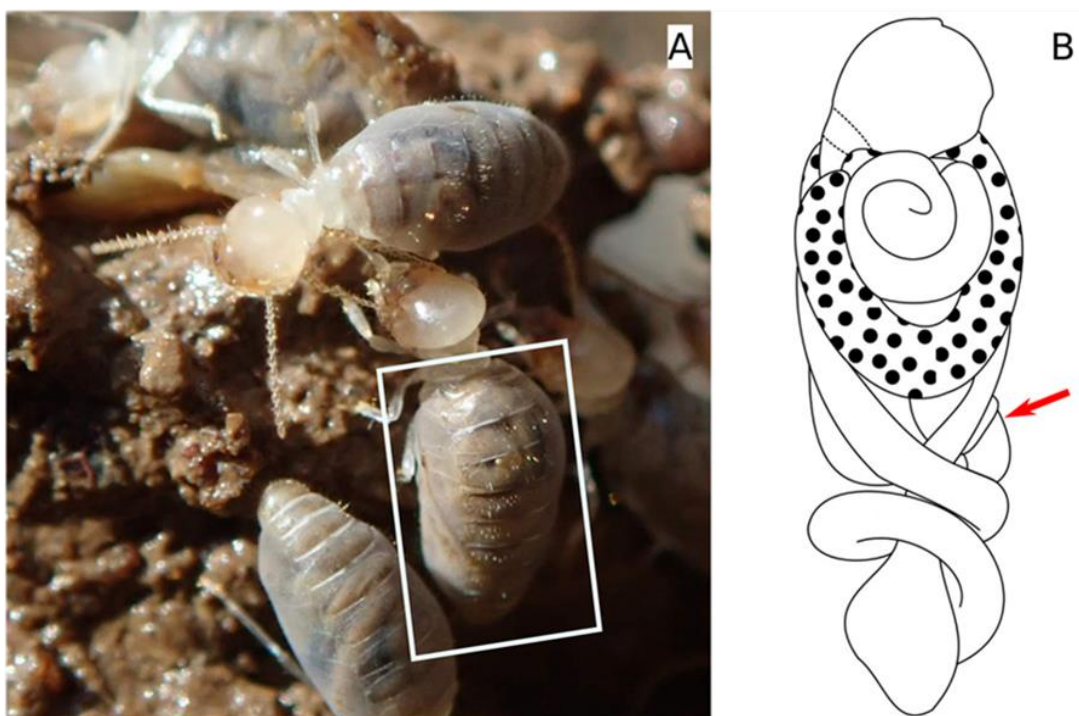


Fig. 1 - Localização da válvula entérica. **A.** operário de Apicotermatinae in situ. O quadrado delimita o tubo digestivo representado no desenho **B**; **B.** desenho esquemático do enrolamento do tubo digestivo de Apicotermatinae em vista dorsal. A seta indica o local da válvula entérica.

A subfamília Apicotermitinae é monofilética (Inward et al., 2007) e foi proposta originalmente por Grassé & Noirot (1954) com base no gênero africano *Apicotermes* Holmgren 1912, que possui soldados. O estudo de caracteres morfológicos, principalmente os relacionados ao tubo digestivo foram determinantes para seu estabelecimento (Constantini, 2018a). A subfamília Apicotermitinae é morfológicamente diagnosticada pela incisão entre os dentes M1+2 e M3 da mandíbula esquerda e pelo íleo ser tubular e longo, formando uma alça que passa ventralmente entre o reto e a pança.

Existem descritos 16 gêneros neotropicais: *Anoplotermes* Müller 1873; *Amplucratermes* Bourguignon et al. 2016, *Aparatermes* Fontes 1986, *Compositermes* Scheffrahn 2013; *Disjunctitermes* Scheffrahn et al. 2017; *Echinotermes* Castro & Scheffrahn 2018, *Grigiotermes* Mathews 1977, *Humutermes* Bourguignon et al. 2016, *Hydrecoetermes* Bourguignon et al. 2016, *Longustitermes*, Bourguignon et al. 2010; *Patawatermes* Bourguignon et al. 2016, *Rubeotermes* Bourguignon et al. 2016; *Ruptitermes* Mathews 1977; *Rustitermes* Castro et al. 2020, *Tetimatermes* Fontes 1986; e *Tonsuritermes* Constantini et al. 2018b. Entretanto, a diversidade de Apicotermitinae é muito maior (Arias et al., 2021).

Atualmente, diferentes grupos de pesquisa estão estudando os Apicotermitinae, buscando aperfeiçoar o conhecimento taxonômico do grupo e avançar nos estudos em outras áreas, tais como filogenia, biogeografia, filogeografia, ecologia e comportamento (Rocha et al., 2019). Além disso, o estudo taxonômico dos Apicotermitinae neotropicais são uma das maiores prioridades na sistemática de Isoptera nesta região (Eggleton, 1999), pois são muito abundantes nos solos e por muito tempo a sua taxonomia foi negligenciada.

Mesmo com o avanço do estudo da taxonomia de Apicotermitinae realizado nos últimos anos, o conhecimento acerca de sua fauna ainda permanece incompleto, particularmente no Neotrópico, onde estima-se que há um grande número de espécies por serem descritas (Eggleton, 2000). Essa falta de conhecimento taxonômico (déficit Lineano) prejudica o conhecimento acerca do padrão de distribuição geográfica desses táxons, gerando o déficit Wallaceano. Esse déficit representa a falta de conhecimento da distribuição de táxons (Lomolino, 2004).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo taxonômico das amostras da subfamília Apicotermatinae (Termitidae) depositadas na coleção de Isoptera do Museu de Biodiversidade Tauari, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Unifesspa, através do estudo comparativo da morfologia externa e interna de operários.

Devido à grande quantidade de amostras estudadas e à complexidade da taxonomia de Apicotermatinae, este estudo limita-se a ser o ponto de partida das análises taxonômicas dos Apicotermatinae da referida coleção. Pretende-se aqui analisar todo o material, identificando os táxons já descritos e separando os táxons novos.

2.2. Específicos

1. Identificar as espécies de cupins da subfamília Apicotermatinae coletadas em fragmentos na Amazônia Oriental e no Cerrado, depositadas no Museu de Biodiversidade Tauari;
2. Criar um banco de dados de imagens de válvula entérica das espécies de Apicotermatinae;
3. Realizar um estudo taxonômico dos Apicotermatinae do Museu de Biodiversidade Tauari com foco nos novos táxons.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Material Depositado no Museu de Biodiversidade Tauari

Foram utilizadas 539 amostras da subfamília Apicotermatinae da Coleção Zoológica da Unifesspa (CZM), depositadas no Museu de Biodiversidade Tauari, localizado na Unidade III da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, no Campus de Marabá. A grande maioria dessas amostras é oriunda de dois projetos. O primeiro foi o levantamento da termitofauna de uma área de cerrado *sensu stricto* do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. Desse projeto foram utilizadas 186 amostras. O segundo projeto intitulado “Diversidade e Conservação da Termitofauna da Região de Carajás”, coletou 280 amostras de Apicotermatinae de quatro fragmentos de floresta ombrófila densa: Fundação Zoobotânica de Marabá (FZM), Reserva Biológica do Tapirapé (REBIOTA), Base de Selva Cabo Rosa e Tauari (adjacências da unidade III da Unifesspa). Também foram incluídas 73 amostras de coletas avulsas em áreas de Cerrado, concluindo assim a análise da Coleção de Isoptera depositada no Museu de Biodiversidade Tauari.

3.1.1. Cerrado: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN)

O PESCAN situa-se a nordeste do município de Caldas Novas e a noroeste do município de Rio Quente, na região sudeste do Estado de Goiás, Brasil, compreendido entre as latitudes -17,770191 e -17,761576 e longitudes -48,656142 e -48,655980. O parque ocupa uma área de aproximadamente 12.300 ha (SEMAD 2020), sendo criado em 1970. Ele possui formato elíptico com o centro formando um grande platô (OLIVEIRA, 2009) e a vegetação é constituída por um mosaico retratado por formações campestres, savânicas e florestais (Ribeiro e Walter, 2008; Lima et al., 2010). No platô da serra, encontram-se as vegetações cerrado *sensu stricto*, campo sujo e campo limpo. Também é encontrado campo rupestre e cerradão em encostas com afloramentos rochosos; veredas em ambientes úmidos, e mata de galeria, encontrada próximo aos córregos e nascentes nos vales (NOVAES, 1983; MAGNAGO et al., 1983; LOPES et al., 2009). A fitofisionomia predominante no platô do PESCAN é o cerrado *sensu stricto*, de onde foram coletadas as amostras em 2008 por Danilo Oliveira e colaboradores. As coletas foram realizadas nos meses de março e outubro de 2008.

3.1.2 Fragmentos de floresta ombrófila da Amazônia Oriental

A Reserva Biológica do Tapirapé (REBIOTA) está localizada entre as latitudes -5,670654 e -5,677737 e longitudes -50,923314 e -50,414759 e possui uma dimensão de 99.271,75 hectares. Ela está localizada nos municípios de Marabá e São Félix do Xingu, Pará. A vegetação predominante na região é a Floresta Ombrófila Aberta e a Floresta Ombrófila Densa, com palmeiras, bambus e canga (savana metalófila) (IBGE, 1992). As coletas foram realizadas em floresta ombrófila aberta e floresta ombrófila densa no mês de abril de 2017.

A Fundação Zoobotânica de Marabá (FZB) está localizada entre as latitudes -5,386095, -5,385884 e longitudes, -49,0673197 e -49,066956 e possui uma área de 1.512,79 hectares. A FZB é uma entidade jurídica de Direito Privado, sem fins lucrativos, destinada a pesquisar, preservar o meio ambiente e desenvolver os recursos naturais e a cultura em qualquer de suas manifestações. Esta entidade foi criada devido à rápida degradação ambiental da Amazônia, particularmente dos castanhais marabaenses e da fauna ali existente. As coletas de cupins ocorreram em outubro e novembro de 2016, e também em outubro de 2017.

A Base de Selva Cabo Rosa situa-se entre as latitudes -5,334744 e -5,376300 e entre as longitudes -49,032051 e -49,978096 e possui área aproximada de 2.138 hectares.

Esse fragmento é mantido pelo Exército Brasileiro e nele ocorrem atividades voltadas para o treinamento militar. É uma região formada por floresta ombrófila densa e é separada do Tauari pelo rio que leva o mesmo nome, situando-se dessa forma nas adjacências da Unifesspa. As coletas foram realizadas nos meses de abril e outubro de 2017.

O Tauarí é uma área de floresta secundária com área aproximada de 53 hectares, localizada entre as latitudes -5,361486 e -5,365008 e entre as longitudes -49,028804 e -49,021923. Essa localidade está situada dentro da Unidade III da Unifesspa campus de Marabá-PA, e no período de 2017 a 2019, quando foram feitas as coletas, foi alvo do projeto “Tauarí Vivo”, que teve como objetivos realizar a recomposição florestal no entorno do rio Tauarí e fazer o monitoramento da biodiversidade. Esse projeto foi realizado numa parceria entre a Unifesspa e o Exército Brasileiro e com o apoio do Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – Ideflorbio e da Secretaria Municipal de Agricultura de Marabá (Seagri).

3.2. Estudo da morfologia externa/interna e ilustração

Para o estudo da morfologia externa e interna das amostras, foram selecionados alguns caracteres tradicionalmente utilizados em trabalhos taxonômicos com essa subfamília para delimitação de espécies. Foram observadas a forma e pilosidade da tibia anterior; a forma e orientação do íleo; a presença/ausência do segmento misto; a presença/ausência de nódulos no segmento misto; a presença e forma do assentamento da válvula entérica; e forma e ornamentação da válvula entérica.

Para a observação das estruturas da cabeça, os operários foram alinhados em uma placa de Petri com areia e álcool 80% para melhor posicioná-los e compará-los. Também foi usado um espelho sob a placa de Petri contendo apenas álcool 80% para aprimorar a visualização de outras estruturas, como por exemplo a pilosidade. Como não foi possível estabelecer limites de variação entre morfotipos com a análise da pilosidade, a fontanela foi única estrutura da cabeça examinada. A fontanela demonstrou ser um caracter bastante uniforme à exceção do gênero *Tonsuritermes*.

Para o estudo da morfologia interna foi adotada a nomenclatura proposta por Noirot (2001): papo, moela, mesêntero, segmento misto, íleo, válvula entérica, assentamento da válvula entérica, pança, colo e reto. Sobre a válvula entérica, adotamos também os termos **roseta**, que se refere a uma porção convexa da prega formada por escamas concêntricas (e.g. Fig. 10); **pregas**, que se refere às seis porções convexas da

válvula entérica; **placas**, termo utilizado quando há um espessamento/esclerotização da cutícula (geralmente da prega) formando um contorno bem nítido (e.g. Fig.12); e **espinhos**, que refere-se às projeções pontiagudas da cutícula, podendo ser curtos, grossos, longos, aciculares (em forma de agulha) ou estreitos.

Ainda na morfologia interna, foram estudados o padrão de enrolamento do tubo digestivo, as características do segmento misto, calibre e extensão do íleo e ornamentação da válvula entérica.

O segmento misto foi definido como ausente quando não haviam vestígios do mesêntero sobre o íleo ou presente quando é visto nitidamente uma lingueta mesentérica. O íleo foi definido baseado na análise da sua extensão, considerando a região de encontro com o assentamento da válvula entérica. Ele pode terminar ventralmente, na lateral direita ou dorsalmente. Para o assentamento da válvula entérica foram analisados a presença de lobos, podendo ser curtos ou longos. Todos esses caracteres foram analisados sob um estereomicroscópio (Even ECZ-DS4). O tubo digestivo foi examinado sem dissecção pois é possível visualizar essas regiões por transparência da parede do abdômen.

Além desses, especialmente para o estabelecimento de novos táxons, a válvula entérica é um dos importantes caracteres utilizados na subfamília Apicotermatinae (Constantini, 2018a). Para sua observação e fotografia foram confeccionadas lâminas dessa estrutura. A dissecção da válvula entérica foi realizada em uma placa de Petri contendo álcool 80%. A parede abdominal externa do cupim era retirada com o auxílio de objetos perfurocortantes (micro estiletas). A peça era limpa do conteúdo intestinal e da musculatura ao redor com batidas pequenas e controladas. Após a limpeza da peça, a parte em que a válvula entérica é encontrada no tubo digestivo era cortada e então realizava-se a montagem da lâmina. O meio de montagem utilizado foi o PVA (poliacetato de vinila). As lâminas foram secas em estufa a 50 °C por cerca de 5 dias, rotuladas e armazenadas em laminários no Museu de Biodiversidade Tauari.

As válvulas entéricas foram definidas como inerme ou armadas. A válvula entérica inerme (não armada) corresponde a ausência de uma placa e não há uma porção esclerotizada (Fig.2B). A válvula entérica é considerada armada quando há uma cutícula espessada/esclerotizada, podendo haver um contorno bem definido ou não. Além disso, foram observadas diferenças importantes na disposição e na ornamentação das margens das escamas. As lâminas confeccionadas de válvula entérica foram fotografadas sob microscópio óptico trinocular (Marte científica L-1000B) acoplado ao tablet com software de aquisição de imagem S-Eye (versão 1.6), sob aumento de até 40 vezes.

Posteriormente foi utilizado o programa GIMP (Kimball e Mattis, 2013) para fazer as pranchas.

Para a descrição do gênero X, as amostras foram analisadas na Coleção de Isoptera do Museu de Zoologia da USP. As imagens da morfologia externa foram feitas com um estereomicroscópio Leica, as lâminas de válvula entérica foram feitas em um microscópio Leica e o enrolamento do tubo digestivo foi feito em câmera clara acoplada na lupa Leica e a arte final feita no programa Inkscape (2016).

Nos Apicotermitinae existem poucas características que podem ser utilizadas sozinhas na diagnose de um táxon, isto é, existem poucas características que são exclusivas de uma espécie. Por exemplo, uma fontanela bastante larga é uma característica exclusiva do gênero *Tonsuritermes* (vide Fig. 2A). Outro exemplo disso é a tibia anterior bastante inflada e com concavidade ventral que é usada como diagnose para o gênero *Tetimatermes* (Fig.19). Portanto, o que normalmente ocorre para a identificação de espécies é a utilização de combinações exclusivas de características.

As amostras foram separadas em espécies, gêneros e grupos de gênero. Nos resultados descrevemos as principais diagnoses de cada táxon. Algumas espécies carecem de fotos de suas válvulas entéricas por terem material insuficiente para dissecação ou pelas lâminas feitas não estarem em qualidade suficiente para fotografia. Neste último caso, as lâminas serão refeitas e fotografadas para publicação num futuro próximo.

3.3. Identificação das amostras

Para a identificação dos táxons foram utilizados os seguintes trabalhos de revisão e descrição dos táxons de Apicotermitinae neotropicais: Acioli & Constantino (2015); Bourguignon et al. (2010, 2016); Carrijo et al. (2016); Castro et al. (2018, 2020); Fontes (1986); Constantini et al (2018a,b); Mathews (1977); Müller (1873); Rocha et. al. (2019) e Scheffrahn (2013, 2017). Além desses, também foi utilizada uma chave de identificação preliminar dos operários dos gêneros neotropicais de Apicotermitinae, proposta por Constantini (2018a).

Com base nos caracteres da morfologia externa e enrolamento do tubo digestivo, foi inicialmente feita uma morfotipagem, separando todas as 539 amostras em aproximadamente 80 morfotipos. Em seguida, procedeu-se a análise da válvula entérica, com o exame de ao menos uma amostra de cada morfotipo. No total foram analisadas as válvulas entéricas de 82 amostras, listadas no Apêndice. Com o exame da válvula entérica, foi feita então uma nova morfotipagem, mais conservadora e muitos dos

morfotipos inicialmente separados pelo exame da morfologia externa e enrolamento do tubo digestivo foram agrupados.

Os possíveis gêneros e espécies novas foram reunidos em grupos para fins operacionais. Foram utilizados quatro grupos com base nos espinhos da tíbia anterior e, principalmente, na ornamentação da válvula entérica.

4. RESULTADOS

No total foram estudadas 539 amostras da subfamília Apicotermitinae (Termitidae). Essas amostras foram separadas em 45 espécies. Dentre as espécies encontradas estão representantes de 13 dos 17 gêneros de Apicotermitinae neotropicais já descritos: *Anoplotermes*, *Aparatermes*, *Compositermes*, *Echinotermes*, *Grigiotermes*, *Humutermes*, *Hydrecotermes*, *Longustitermes*, *Patawatermes*, *Rubeotermes*, *Ruptitermes*, *Tetimatermes* e *Tonsuritermes*. Além desses, também foram encontrados novos táxons, sendo possivelmente 7 gêneros novos e 34 espécies novas (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies de Apicotermatinae (Termitidae) encontradas em fragmentos florestais da região de Carajás e no PESCAN, depositadas no Museu de Biodiversidade Tauari.

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
<i>Tonsuritermes tucki</i>	<i>Compositermes vindai</i>	<i>Aparatermes silvestrii</i>	<i>Anoplotermes meridianus</i> cf
Gen.A sp.A	Gen.B sp.AQ	<i>Aparatermes</i> sp.A	<i>Anoplotermes</i> sp.AE
Gen.A sp.B	Gen.C sp.H	<i>Echinotermes</i> sp.n.1	<i>Anoplotermes</i> sp.AF
Gen.A sp.C	Gen.C sp.K	<i>Grigiotermes hageni</i>	<i>Anoplotermes</i> sp.AG
	Gen.C sp.L	<i>Grigiotermes</i> sp.AR	<i>Anoplotermes</i> sp.AH
	Gen.C sp.Q	<i>Humutermes krishnai</i>	<i>Anoplotermes</i> sp.AI
	Gen.E sp.G	<i>Longustitermes manni</i>	<i>Anoplotermes</i> sp.AJ
	Gen.E sp.J	<i>Longustitermes</i> sp.O	<i>Anoplotermes</i> sp.AK
	Gen.N sp.N	<i>Longustitermes</i> sp.P	<i>Anoplotermes</i> sp.AL
	Gen.X sp.1	<i>Patawatermes turricola</i>	<i>Anoplotermes</i> sp.AM
		<i>Patawatermes</i> sp.1	<i>Anoplotermes</i> sp.AO
		<i>Rubeotermes jheringi</i>	<i>Anoplotermes</i> sp.I
		<i>Ruptitermes bandeirai</i>	<i>Hydrecotermes</i> sp.AU
		<i>Tetimatermes oliveirae</i>	
		Gen.G sp.AA	
		Gen.G sp.AB	
		Gen.G sp.AC	
		Gen.G sp.AD	
Total de espécies: 45. Táxons novos: 7 gêneros e 34 espécies.			

GRUPO A - Este grupo é caracterizado por possuir espinhos na tíbia anterior formando 2 fileiras (Fig. 2- C). Neste grupo encontram-se a espécie *Tonsuritermes tucki* e um gênero novo contendo 3 espécies novas:

Tonsuritermes tucki (Fig. 2).

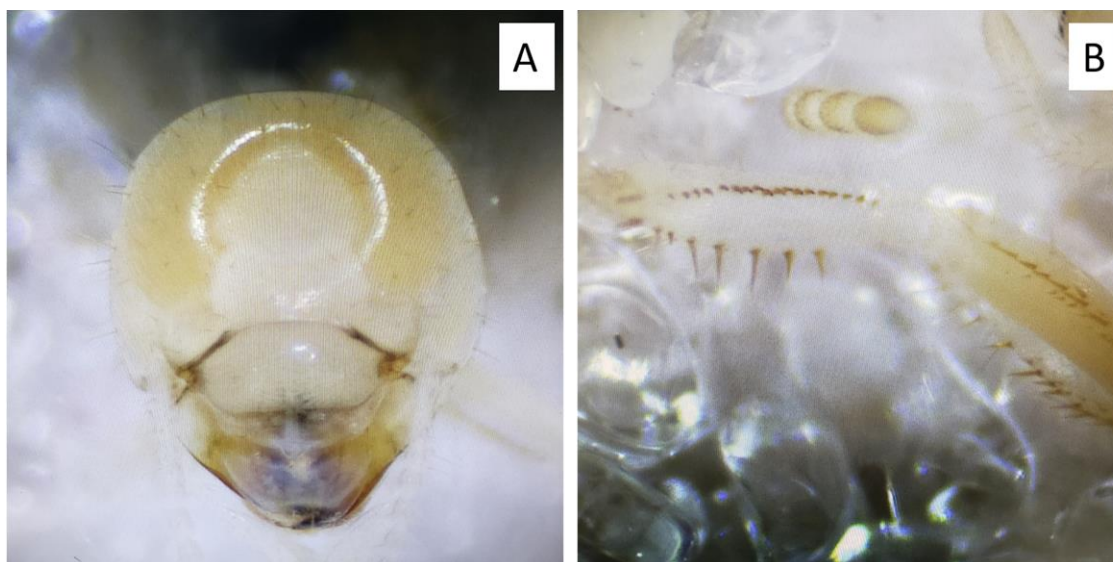


Fig 2. *Tonsuritermes tucki*. **A-** Operário em vista dorsal. **B-** Tíbia anterior com duas fileiras de espinhos.

Gênero A - Caracterizado por possui duas fileiras de espinhos na face ventral da tíbia anterior. Demais características variáveis, mas válvula entérica sem esclerotização nem espinhos e com pregas elípticas, como na Figura 3.

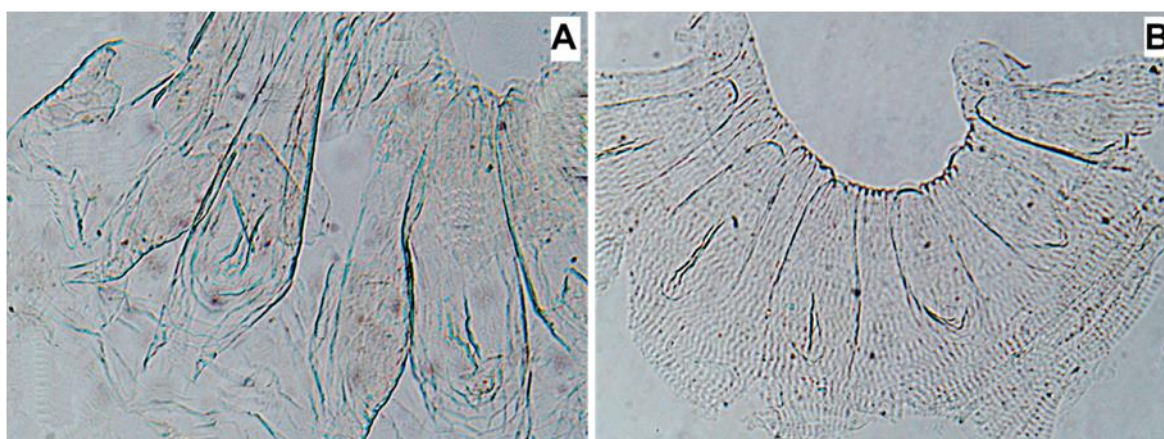


Fig3. Válvula entérica do Gênero A. **A-** Gen.A sp. B; **B-** Gen.A sp. C.

Gen.A sp.A - Tíbia anterior moderadamente inflada com duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso, com o nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica longo e sem lobos; válvula entérica inerme, com espinhos ausentes,

possui pregas sub-ovaladas e não esclerotizadas, roseta ausente e não possui placas esclerotizadas.

Gen.A sp.B (Fig. 3A) - Tíbia anterior moderadamente inflada com duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica longo e sem lobos; válvula entérica inerme com espinhos ausentes, as pregas possuem formato elipsóide e há uma roseta presente localizada na parte central da prega.

Gen.A sp.C (Fig 3B) - Tíbia anterior moderadamente inflada com duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica longo e sem lobos; válvula entérica inerme com espinho curto e grosso posicionado na parte basal da prega; pregas elipsóides e não possuem roseta e placas.

GRUPO B - Esse grupo é caracterizado por possuir espinhos presentes numa válvula entérica inerme. É composto por sete gêneros, sendo seis gêneros novos e onze novas espécies:

Compositermes vindai (vide Scheffrahn, 2013), (Fig. 4).

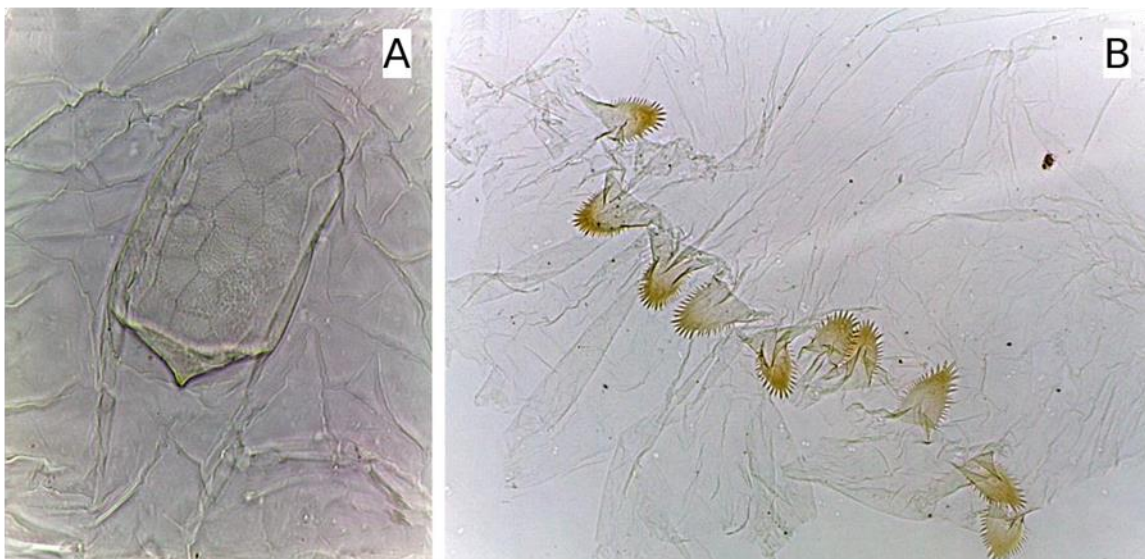


Fig. 4 - *Compositermes vindai*. A- Detalhe de uma das seis pregas da válvula entérica. B- Placas localizadas no final do assentamento da válvula entérica. Fonte das imagens: Costantini (2018).

Gênero B - Caracterizado por possuir pregas assimétricas, algumas com várias fileiras de espinhos longos e alinhados (Fig. 5).

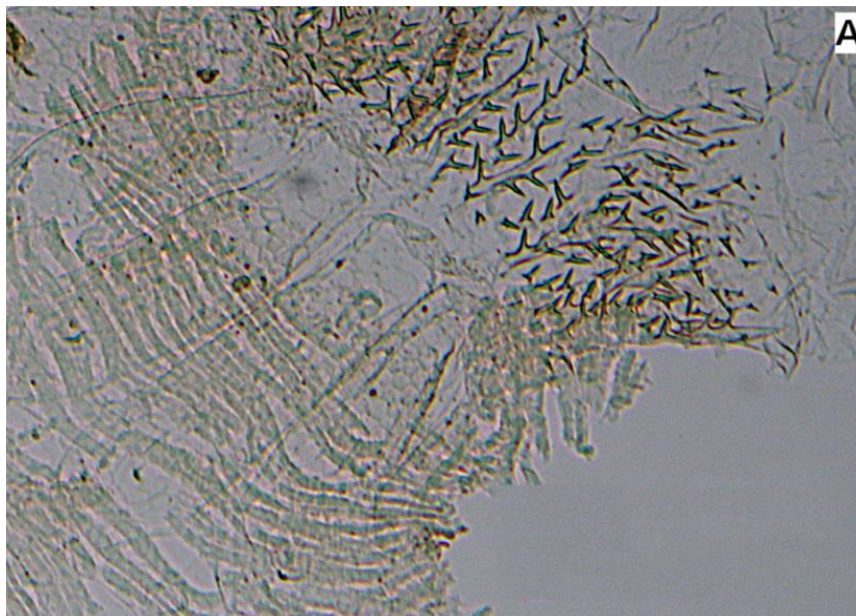


Fig. 5 - Gênero B. sp. AQ. Detalhes da válvula entérica.

Gen.B sp.AQ (Fig. 5) - Tíbia anterior inflada ou moderadamente inflada, com fileira de espinhos ausentes; íleo liso e não sinuoso, nódulo do segmento misto pode ser presente ou ausente; assentamento da válvula entérica curto, podendo ser sem lobos ou com três lobos; válvula entérica inerme com espinhos alinhados, longos e grossos posicionados na região apical das pregas. Também há a presença de um único espinho curto e rombo na parte subbasal da prega; as pregas são retangulares.

Gênero C - Esse gênero é caracterizado por possuir válvula entérica inerme com um espinho único e grosso e um rombo basal ou sub-basal nas pregas (Fig. 6).

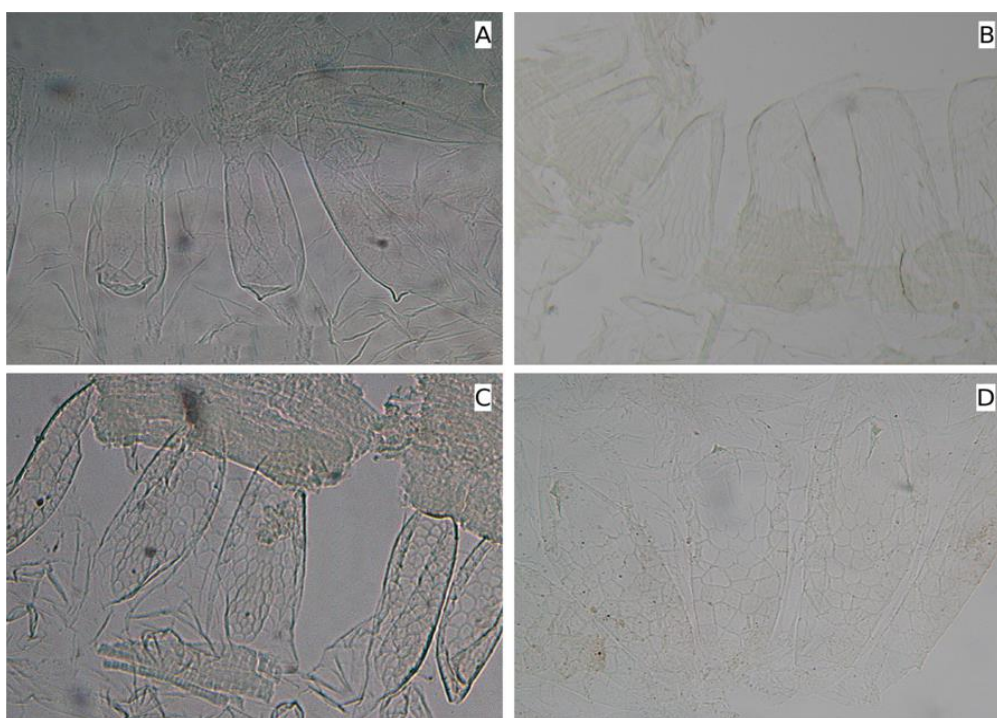


Fig. 6 - Válvula entérica. **A-** Gen.C sp. H. **B-** Gen.C sp. K. **C-** Gen.C sp. L. **D-** Gen.C sp.Q.

Gen.C sp.H (Fig. 6A) - Tíbia anterior moderadamente inflada com fileira de espinhos ausentes; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica longo e sem lobos; válvula entérica inerme com um único espinho curto e grosso na região basal de cada prega; as pregas possuem formato elipsóide.

Gen.C sp.K (Fig. 6B) - Tíbia anterior moderadamente inflada, sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso, com o nódulo do segmento misto presente ou ausente; assentamento da válvula entérica longo e com três lobos; válvula entérica inerme com escamas subhexagonais; há a presença de um único espinho triangular na parte subbasal de cada prega; as pregas possuem formato elipsóide.

Gen.C sp.L (Fig. 6C) - Tíbia anterior pode ser inflada ou moderadamente inflada, sem as duas fileiras de espinhos; o íleo é liso e não sinuoso e o nódulo do segmento misto é ausente; o assentamento da válvula entérica pode ser longo ou curto, com três lobos; a válvula entérica é inerme, com um único espinho triangular inserido em uma pequena roseta em cada prega; as pregas são elipsóides.

Gen.C sp.Q (Fig. 6D) - Tíbia anterior inflada sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fracamente armada, com espinhos triangulares e alinhados na parte subbasal da prega; pregas elipsóides e não esclerotizadas; roseta presente na parte basal das pregas; e placas esclerotizadas ausentes.

Gênero E - Possui válvula entérica inerme com vários espinhos pequenos na base da prega (Fig. 7).

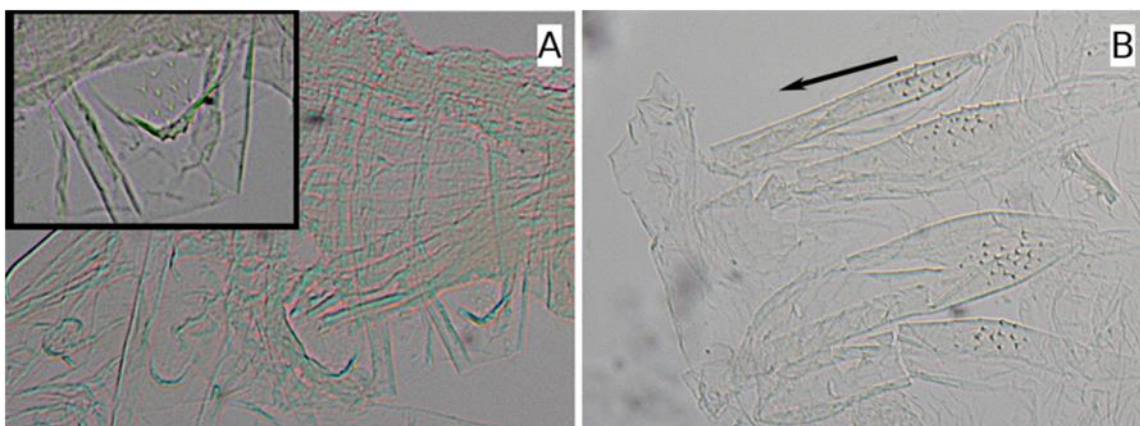


Fig - 7. Válvula entérica. **A-** Gen.E sp. G. O retângulo indica os espinhos da parte subbasal de uma placa em maior aumento. **B-** Gen.E sp. J. A seta indica a direção do fluxo de alimento.

Gen.E sp.G (Fig. 7A) - Tíbia anterior moderadamente inflada sem a fileira de espinhos; íleo liso e não sinuoso, com ausência do nódulo do segmento misto, assentamento da válvula entérica curto e com três lobos, válvula entérica inerme com pequenos espinhos grossos na região basal de cada prega; as pregas podem ser elipsóides ou digitiformes.

Gen.E. sp.J (Fig. 7B) - A tíbia anterior pode ser inflada, moderadamente inflada ou não inflada e não apresenta fileiras de espinhos; o íleo é liso e não sinuoso; o nódulo do segmento misto pode ser presente ou ausente; o assentamento da válvula entérica pode ser curto ou longo, com ou sem três lobos; válvula entérica inerme com a presença de vários espinhos curtos e desalinhados, posicionados na parte subbasal das pregas. Os espinhos possuem formatos triangulares e as pregas podem ser digitiformes ou retangulares.

Gênero N - Este gênero é caracterizado por possuir escamas subhexagonais na metade apical com margens ornamentadas com um espinho em cada (Fig.8).

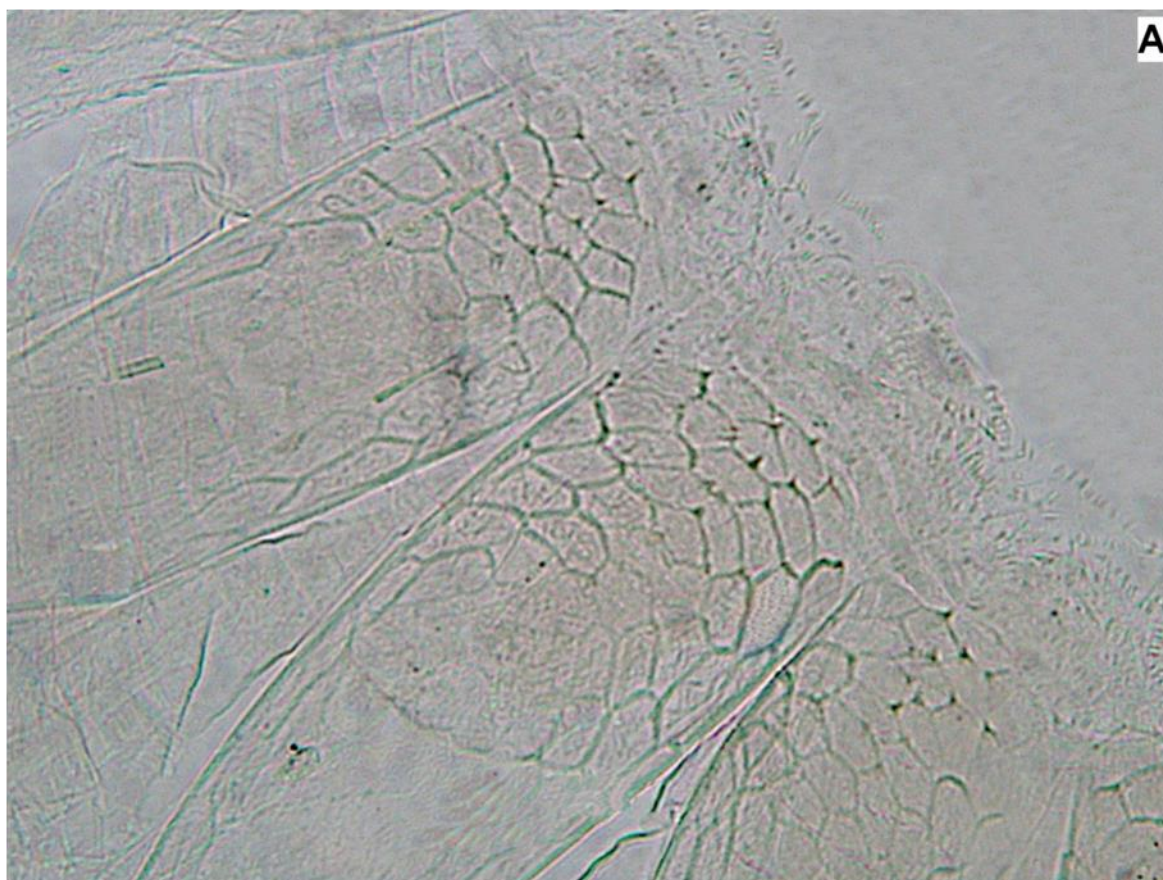


Fig. 8. Gênero N. sp. N: Detalhes de três das seis pregas da válvula entérica.

Gen.N sp.N (Fig.8) - Válvula entérica inerme com escamas na metade apical da prega; as escamas possuem formato subhexagonal com margens ornamentadas com um espinho em cada.

Gênero X - Este gênero é caracterizado por possuir o íleo muito longo e sinuoso, com alça dorso-lateral direita antes da alça ventral (Figs. 9 e 10):

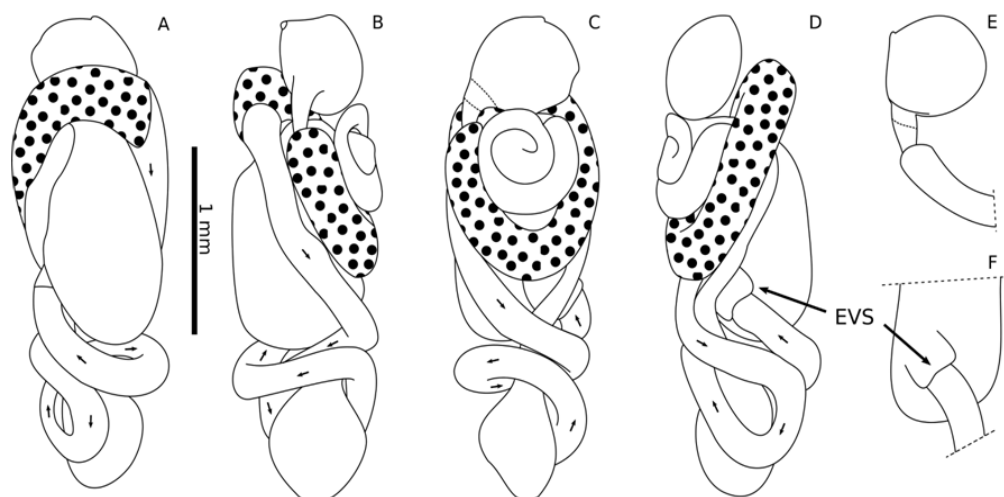


Fig. 9. Gênero X. A-D- desenho esquemático do enrolamento do tubo digestivo de Apicotermatinae. As setas indicam a direção do fluxo intestinal no íleo. E. detalhe do papo e da moela. F- detalhe da junção entre íleo e pança. EVS - Assentamento da válvula entérica.

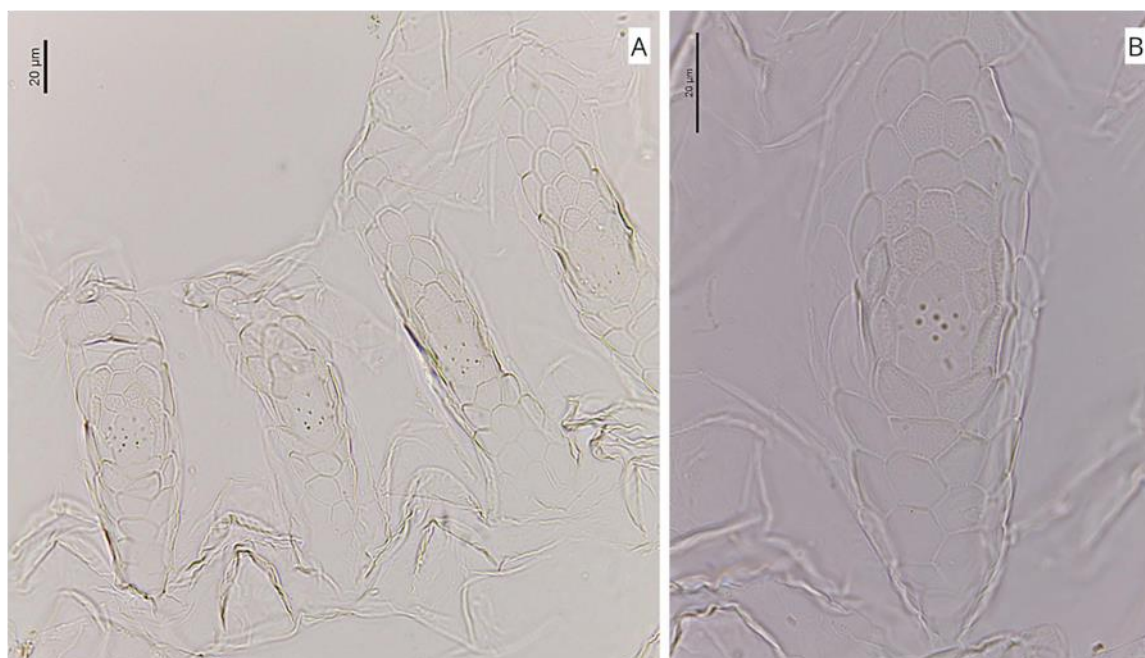


Fig. 10. Válvula entérica de Gen.X sp.1. A- 4 das seis pregas evidenciando as rosetas medianas. B- Detalhe de uma das pregas da válvula entérica em maior aumento.

Gen.X sp.1 (Figs. 9 e 10) - Possui íleo muito longo e tubular; a válvula entérica é inérme; as pregas são retangulares com escamas sub-hexagonais; há uma roseta na posição central de cada prega com pequenos espinhos voltados para o lúmen.

GRUPO C - Caracterizado por possuir espinhos presentes numa válvula entérica armada. É composto por dez gêneros, sendo um novo gênero e dez espécies novas:

Aparatermes silvestrii (vide Emerson, 1925), (Fig. 11A).

Aparatermes sp.A (Fig. 11B): Válvula entérica é armada, as seis pregas são assimétricas e fracamente esclerotizadas, três delas possuem um único espinho grande no centro da prega e as outras três pregas, não intercaladas, possuem pontuações na superfície de uma elevação cônica central.

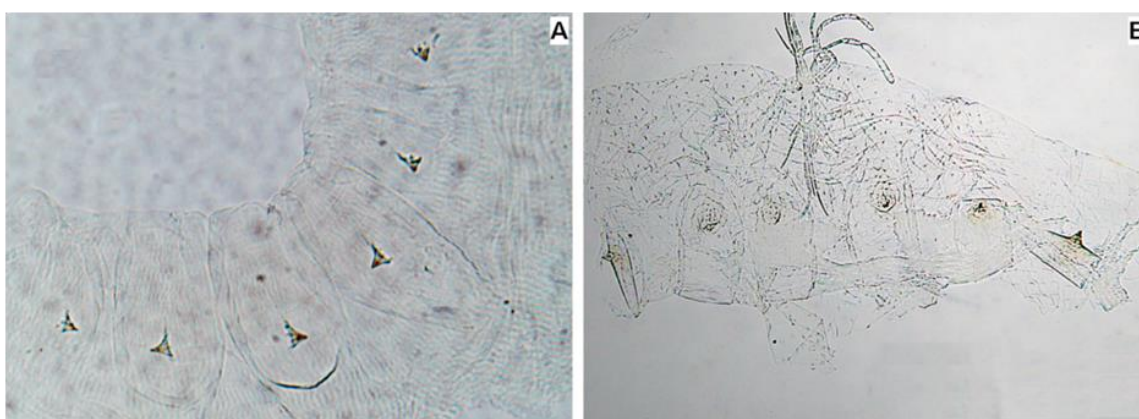


Fig - 11. Válvula entérica de *Aparatermes*. **A.** *Aparatermes silvestrii*. **B.** *Aparatermes sp.A*.

Gênero *Echinotermes* (vide Castro et al., 2020).

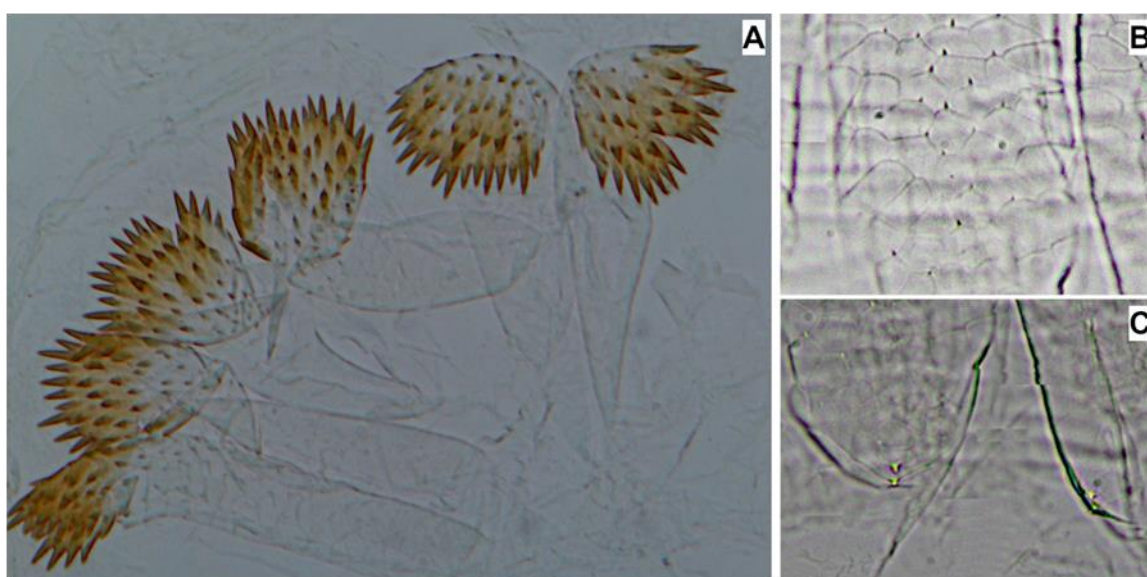


Fig. 11 - *Echinotermes* sp.n.1. **A-** Válvula entérica. **B-** Detalhes das escamas. Nota-se a presença de um espinho em cada um delas. **C-** Espinhos na região sub-basal da prega.

***Echinotermes* sp.n.1** (Fig.12) - Tíbia anterior moderadamente inflada sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fortemente armada, com espinhos apicais longos, grossos e fortemente esclerotizados, na região apical; espinhos pequenos e deitados no ápice das escamas e um ou dois espinhos curtos, grossos e rombos na porção sub-basal da prega; pregas retangulares; placa esclerotizada apical com formato bacular.

Gênero *Grigiotermes* (vide Mathews, 1977).

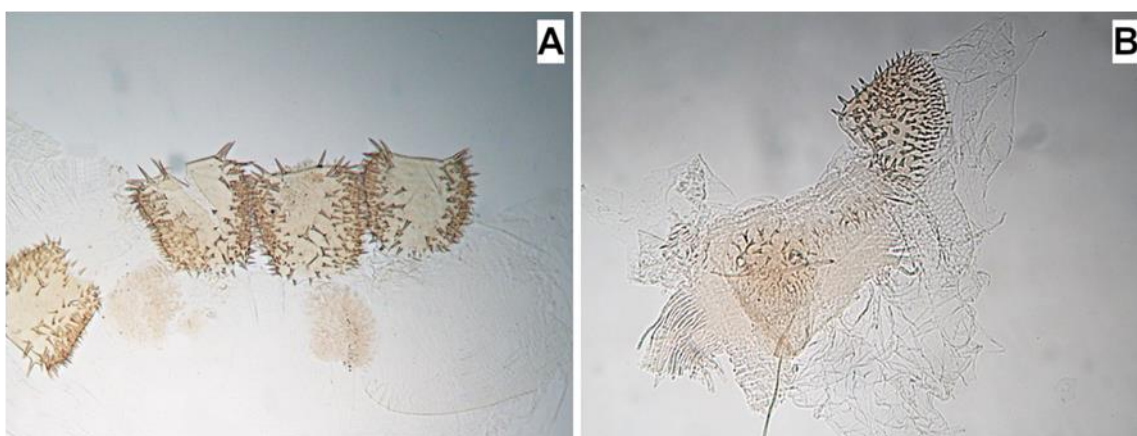


Fig. 12. Válvula entérica. A- *Grigiotermes hageni*. B- *Grigiotermes*. sp.AR.

Grigiotermes hageni (Fig.13A) (vide descrição em Bourguignon et al., 2016)

***Grigiotermes*. sp.AR** (Fig.13B) - válvula entérica possui 3 placas grandes, esclerotizadas, trapezoidais e planas, cheias de espinhos, intercaladas com 3 placas menores de igual formato, menos esclerotizadas e com menos espinhos. Talvez seja um gênero novo, mas optamos por sermos conservadores até analisarmos melhor a morfologia externa e do tubo digestivo.

Humutermes krishnai (vide descrição em Bourguignon et al., 2016), (Fig. 14).



Fig. 14. Válvula entérica de *Humutermes*

Gênero *Longustitermes* (ver descrição em Bourguignon et al., 2010).



Fig. 15- Válvula entérica de *Longustitermes*. **A-** *Longustitermes manni*. **B-** *Longustitermes* sp.O. **C-** *Longustitermes* sp.P.

Longustitermes manni (Fig.15A) (vide Bourguignon et al. 2010).

***Longustitermes* sp.O** (Fig.15B) - Tíbia anterior moderadamente inflada sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fortemente armada, com espinhos aciculares inclinados na direção do fluxo intestinal e alinhados, espalhados na metade apical das pregas; pregas digitiformes e esclerotização homogênea; possui placa esclerotizada com formato retangular.

***Longustitermes* sp.P** (Fig.15C) - Tíbia anterior inflada sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fracamente armada, com espinhos aciculares na região apical das pregas; pregas elipsóides e não esclerotizada; possui uma roseta na parte basal das pregas.

Gênero *Patawatermes* (vide Bourguignon et al. 2016).

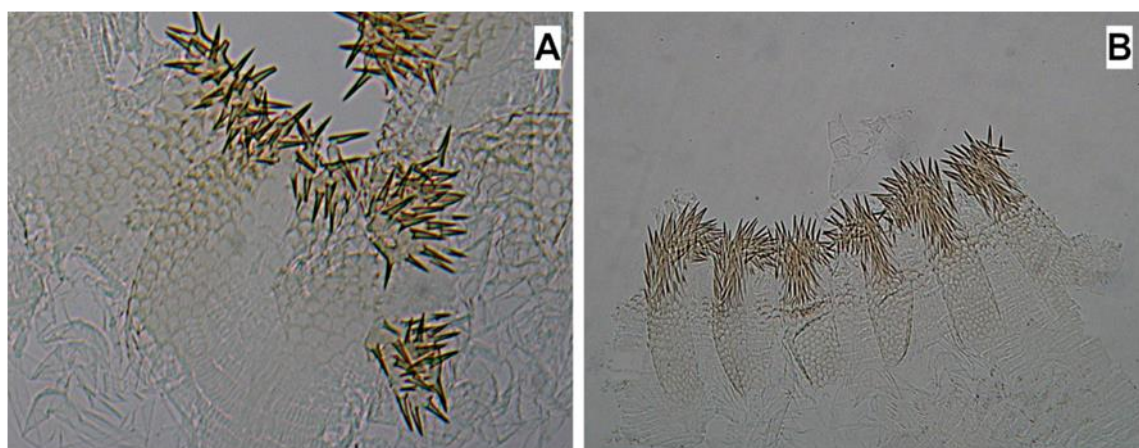


Fig. 16 - Válvula entérica de *Patawatermes*. **A-** *Patawatermes turricola*. **B-** *Patawatermes* sp.1.

Patawatermes turricola (Fig.16A) - (vide Bourguignon et al., 2016).

***Patawatermes* sp.1** (Fig.16B) - pregas densamente cobertas de espinhos muito longos no terço final, orientadas para a direção do fluxo intestinal e levemente inclinadas

para a parte mediana da prega, formando pequena crista de espinhos. Escamas de contornos nítidos na metade basal e também entre as pregas.

Rubeotermes jheringi (vide Bourguignon et al., 2016) (Fig. 17).

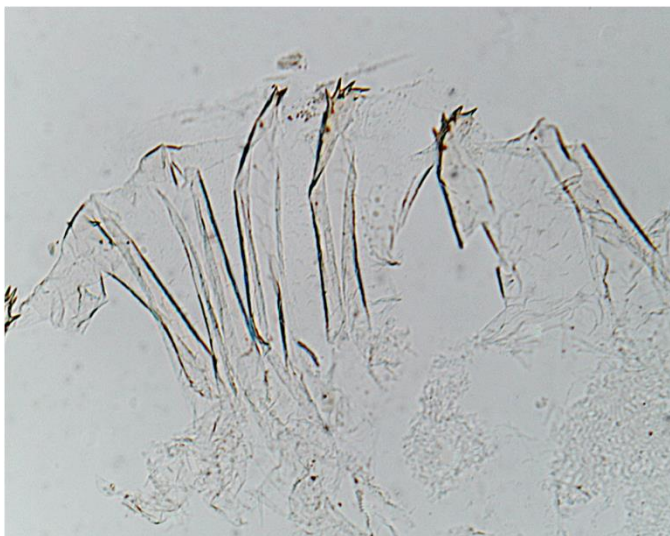


Fig. 17 - Válvula entérica de *Rubeotermes jheringi*.

Ruptitermes bandeirai (vide Acioli e Constantino, 2015), (Fig. 18



Fig -18. Válvula entérica de *Ruptitermes bandeirai*.

Tetimatermes oliveirae (vide descrição em Fontes, 1986), (Fig. 19).



Fig.19. *Tetimatermes oliveirae*. Detalhe da face interna da tíbia anterior, exibindo grande dilatação e concavidade.

Gênero G - Caracterizado por possuir espinhos curtos e grossos numa válvula entérica armada (Fig.20).

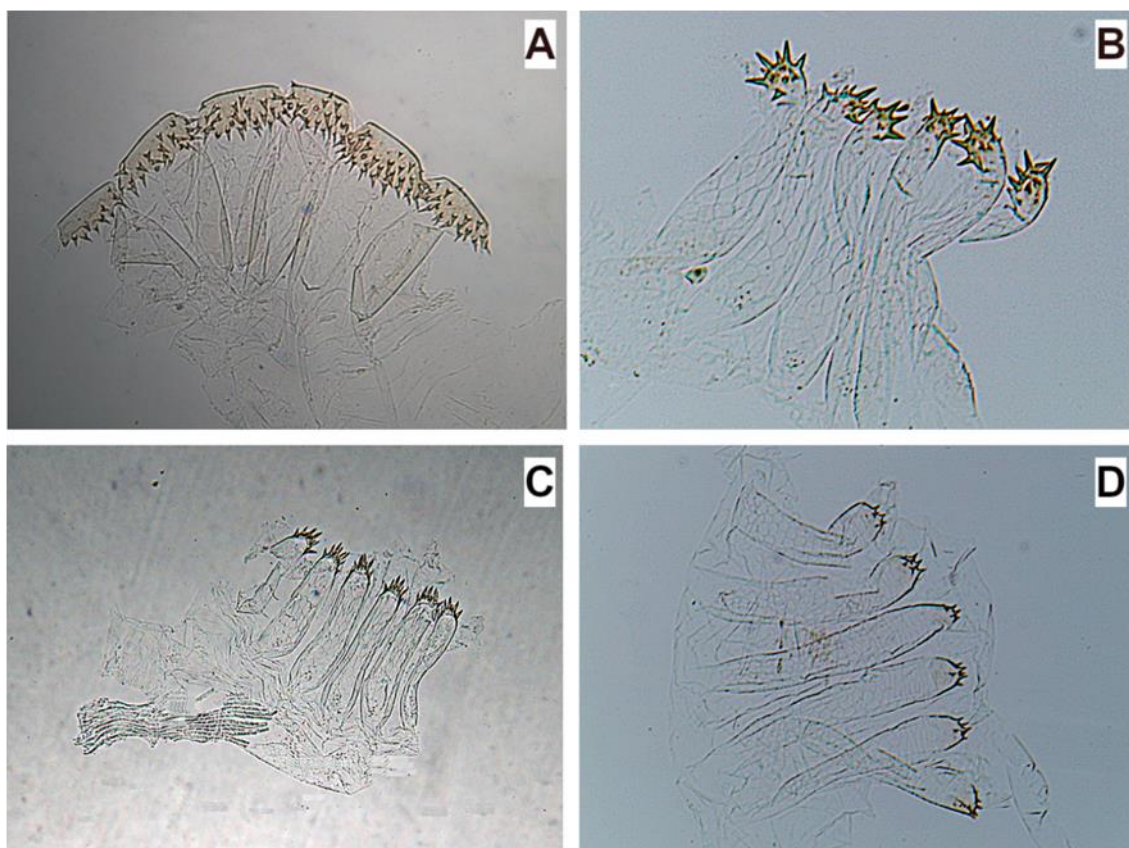


Fig.20. Válvulas entéricas de espécies do gênero G. **A-** Gen.G sp.AA. **B-** Gen.G sp.AC. **C-** Gen.G sp.AB. **D-** Gen.G sp.AD.

Gen.G sp.AA (Fig.20A) - A tíbia anterior pode ser moderadamente inflada ou não inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; o nódulo do segmento misto pode ser presente ou ausente; assentamento da válvula entérica curto e pode apresentar ou não os três lobos; válvula entérica fortemente armada com espinhos triangulares desalinhados sobre a placa esclerotizada e voltados para o lúmen;; além disso, possui um espinho curto e grosso na parte basal da prega; pregas elipsóides com esclerotização heterogênea e placa esclerotizada apical em formato trapezoidal.

Gen.G sp.AB (Fig.20C) - Tíbia anterior inflada com as duas fileiras de espinhos ausentes; íleo liso e não sinuoso com o nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fracamente armada, com presença de espinhos longos e grossos, alinhados na região apical das pregas, inclinados para a direção do fluxo intestinal; pregas digitiformes e heterogeneamente esclerotizadas.

Gen.G sp.AC (Fig.20B) - tíbia anterior inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo rugoso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fortemente armada com espinhos curtos e grossos na parte apical da prega, inclinados para a direção do fluxo intestinal ou em ângulos variáveis para a direção do lúmen; pregas digitiformes com esclerotização heterogênea, sendo esclerotizada entre os espinhos apicais e rapidamente perdendo esclerotização no restante da prega.

Gen.G sp.AD (Fig.20D) - Tíbia anterior inflada sem as duas fileiras de espinhos; íleo rugoso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica fracamente armada, com presença de espinhos longos e grossos, desalinhados na região apical das pregas, inclinados para a direção do fluxo intestinal ou em ângulos variáveis para a direção do lúmen; pregas digitiformes e não esclerotizadas, com roseta e placas esclerotizadas ausentes.

GRUPO D- definido por possuir espinhos ausentes numa válvula entérica inerme. É composto por um gênero com onze novas espécies:

Gênero *Anoplotermes* Müller 1873. (Fig.21).

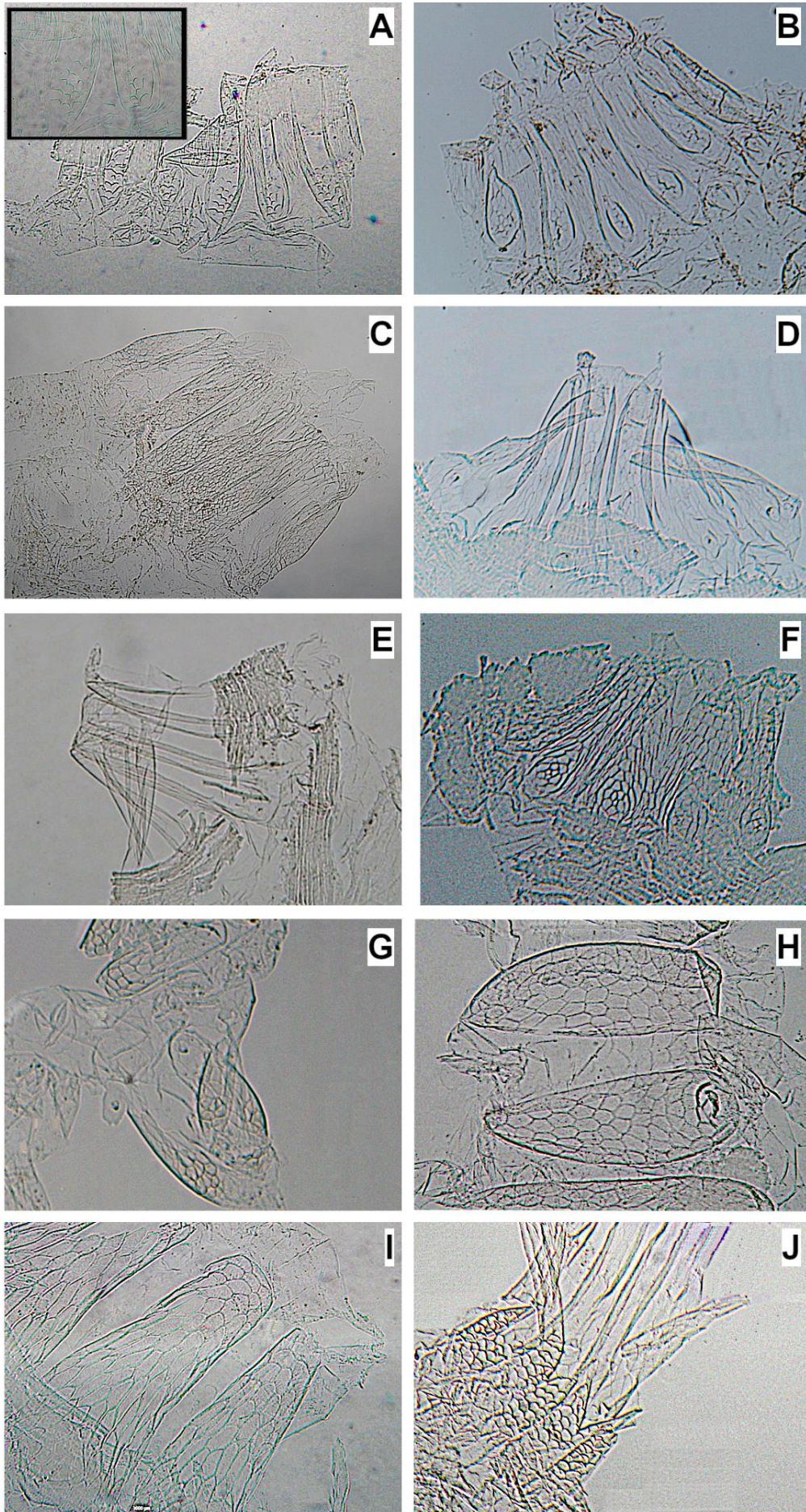


Fig. 21 Detalhes da válvula entérica. **A.** *Anoplotermes* cf. *meridianus*. O retângulo indica as escamas da base de duas pregas, em maior aumento; **B.** *Anoplotermes* sp.AE; **C.** *Anoplotermes* sp.AG; **D.** *Anoplotermes* sp.AH; **E.** *Anoplotermes* sp.AI; **F.** *Anoplotermes* sp.AJ; **G.** *Anoplotermes* sp.AL; **H.** *Anoplotermes* sp.AM; **I.** *Anoplotermes* sp.AO; **J.** *Anoplotermes* sp.I.

Anoplotermes cf. meridianus (Fig.21A) - Tíbia anterior moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica longo e com três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas digitiformes e não esclerotizada. Se diferencia das demais espécies do gênero por possuir pregas com uma base arredondada e com uma pequena porção de escamas periféricas bem evidentes e o ápice alongado.

Anoplotermes sp.AE (Fig.21B) - Tíbia anterior não inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e sem lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas piriformes e não esclerotizada; roseta presente posicionada na região sub-basal, na parte mais larga da prega. Se diferencia das demais espécies do gênero pela configuração da prega: possui uma porção bulbosa na base e afilada no ápice. Esse bulbo possui escamas bem nítidas e de formatos variados.

Anoplotermes sp.AF - Tíbia anterior inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas retangulares e não esclerotizada; roseta presente posicionada na região central da prega.

Anoplotermes sp.AG (Fig.21C) - Tíbia anterior moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica longo e sem lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas digitiformes e não esclerotizada; roseta presente posicionada na região central da prega. Se diferencia das demais espécies do gênero por possuir pregas com escamas estreitas e pequenas por toda a prega.

Anoplotermes sp.AH (Fig.21D) - Tíbia anterior moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e sem lobos; válvula entérica inerme e com um espinho em cada prega; pregas digitiformes e não esclerotizada; roseta presente posicionada na região basal da prega. Se diferencia das demais espécies do gênero por possuir a região basal da prega com escamas de formas e tamanhos diferentes, e um espinho curto e grosso na região sub-basal da prega, no centro da roseta.

Anoplotermes sp.AI (Fig.21E)- Tíbia anterior inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas

digitiformes e não esclerotizada. Se diferencia das demais espécies do gênero por não possuir escamas. As pregas são totalmente lisas.

Anoplotermes sp.AJ (Fig.21F)- Tíbia anterior moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas retangulares e não esclerotizada; roseta presente posicionada na região basal da prega. Se diferencia das demais espécies do gênero por possuir nas pregas escamas sub-hexagonais, as centrais concêntricas formando uma roseta e as escamas da parte apical são mais alongadas.

Anoplotermes sp.AK - Tíbia anterior moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e sem lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas quadrangulares e não esclerotizada; roseta ausente.

Anoplotermes sp.AL (Fig.21G)- Tíbia anterior não inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica curto e sem lobos; válvula entérica inerme e com um espinho curto e grosso na região sub-basal da prega; pregas elipsóides e não esclerotizada com escamas subquadrangulares, sendo mais presente na periferia da prega; roseta ausente.

Anoplotermes sp.AM (Fig.21H)- Tíbia anterior moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto ausente; assentamento da válvula entérica curto e com três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas elipsóides e não esclerotizadas; roseta ausente. Se diferencia das demais espécies do gênero por possuir pregas com escamas sub-quadrangulares com pequenos espinhos por toda a margem apical das escamas.

Anoplotermes sp.AO (Fig.21I)- Tíbia anterior inflada ou moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo rugoso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica pode ser curto ou longo e com ou sem os três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas retangulares e não esclerotizada; placas e roseta ausente. Se diferencia das demais espécies do gênero por possuir pregas com escamas sub-hexagonais com longos espinhos na margem apical de cada uma.

Anoplotermes sp.I (Fig.21J) - Tíbia anterior inflada ou moderadamente inflada e sem as duas fileiras de espinhos; íleo liso e não sinuoso; nódulo do segmento misto presente; assentamento da válvula entérica pode ser curto ou longo e com ou sem os três lobos; válvula entérica inerme e sem espinhos; pregas retangulares ou elipsóides. Se

diferencia das demais espécies do gênero por possuir uma grande quantidade de escamas de tamanho e disposição uniforme, com margens lisas e arredondadas, posicionadas na parte basal das pregas e o restante da prega é estreito e liso.

Gênero *Hydrecotermes* (vide em Bourguignon et al., 2016).

***Hydrecotermes* sp.AU**- válvula entérica inerte com escamas e sem a presença de espinhos; pregas elipsóides e não esclerotizadas; rosetas e placas esclerotizadas ausentes (Fig. 22).

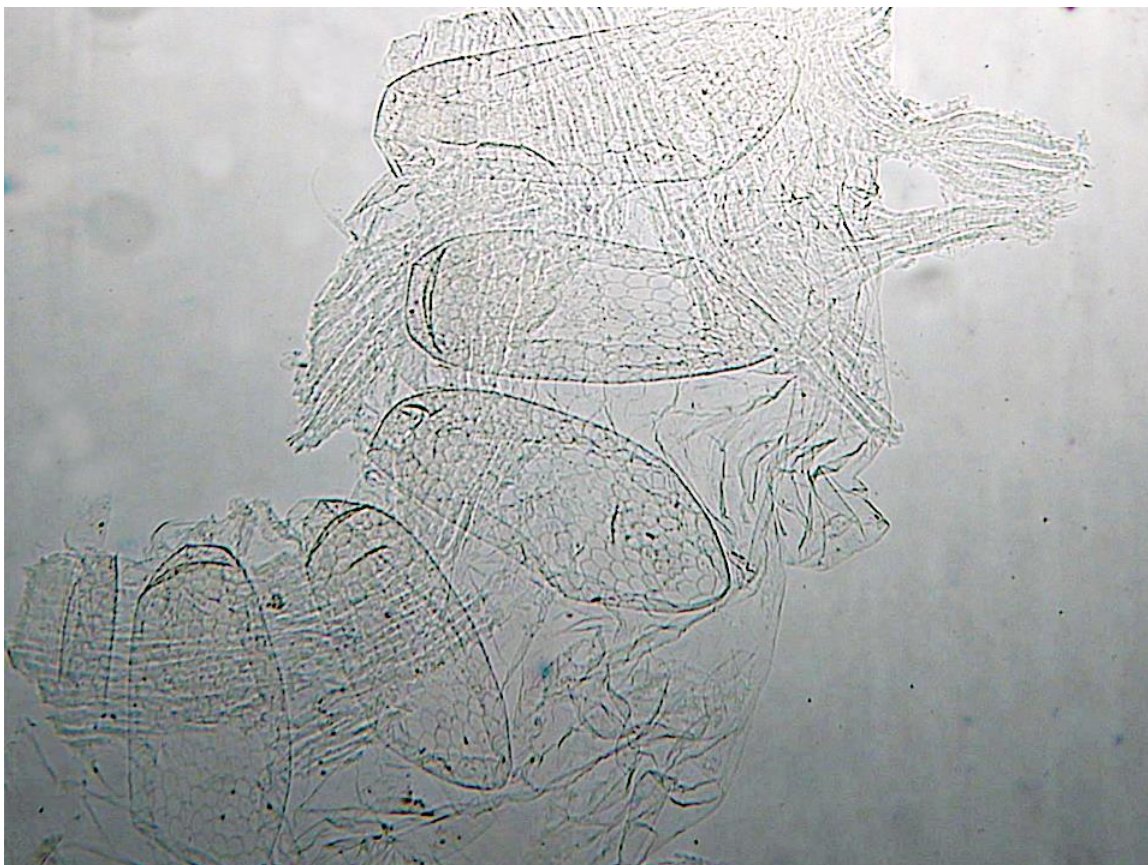


Fig.22. Válvula entérica da espécie *Hydrecotermes* sp.AU.

5. DISCUSSÃO

Devido à falta de um tratamento adequado para a subfamília Apicotermatinae, durante muito tempo a quantidade de espécies pertencentes nessa subfamília foi bastante subestimada. Essa constatação pode ser feita através da análise de trabalhos publicados algumas décadas atrás, como por exemplo, Bandeira & Torres (1985), que das 92 espécies identificadas, apenas 14 eram Apicotermatinae, representando 15% do total das amostras, ou Constantino (1991), que das 70 espécies coletadas, apenas 14 eram Apicotermatinae, 20% do total das amostras.

Recentemente, Apicotermitinae tem se tornado uma das prioridades na taxonomia de Isoptera e com isso diversos estudos taxonômicos estão sendo realizados. Carrijo (2013) realizou um estudo em Jirau (Rondônia) no qual encontrou 37 morfoespécies de Apicotermitinae, o que compreende 37% do total da coleta. Além dele, Ackerman et al. (2009), Bourguignon et al. (2011), e Palin et al. (2011) realizaram estudos na Amazônia e encontraram 30%, 35% e 50% das espécies amostradas pertencentes a essa subfamília, respectivamente. Todos esses resultados mostram que houve um avanço no esforço de delimitação de espécies de Apicotermitinae, advindo principalmente com a popularização da análise do tubo digestivo dos operários, principalmente da válvula entérica (Davies et al. 2003).

Para a separação dos táxons, optamos por, sempre que possível, escolher características discretas, do tipo presença/ausência, tais como: presença de espinhos nas tíbias anteriores; espinhos e rosetas nas válvulas entéricas. A presença e estado do segmento misto e a forma do assentamento da válvula entérica foram importantes para a separação de grupos de espécies parecidas. Posteriormente, será necessário revisar os caracteres escolhidos para a delimitação desses grupos, a fim de compreender melhor o valor informativo dessas estruturas.

No presente estudo, foi corroboramos outros trabalhos taxonômicos (e.g. Constantini, 2018a) que afirmam que a válvula entérica possui uma grande importância para a taxonomia dos Apicotermitinae. Porém, ela não é a única característica utilizada como diagnose para a subfamília, pois existem poucas características exclusivas de uma espécie. Sendo assim, a delimitação de espécies ocorre através de combinações exclusivas de características (Constantini, 2018a).

Foi gerado um bando de imagens contendo 18 fotografias de válvula entérica de Apicotermitinae. As imagens estão armazenadas no Google Drive e em backups locais, devidamente identificadas por seu número de tombo e táxon. Com a migração do banco de dados da Coleção de Isoptera do Museu de Biodiversidade Tauari para o programa Specify as imagens serão associadas às amostras correspondentes para integração e facilitação de consulta. Este trabalho será feito pelo curador da Coleção de Isoptera, prof. Danilo Oliveira.

Uma das maiores dificuldades ao longo do trabalho foi delimitar as espécies de Apicotermitinae, principalmente do gênero *Anoplotermes*. As espécies desse gênero possuem um padrão de válvula entérica muito parecido e com pouca ornamentação e esclerotização o que dificulta o estabelecimento dos limites de variação interespecíficos.

Além disso, essas espécies possuem uma morfologia externa muito parecida, sendo necessário o estudo de caracteres de difícil visualização. Diante disso, neste trabalho, as espécies agrupadas no gênero *Anoplotermes* precisam ser revistas, com análise de mais caracteres e do material genético, pois não é possível determinar, com segurança, a identidade de algumas espécies.

Neste estudo, 34 morfoespécies não se enquadram na descrição taxonômica de nenhuma espécie descrita até o momento, e oito conjuntos de espécies, aqui propostos como gêneros, ainda não foram descritos. Todos esses novos táxons serão posteriormente descritos e publicados.

Esse trabalho já está iniciado. Já estamos em fase avançada de descrição de ao menos um gênero e espécie novos, o Gen.X sp.1. O material já foi separado, estudado, medido, ilustrado, comparado com o acervo do Museu de Zoologia da USP, que tem a maior coleção de cupins da América Latina, e o material-tipo escolhido e separado. Para isso, fizemos uma visita ao MZUSP, levamos duplicatas do material para ser incorporado à Coleção de Isoptera. Também usamos a infraestrutura do MZUSP para fazer as fotografias e medições, com a ajuda da co-autora Dr^a Joice Constantini. Pretendemos submeter o manuscrito para publicação em breve.

6. CONCLUSÃO

O estudo comparativo realizado neste trabalho oferece uma perspectiva de quais caracteres morfológicos são importantes para a delimitação das espécies, destacando o uso da válvula entérica e os espinhos presentes nas tíbias anteriores.

O estudo do tubo digestivo de todas as espécies permitiu concluir que a subfamília Apicotermitinae é muito variável na ornamentação da válvula entérica mas com pouca variação nas demais estruturas. Ao fim, foram encontradas 45 espécies, sendo 34 delas não descritas. Esse grande número de espécies mostra a importância dessa subfamília.

Nosso trabalho segue a mesma tendência de outros estudos que dão um melhor tratamento para a fauna de Apicotermitinae, identificando uma alta diversidade de espécies e alta proporção de táxons novos.

Além disso, este estudo teve como objetivo ser o ponto de partida para a análise taxonômica dos Apicotermitinae da Coleção de Isoptera do Museu de Biodiversidade Tauari. Conseguimos identificar todo o material, identificando os táxons já descritos e separando os táxons novos. Os estudos futuros do GISA (Grupo de Pesquisa em Insetos

Sociais Amazônicos) poderão agora selecionar alguns desses grupos já separados e prosseguir com as atividades de descrição dos mais de 40 novos táxons encontrados.

REFERÊNCIAS

ACIOLI A. N & CONSTANTINO R. 2015. A taxonomic revision of the neotropical termite genus *Ruptitermes* (Isoptera, Termitidae, Apicotermitinae). *Zootaxa* 4032:451–492.

ACKERMAN, I. L., CONSTANTINO, R., GAUCH, JR, H. G., LEHMANN, J., RIHA, S. J. & FERNANDES, E. C. M. 2009. Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in Central Amazonia. *Biotropica* 41:226–233.

AMORIM, D. DE S. Fundamentos de Sistemática Filogenética. 2002. Fundamentos de sistemática filogenética. ed. Ribeirão Preto, Holos Editora e Sociedade Brasileira de Entomologia, 154p.

ARAÚJO, R.L. 1977. Catálogo dos Isoptera do Novo Mundo Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.

ARIAS, R., CHEVALIER, C., ROISIN, Y., 2020. Anatomical specializations of the gizzard in soil-feeding termites (Termitidae, Apicotermitinae): Taxonomical and functional implications. *Arthropod Structure & Development*. 57: 100942.

AZEVEDO, R.A. de, DAMBROS, C. de S. & MORAIS, J.W. de. 2019. A new termite species of the genus *Dihoplotermes* Araujo (Blattaria, Isoptera, Termitidae) from the Brazilian Amazonian rainforest. *Acta Amazonica*, 49, 17–23.

BANDEIRA, A. G. & MACAMBIRA, M. L. J. 1988. Térmitas da Carajás, Estado do Pará, Brasil: composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia*, 4:175-190.

BANDEIRA, A. G. & TORRES, M. F. P. 1985. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia* 2:13–38.

BANDEIRA, A.G & VASCONCELLOS, A. 2002. A quantitative survey of termites in a gradient of disturbed highland forest in Northeastern Brazil (Isoptera). *Sociobiology*, v.39, p.429- 439.

BOURGUIGNON, T., LEPONCE, M. & ROISIN, Y. 2011. Beta-Diversity of termite assemblages among primary French Guiana rain forests. *Biotropica* 43:473–479.

BOURGUIGNON, T., SCHEFFRAHN, R. H., KŘEČEK, J., NAGY, Z. T., SONET, G., e ROISIN, Y. 2010. Towards a revision of the Neotropical soldierless termites (Isoptera: Termitidae): redescription of the genus *Anoplotermes* and description of *Longustitermes*, gen. nov. *Invertebrate systematics*, 24(4):357-370.

BOURGUIGNON, T., SCHEFFRAHN, R. H., NAGY, Z. T., SONET, G., HOST, B., e ROISIN, Y. 2016. Towards a revision of the Neotropical soldierless termites (Isoptera: Termitidae): 118 redescription of the genus *Grigiotermes* Mathews and description of five new genera. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 176(1):15-35.

BOURGUIGNON, T., SCHEFFRAHN, R. H., NAGY, Z. T., SONET, G., HOST, B., e ROISIN, Y. 2016. Towards a revision of the Neotropical soldierless termites (Isoptera: Termitidae): 118 redescription of the genus *Grigiotermes* Mathews and description of five new genera. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 176(1):15-35.

- BRAGA, C. 2015. Estrutura de comunidade e taxonomia de gafanhotos Acridoidea (Orthoptera: Caelifera) em uma floresta primária na flona de Caxiuanã, Pará, Brasil. 177pp.
- BROWN, J. H. & LOMOLINO, M. V. 1998. *Biogeography*. Sunderland, Massachusetts (Sinauer Associates, Inc. Publishers) (2nd ed., p. 691).
- BUYK, B. 1999. Taxonomists are an endangered species in Europe. *Nature*, 401: 321.
- CANCELLO, E. M., & SCHLEMMERMEYER, T. (1999) Isoptera. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX (ed. By Brandão, R. F.; Canello, E. M.), pp. 82-91. São Paulo, FAPESP.
- CARRIJO, T. F. 2013. Estudo da termitofauna (Insecta, Isoptera) da região da alto Rio Madeira, Rondônia. 143 pp.
- CARRIJO, T. F., SCHEFFRAHN, R. H., e KŘEČEK, J. 2015. *Compositermes bani* sp. n. (Isoptera, Termitidae, Apicotermatinae), a new species of soldierless termite from Bolivia. *Zootaxa*, 3941(2), 294-298.
- CASTRO D, Scheffrahn RH, Carrijo TF. (2018) *Echinotermes biriba* , um novo gênero e espécie de cupim sem soldados da Amazônia colombiana e peruana (Termitidae, Apicotermatinae). *ZooKeys* 748 : 21–30.
- CASTRO D, SCHEFFRAHN RH, CARRIJO TF. 2018. *Echinotermes biriba*, a new genus and species of soldierless termite from the Colombian and Peruvian Amazon (Termitidae, Apicotermatinae). *ZooKeys*, (748), 21.
- CASTRO, D., CONSTANTINI, J. P., SCHEFFRAHN, R. H., CARRIJO, T. F., e CANCELLO, E. M. 2020. *Rustitermes boteroi*, a new genus and species of soldierless termites (Blattodea, Isoptera, Apicotermatinae) from South America. *Zookeys*, 922: 35–49.
- CNPq (2012). Programa de Capacitação em Taxonomia - PROTAX. Disponível em ><https://www.gov.br/cnpq/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/protax>< . Acessado em : 27 de Outubro de 2021.
- CONSTANTINI, J. 2018a. Estudos Taxonômicos dos Apicotermatinae da Mata Atlântica. 214 pp.
- CONSTANTINI, J., JANEI, V., COSTA-LEONARDO, A. M., & CANCELLO, E. M. 2020. *Dissimulitermes*, a new soldierless termite genus (Blattaria: Isoptera: Termitidae: Apicotermatinae) from the Neotropics and the histology of its dehiscent organ. *Insect Systematics & Evolution*, v. 1, n. aop, p. 1-16.
- CONSTANTINI, J.P., CARRIJO, T.F., PALMA-ONETTO, V., SCHEFFRAHN, R., CARNOHAN, L.P., ŠOBOTNÍK, J. & CANCELLO, E.M. 2018b. *Tonsuritermes*, a new soldierless termite genus and two new species from South America (Blattaria: Isoptera: Termitidae: Apicotermatinae). *Zootaxa*, 4531 (3), 383.
- CONSTANTINO, R. 1991. Termites (Isoptera) from the lower Japurá River, Amazonas State, Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia* 7:189–224.
- CONSTANTINO, R. 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. Pp. 319–333 in Scariot, A. O. et al. (ed.). *Biodiversidade, ecologia, e conservação do cerrado*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- CONSTANTINO, R. 2012. Biodiversidade e Conservação, p. 311-321 In: Rafael, J.A., G.A.R. Melo., C.J.B. de Carvalho., S.A. Casari & R. Constantino (Eds.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos, 796p.

- CONSTANTINO, R. 2018. Estimating global termite species richness using extrapolation. *Sociobiology*, 65, 10-14.
- CONSTANTINO, R. 2021. Catálogo on-line, (<http://www.termitologia.net/database.html>). Acesso em 27/10/2021.
- CONSTANTINO, R.; CANCELLO, E. M. 1992. Cupins (Insecta, Isoptera) da Amazônia Brasileira: Distribuição geográfica e esforço de coleta. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 52, n.;3, p. 401-413.
- CONSTANTINO, R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 40(25):387-448.
- CUNHA, H. da. 2006. Cupins (Isoptera) bioindicadores para conservação do Cerrado em Goiás. 79pp.
- DAVIES, R. G., HERNÁNDEZ, L. M., EGGLETON, P., DIDHAM, R. K., FAGAN, L. L. & WINCHESTER, N. N. 2003. Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. *Journal of Tropical Ecology* 19:509–524.
- DONOVAN, S. E., Jones, D. T., Sands, W. A. and Eggleton, P., 2000, The morphological phylogenetics of termites (Isoptera), *Biological Journal of the Linnean Society*, 70, 467–513.
- DONOVAN, S.E. 2002. A morphological study of the enteric valves of the Afrotropical Apicotermittinae (Isoptera: Termitidae). *Journal of Natural History*, 36, 1823–1840
- DUBOIS, A. 2003. The relationships between taxonomy and conservation biology in the century of extinction. *Comptes Rendus Biologies*, 326 (Supplement 1), S9–21.
- EGGLETON, P. 1999. Termite species description rates and the state of termite taxonomy. *Insectes Sociaux* 46(1): 1–5.
- EGGLETON, Paul. 2000. Global patterns of termite diversity. In: *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology*. Springer, Dordrecht. p. 25-51.
- EMBRAPA CERRADOS. 2005. Embrapa Cerrados: conhecimento, tecnologia e compromisso ambiental. Planaltina, DF, p. 7.
- EMERSON, A.E. 1925. The termites of Kartabo, Bartica District, British Guiana. *Zoologica* (New York), 6 (4): 291-459.
- ENGEL, M.S.; GRIMALDI, D.A.; KRISHNA, K. Termites (Isoptera): their phylogeny, classification, and rise to ecological dominance. 2009, *American Museum Novitates*, New York, n. 3650, p. 1-27.
- FONTES, L. R. 1986. Two new genera of soldierless Apicotermittinae from the Neotropical region (Isoptera, Termitidae). *Sociobiology*, 12(2):285-297.
- FONTES, L. R. 1992. Key to the genera of New World Apicotermittinae (Isoptera: Termitidae). In: Quintero, D., Aiello, A. (Orgs.). *Insects of Panama and Mesoamerica*. Oxford University Press. p.242-248.
- FONTES, L. R. 2007. Fritz Müller – Primeiro termitólogo do Brasil. Blumenau em Cadernos 48: 24-41.

GRASSÉ, P. P. Termitologia – Tome I, Masson: Paris, New York, Barcelone, Milan, Mexico, São Paulo, 1982. 676p.

GRASSÉ, P.P., NOIROT, C., 1954. *Apicotermes arquier*: se s constructions sa biologie. Considerations generales sur la sous familie des Apicotermitinae nov. *Ann. Sci. Nat. Zool. Biol. Anim. Ser.* 11 16, 345–388.

GUERRA-GARCÍA, J.M.; ESPINOSA, F.; GARCÍA-GOMEZ, J.C. 2008. Trends in taxonomy today: an overview about the main topics in taxonomy. *Zoologica Baetica*, 19: 15-49.

HAIFIG, Ives. Morfofisiologia das castas e forrageamento do cupim de cerrado *Velocitermes heteropterus* (Isoptera: Termitidae). 2013. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2013.

HOLMGREN, N. 1912. Termitenstudien 3. Systematik der Termiten. Die Familien Metatermitidae. *Konglia Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, 48 (4): 1–166.

IBGE. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 92p.

INKSCAPE. Draw Freely. Disponível em <<https://inkscape.org>>. Acesso em 10 de setembro de 2020.

INWARD, D.J., Vogler, A.P. e Eggleton, P. 2007. A comprehensive phylogenetic analysis of termites (Isoptera) illuminates key aspects of their evolutionary biology. *Molecular phylogenetics and evolution*, 44(3): 953–967.

KIMBALL, Spencer; MATTIS, Peter. 2013. GIMP (GNU Image Manipulation Program) versão 2.8 em <http://www.gimp.org>.

KRISHNA, K., GRIMALDI, D.A., KRISHNA, V. & ENGEL, M.S. 2013. Treatise on the Isoptera of the World: Volume 2 Basal Families. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 377, 200–623.

LEWINSOHN, T.M. & P.I. PRADO 2002. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo.

LIMA, T. A.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E. PINTO, A. S. 1998. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 2, LINCOLN, R.; Boxshall, G.; Clark, P.A. A dictionary of *Ecology, Evolution and Systematics*. Cambridge University Press, Cambridge, 298p.

LOMOLINO, M. V. 2004. Conservation biogeography. In M. V. Lomolino & L. R. Heaney (Eds.), *Frontiers of Biogeography: new directions in the geography of nature* (pp. 293–296). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

LOPES, S. F; DO VALE, V. S.; SCHIAVINI, E. I. 2009. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 695-704.

MAGNAGO, H., SILVA, M. T. M.; FONZAR, B. C. Vegetação. In: PROJETO RADAMBRASIL, Folha SE.22 - Goiânia. Rio de Janeiro: 1983. p.577-636.

MATHEWS, A. G. A. 1977. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. *Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, RJ. 267 pp.

MULLER, F. 1873. Beiträge zur Kenntniss der Termiten. II. Die Wohnungen unserer Termiten. *Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft* 7, 341–358.

NOIROT C. The gut of termites (Isoptera). 2001. Comparative anatomy, systematics, phylogeny. II. Higher termites (Termitidae). *Ann Soc Entomol Fr*; 37:431–71.

NOVAES, A. S. S. et al. *Pedologia*. 1983. In: PROJETO RADAMBRASIL, Folha SE.22 - Goiânia. Rio de Janeiro. p.413-576.

OLIVEIRA, D.E. 2009. Estrutura espacial da assembleia de cupins (Isoptera) em cerrado *sensu stricto* do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. 49pp.

PALIN, O. F., EGGLETON, P., MALHI, Y., GIRARDIN, C. A. J., ROZAS-DÁVILA, A. & PARR, C. L. 2011. Termite diversity along an Amazon-Andes elevation gradient, Peru. *Biotropica* 43:100–107.

PENNY, N.D. & ARIAS, J.R. 1982. *Insects of an Amazon forest*. Columbia University Press, New York.

RAFAEL J. A., AGUIAR. A. P., AMORIM. D. S. 2009. Knowledge of Insect Diversity in Brazil: Challenges and Advances. *Neotropical Entomology* 38(5):565-570.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In *Cerrado: ecologia e flora* (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina. p.151 -212.

ROCHA, M.M., CUEZZO, C., CONSTANTINI, J.P., OLIVEIRA, D.E., SANTOS, R.G., CARRIJO, T.F., CANCELLO, E.M. 2019. Overview of the morphology of Neotropical termite workers: history and practice. *Sociobiology* 66, 1-32.

ROISIN, Y. Diversity and evolution of caste patterns. 2000. In: ABE, T; BIGNELL, D. E.; HIGASHI, M. (eds.) *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. London: Kluwer Academic Publishers. pp. 95-119.

SANDS, W. A. 1972. The soldierless termites of Africa (Isoptera: Termitidae). *Bulletin of the British Museum of Natural History, Entomological Supplement* 18: 1–244.

SANDS, W. A. 1998. *The identification of worker castes of termite genera from soils of Africa and the Middle East*. CAB International, 500 pp

SANTOS, C. D & CARBAYO, F. 2021. Taxonomy as a political statement: the Brazilian case. *Zootaxa*, v. 5047, n. 1, p. 92-94.

SCHEFFRAHN, R. H., & VASCONCELLOS, A. 2020. *Tauritermes bandeirai*: A new drywood termite (Isoptera, Kalotermitidae) from the Caatinga and Atlantic Forest of Brazil. *ZooKeys*, 954, 75

SCHEFFRAHN, R.H. 2013. *Compositermes vindai* (Isoptera: Termitidae: Apicotermatinae), a new genus and species of soldierless termite from the Neotropics. *Zootaxa*, 3652 (3), 381–391.

SCHEFFRAHN, R.H., CARRIJO, T.F., POSTLE, A.C. & TONINI, F. 2017. *Disjunctitermes insularis*, a new soldierless termite genus and species (Isoptera, Termitidae, Apicotermatinae) from Guadeloupe and Peru. *ZooKeys*, 665, 71–84.

SEMAD. 2020. SEMAD- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Goiás.

STORK, N.E., 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there 1094 on Earth? *Annu. Rev. Entomol.* 63: 31–45.

THOMAS, J. A. 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 339-57.

WÄGELE, H.; KLUSMANN-KOLB, A.; KUHLMANN, M.; HASZPRUNAR, G.; LINDBERG, D.; Koch, A.; WÄGELE, J. W. 2011. The taxonomist - an endangered race. A practical proposal for its survival. *Frontiers in Zoology*, 8(25): 1-7.

WHEELER, Q.D.; RAVEN, P.H.; WILSON, E.O. 2004. Taxonomy: Impediment or Expedient? *Science*, 303: 285.

APÊNDICE

Lista de material examinado.

Abaixo estão as amostras cuja identidade foi confirmada com o exame da válvula entérica e seus respectivos números de tombo na Coleção de Isoptera do Museu de Biodiversidade Tauari:

Anoplotermes sp.AE - CZM- 2070. *Anoplotermes* sp.AF - CZM- 1973. *Anoplotermes* sp.AG - CZM- 1094; CZM- 1867; CZM- 1919. *Anoplotermes* sp.AH - CZM- 2025. *Anoplotermes* sp.AI; CZM- 1537. *Anoplotermes* sp.AJ - CZM- 1166. *Anoplotermes* sp.AK - CZM- 353. *Anoplotermes* sp.AL - CZM- 1984. *Anoplotermes* sp.AM - CZM- 1943. *Anoplotermes* sp.AO - CZM- 1393; CZM- 1979; CZM- 2024; CZM- 768. *Anoplotermes* sp.I - CZM- 1040; CZM- 1055; CZM- 1547; CZM- 1870; CZM- 1910; CZM- 2056; CZM- 682. *Anoplotermes* cf. *meridianus* - CZM- 1164; CZM- 1878; CZM- 2029. *Aparatermes* *silvestrii* - CZM- 529. *Aparatermes* sp. - CZM- 1206. *Compositermes* *vindai* - CZM- 1283. *Disjunctitermes* sp. - CZM- 1023; CZM- 2038. *Echinotermes* sp.n.1 - CZM- 466; CZM- 635. *Echinotermes* sp.n.2 - CZM- 483. GenA sp.A - CZM- 1511; CZM- 1922. GenA sp.B - CZM- 2000. GenA sp.C - CZM- 766. GenB sp.AQ - CZM- 1933; CZM- 1987; CZM- 2042. GenC sp.G - CZM- 1359; CZM- 1936. GenC sp.H - CZM- 811. GenE sp.J - CZM- 1025; CZM- 1167; CZM- 1597; CZM- 1980; CZM- 2018; CZM- 2025; CZM- 681; CZM- 725. GenE sp.K - CZM- 1335. GenE sp.L - CZM- 1543; CZM- 1841. GenE sp.M - CZM- 1894. GenG sp.AA - CZM- 1923; CZM- 1975; CZM- 2031. GenG sp.AC - CZM- 1941. GenH sp.AB - CZM- 818. GenH sp.AD - CZM- 655. GenH sp.T - CZM- 715; CZM- 809. GenH sp.X - CZM- 2010. GenI sp.Q - CZM- 2048. GenI sp.R - CZM- 1859. GenL sp.AP - CZM- 1504. GenN sp.AS - CZM- 1012. *Grigiotermes* sp.AR - CZM- 815. *Grigiotermes* *hageni* - CZM- 463. *Humutermes* *krishnai* - CZM- 797. *Hydrecotermes* sp.AU - CZM- 1384. *Hydrecotermes* sp. - CZM- 2017; CZM- 488. *Longustitermes* sp.O - CZM- 792. *Longustitermes* sp.P - CZM- 1036; *Longustitermes* cf. *mani* - CZM- 496; CZM- 510. *Patawatermes* sp.AT - CZM- 1047. *Patawatermes* *turricola* - CZM- 1037. *Rubeotermes* *jheringi* - CZM- 1576. *Ruptitermes* cf. *bandeirai* - CZM- 723.