

ANTONIO CARVALHO DA SILVA NETO

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS APICOTERMITINAE (BLATTODEA,
ISOPTERA, TERMITIDAE) DA PARAÍBA, BRASIL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

João Pessoa - PB

2023

ANTONIO CARVALHO DA SILVA NETO

**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS APICOTERMITINAE (BLATTODEA,
ISOPTERA, TERMITIDAE) DA PARAÍBA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas da
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos
Coorientador: Dr. Maurício Martins da Rocha

João Pessoa - PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C331d Carvalho da Silva Neto, Antonio.

Diversidade e distribuição dos Apicotermítinae
(Blattodea, Isoptera, Termitidae) da Paraíba, Brasil /
Antonio Carvalho da Silva Neto. - João Pessoa, 2023.
52 p. : il.

Orientação: Alexandre Vasconcellos, Coorientação:
Maurício Martins da Rocha.

TCC (Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas) -
UFPB/CCEN.

1. Taxonomia dos apicotermítinae neotropicais. 2.
Térmitas. 3. Caatinga. 4. Floresta atlântica. 5.
Biologia. I. Vasconcellos, Alexandre. II. Rocha,
Maurício Martins da. III. Título.

UFPB/CCEN

CDU 57(043.2)

ANTONIO CARVALHO DA SILVA NETO

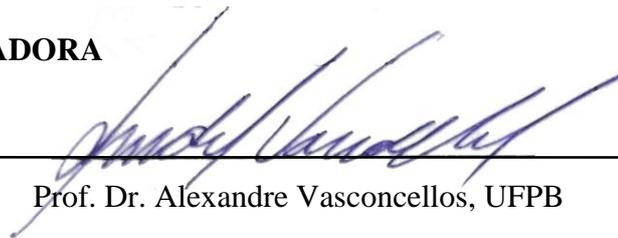
**DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS APICOTERMITINAE (BLATTODEA,
ISOPTERA, TERMITIDAE) DA PARAÍBA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas da
Universidade Federal da Paraíba

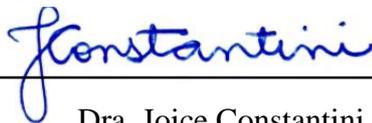
Data: 15/11/2023

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos, UFPB



Dra. Joice Constantini, USP
Documento assinado digitalmente



DANILO ELIAS DE OLIVEIRA
Data: 15/11/2023 21:55:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Danilo Elias de Oliveira, Unifesspa

Dra. Matilde Vasconcelos Ernesto, UFPB

AGRADECIMENTOS

Não teria espaço aqui para falar de cada uma das pessoas do *Labtermes* que foi especial para mim, vocês me receberam de braços abertos e me ensinaram muito, não apenas os assuntos da academia, mas principalmente o significado de amizade e companheirismo, o que vou levar para a vida toda. A todos, o meu mais sincero obrigado.

Agradeço a Sara pelos dados moleculares que utilizei nesse estudo, a Sara e Jessica pelas fotos da morfologia externa dos cupins, e a Israel e Gabriel pela ajuda com os mapas.

A minha família e amigos por todo apoio durante todos esses anos, sem vocês eu não teria conseguido.

Em especial a minha mãe, Maria Aparecida, que me criou praticamente sozinha, por me incentivar e apoiar em todas as dificuldades. Você merece todo o meu amor e admiração. Te amo.

Ao meu orientador, Alexandre Vasconcellos, uma das pessoas que mais admiro, agradeço primeiro por ter me dado a oportunidade de ser seu aluno, por todo o ensinamento e orientação. E segundo, por toda a paciência que teve comigo durante a graduação.

Ao meu coorientador, Maurício Martins da Rocha, por ter me passado parte de seu conhecimento sobre os Apicotermitinae, foi essencial para que eu começasse a gostar desse grupo fascinante e desafiador de cupins.

RESUMO

Apicotermitinae possui 57 espécies, distribuídas em 17 gêneros, na região Neotropical, porém esses números estão subestimados, uma vez que a falta de estudos com o grupo resultou em uma lacuna no conhecimento taxonômico da subfamília. Essa escassez de estudos pode ser explicada pela dificuldade de identificar as suas espécies, uma vez que os representantes neotropicais de Apicotermitinae não possuem a casta de soldado, sendo necessário o uso de caracteres internos do operário, como a válvula entérica, que exige técnicas de dissecação. Sendo assim, esse estudo teve como objetivo fazer um diagnóstico dessa subfamília para a Paraíba, apresentando um *checklist* com todos os táxons registrados no estado. Foram analisados 703 lotes de Apicotermitinae, de 35 municípios, 379 da Floresta Atlântica e 324 da Caatinga, depositados na Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba. Para isso foram utilizados caracteres da morfologia externa e interna dos operários, com a preparação de lâminas da válvula entérica. Foram encontradas 22 espécies/morfoespécies, adicionando três novos registros para o estado: *Compositermes vindai* Scheffrahn, 2013; *Grigiotermes hageni* (Snyder & Emerson, 1949); e *Mangolditermes curveileum* Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023. Nove espécies foram exclusivas da Floresta Atlântica, três exclusivas da Caatinga e 10 compartilhadas entre os dois ecossistemas. *Anoplotermes meridianus* Emerson, 1925 foi a espécie mais frequente e amplamente distribuída, sendo encontrada em 30 municípios do estado da Paraíba, em ecossistemas de Floresta Atlântica e Caatinga, representando 34% dos lotes analisados. *Anoplotermes banksi* Emerson, 1925 foi a única espécie construtora de ninho conspícuo. Esse estudo contribuiu com o conhecimento dos Apicotermitinae ao evidenciar a diversidade do grupo no estado da Paraíba, porém mais estudos são necessários para uma maior compreensão taxonômica da subfamília.

Palavras-Chave: Taxonomia; Térmitas; Caatinga, Floresta Atlântica, válvula entérica; região Neotropical.

ABSTRACT

The Apicotermitinae has 57 species, distributed in 17 genera, in the Neotropical region. However these numbers are underestimated, since the lack of studies with the group has resulted in a gap in the taxonomic knowledge of the subfamily. This scarcity of studies can be explained by the difficulty of identifying the species of this subfamily, since the neotropical representatives of Apicotermitinae do not have a soldier caste, making it necessary to use internal characteristics of the worker, such as the enteric valve, which disable techniques of dissection. Therefore, this study aimed to make a diagnosis of this subfamily for Paraíba, presenting a checklist with all taxa registered in the state. 703 batches of Apicotermitinae were analyzed, from 35 municipalities, 379 from the Atlantic Forest and 324 from the Caatinga, deposited in the Isoptera Collection of the Federal University of Paraíba. For this, the characters of the external and internal morphology of the workers were used, with the preparation of enteric valve slides. 22 species/morphospecies were discovered, adding three new records for the state: *Compositermes vindai* Scheffrahn, 2013; *Grigiotermes hageni* (Snyder & Emerson, 1949); and *Mangolditermes curveileum* Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023. Nine species were exclusive to the Atlantic Forest, three exclusives to the Caatinga and 10 shared between the two ecosystems. *Anoplotermes meridianus* Emerson, 1925 was a more frequent and widely distributed species, being found in 30 municipalities in the state of Paraíba, in the Atlantic Forest and Caatinga domain, representing 34% of the samples analyzed. *Anoplotermes banksi* Emerson, 1925 was the only conspicuous nest-building species. This study contributed to the knowledge of the Apicotermitinae of the State of Paraíba to highlight the diversity of the group in the state, but more studies are necessary for a greater taxonomic understanding of the subfamily.

Keywords: Taxonomy; Termites; Caatinga, Atlantic Forest, enteric valve; neotropical region.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

- Figura 1.** Localidade dos lotes determinados como Apicotermatinae da Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba analisados nesse estudo. Pontos: municípios do estado da Paraíba com lotes analisados. Cinza claro: Caatinga; Cinza escuro: Floresta Atlântica 16
- Figura 2.** A: Partes do tubo digestivo de um Apicotermatinae. B: Local da válvula entérica no tubo digestivo. Fonte: Imagem A: Constantini (2018); Imagem B: Krishna, et al. (2013). 17
- Figura 3.** Estiletos de madeira com agulha de acupuntura, usados para dissecar os operários de Apicotermatinae para separar e visualizar a VE. 19
- Figura 4.** Concentração das espécies e lotes de Apicotermatinae (Termitidae) por município no Estado da Paraíba da Coleção de Isoptera da UFPB. 21
- Figura 5.** Compartilhamento da composição de espécies encontradas na Caatinga (CA) e Floresta Atlântica (FA) do estado da Paraíba. 22
- Figura 6.** Distribuição das espécies de Apicotermatinae pelo Estado da Paraíba. *Anoplotermes banksi* – Apicotermatinae sp 6. 32
- Figura 7.** Distribuição de Apicotermatinae sp. 7 – *Hydrecotermes* sp. 33
- Figura 8.** Distribuição de *Hydrecotermes* sp. – *Ruptitermes reconditus* 34
- Figura 9.** Quantidade de lotes por espécie de Apicotermatinae coletados no Estado da Paraíba e depositados na Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba. 36
- Figura 10.** Ninho de *Anoplotermes banksi* em remanescente de Floresta Atlântica na cidade de João Pessoa/PB. O machado possui cerca de 30 cm de comprimento. 36
- Figura 11:** Número de espécies de Apicotermatinae por municípios no estado da Paraíba. 37
- Figura 12.** A-E: *Anoplotermes meridianus*. A: Vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C: V.E. padrão, D: V.E. com as escamas levemente apagadas e E: V.E. com muitas escamas na base. 37
- Figura 13.** *Anoplotermes banksi*. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Anoplotermes* sp. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica. 38
- Figura 14.** *Aparatermes silvestrii*. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Aparatermes* sp. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica. 39
- Figura 15.** *Aparatermes* sp. 1. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: Apicotermatinae sp. 1. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica. 40

Figura 16. Apicotermitinae sp. 6. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: Apicotermitinae sp. 7. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.	41
Figura 17. Apicotermitinae sp. 8. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: Apicotermitinae sp. 9. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.	42
Figura 18. <i>Compositermes vindai</i> . A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C: válvula entérica, D: anel com placas esclerotizadas na luz da pança. E-H: <i>Grigiotermes hageni</i> . E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.	43
Figura 19. <i>Grigiotermes</i> sp. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: <i>Humutermes krishnai</i> . E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.	44
Figura 20. <i>Hydrecotermes</i> sp. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: <i>Hydrecotermes</i> sp. 1. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G: válvula entérica.	45
Figura 21. <i>Longustitermes</i> sp. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: <i>Mangolditermes curveileum</i> . E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.	46
Figura 22. <i>Ourissotermes giblinorum</i> . A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: <i>Rustitermes boteroi</i> . E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais caracteres morfológicos utilizados para a determinar as espécies.	18
Tabela 2. Espécies e morfoespécies de Apicotermitinae registradas para a Floresta Atlântica (FA) e Caatinga (CA) do estado da Paraíba.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS	14
	2.1 Objetivo geral	14
	2.2 Objetivos específicos.....	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
	3.1 Área de estudo	14
	3.2 Análise de lotes.....	15
	3.3 Determinação das espécies.....	15
	3.4 Imagens e material examinado.....	19
	3.5 Notas sobre as espécies registradas na Paraíba	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1	Diversidade e distribuição.....	20
	4.2 Notas sobre as espécies registradas na Paraíba	23
	4.2.1 <i>Anoplotermes banksi</i> Emerson, 1925	23
	4.2.2 <i>Anoplotermes meridianus</i>, Emerson, 1925	23
	4.2.3 <i>Anoplotermes</i> sp.	24
	4.2.4 <i>Aparatermes silvestrii</i> (Emerson, 1925)	25
	4.2.5 <i>Aparatermes</i> sp	25
	4.2.6 <i>Aparatermes</i> sp. 1	26
	4.2.7 Apicotermatinae sp. 1.....	26
	4.2.8 Apicotermatinae sp. 6.....	26
	4.2.9 Apicotermatinae sp. 7.....	27
	4.2.10 Apicotermatinae sp. 8.....	27
	4.2.11 Apicotermatinae sp. 9.....	28
	4.2.12 <i>Compositermes vindai</i> Scheffrahn, 2013	28
	4.2.13 <i>Grigiotermes hageni</i> (Snyder & Emerson, 1949).....	28

4.2.14	<i>Grigiotermes</i> sp.....	29
4.2.15	<i>Humutermes krishnai</i> Bourguignon & Roisin, 2016	29
4.2.16	<i>Hydrecotermes</i> sp.	29
4.2.17	<i>Hydrecotermes</i> sp. 1	29
4.2.18	<i>Longustitermes</i> sp.....	30
4.2.19	<i>Mangolditermes curveileum</i> Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023	30
4.2.20	<i>Ourissotermes giblinorum</i> Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023	30
4.2.21	<i>Rustitermes boteroi</i> Constantini, Castro & Scheffrahn 2020	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Térmitas (Blattodea, Isoptera) são insetos eussociais, o que significa que suas colônias apresentam sobreposição de geração, divisão de tarefas através de um sistema de castas, onde há castas estéreis (soldados e operários, basicamente) e reprodutoras (rei e rainha, basicamente), e cuidado com os juvenis (Wilson, 1971). No geral, a casta dos operários forrageia e realiza a manutenção da colônia, os soldados participam ativamente da defesa, enquanto os reprodutores povoam a colônia e produzem as novas gerações de reis e rainhas (Krishna et al., 2013; Wilson, 1971)

Atualmente existem 2.972 espécies de térmitas não-fósseis descritas no mundo, em 314 gêneros de nove famílias (Archotermopsida, Hodotermitidae, Kalotermitidae, Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Stolotermitidae, Stylotermitidae e Termitidae) (Constantino, 2023). A família mais diversa é Termitidae, com cerca de 70% de todas as espécies existentes, possuindo oito subfamílias: Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Syntermitinae, Termitinae, Cubitermitinae, Foraminitermitinae, Macrotermitinae e Sphaerotermitinae, das quais, apenas as quatro primeiras ocorrem na região neotropical (Krishna et al. 2013; Constantino, 2023).

A subfamília Apicotermitinae é composta por 225 espécies em todo o mundo, distribuídas em 55 gêneros, com 59 espécies em 19 gêneros na região Neotropical (Constantino, 2023). Essa subfamília foi proposta por Grassé & Noirot (1955) com o gênero tipo africano *Apicotermes* (Holmgren, 1912), sendo a descrição baseada principalmente nos caracteres morfológicos do tubo digestivo.

Tendo em vista que poucos gêneros foram incluídos em Apicotermitinae no trabalho de Grassé e Noirot (1955), a proposta de subfamília ainda não havia sido amplamente adotada e os seus gêneros eram classificados como Termitinae (Emerson, 1959). Outros gêneros foram inseridos na antiga subfamília Amitermitinae (sinônimo júnior de Termitinae) (Snyder, 1949).

Sands (1972), após a revisão dos cupins sem soldado da Etiópia, delimitou com maior clareza a subfamília e desde então essa classificação foi amplamente adotada, sendo a subfamília recuperada como monofilética em diversas análises filogenéticas de Apicotermitinae (Bourguignon et al., 2016; Inward et al. 2007).

Em estudo desenvolvido por Noirot (2001), o autor reconheceu três grupos de Apicotermitinae, usando como base características do tubo digestivo: o Grupo *Apicotermes* (exclusivamente Etiópico), Grupo *Anoplotermes* (Etiópico e Neotropical), caracterizado pela ausência da casta de soldado (com exceção do gênero *Firmitermes* Sjöstedt, 1926); e o Grupo

Speculitermes (exclusivamente oriental), com os representantes possuindo a casta dos soldados. É consenso que a subfamília Apicotermatinae é monofilética, porém os grupos definidos por Noirot (2001) podem não ser válidos.

O primeiro gênero de Apicotermatinae descrito na região neotropical foi *Anoplotermes* Müller, 1873, e diversos estudos posteriores para a região Neotropical, desenvolvidos pelos termitólogos por Filippo Silvestri, Alfred E. Emerson e Thomas E. Snyder, incluíam todas as novas espécies de cupins sem soldados neste gênero. No final da década de 70 e início de 80 outros gêneros foram descritos: *Grigiotermes* Mathews, 1977, *Ruptitermes* Mathews 1977, *Aparatermes* Fontes, 1986 e *Tetimatermes* Fontes, 1986.

O trabalho de Bourguignon e colaboradores (2010) marcou o início da fase em que os Apicotermatinae neotropicais começaram a receber a atenção dos termitólogos e a quantidade de trabalhos taxonômicos começou finalmente a aumentar. Em contraste com o século anterior, em menos de 15 anos, a diversidade de gêneros dos Apicotermatinae neotropicais passou de cinco para 21 gêneros: *Compositermes* Scheffrahn 2013, *Amplucratermes* Bourguignon & Roisin 2016, *Humutermes* Bourguignon & Roisin 2016, *Hydrecotermes* Bourguignon & Roisin 2016, *Patawatermes* Bourguignon & Roisin 2016, *Rubeotermes* Bourguignon & Roisin 2016, *Disjunctitermes* Scheffrahn 2017, *Tonsuritermes* Canello & Constantini 2018, *Rustitermes* Constantini, Castro & Scheffrahn 2020, *Dissimulitermes* Constantini & Canello 2020 e *Echinotermes* Castro & Scheffrahn 2020, *Hirsutitermes* Scheffrahn, Carrijo & Castro 2023, *Kreckitermes* Scheffrahn, Carrijo & Castro 2023, *Mangolditermes* Scheffrahn, Carrijo & Castro 2023 e *Ourissotermes* Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023.

A maior parte dos trabalhos sobre Apicotermatinae no estado da Paraíba apresenta determinações em nível de morfoespécies, é o caso de um estudo realizado em um remanescente de Floresta Atlântica na cidade de João Pessoa/PB, o qual registrou sete morfoespécies e nenhuma determinação em nível específico (Bandeira et al., 1998). Em áreas de Floresta Atlântica no estado da Paraíba, estudos registraram cinco espécies: *Humutermes krishnai*, *Ourissotermes giblinorum*, *Rustitermes boteroi*, *Ruptitermes reconditus* e *Anoplotermes banksi* (Sena et al., 2003; Vasconcellos, 2010; Ernesto et al., 2014; Araújo et al., 2015; Constantini, 2018; Castro et al., 2020; Carrijo et al., 2023). Para áreas de Caatinga, as informações são mais escassas, mostrando registros de três a seis morfoespécies, sendo duas em nível específico, *Aparatermes silvestrii* e *Ruptitermes reconditus* (Araújo et al., 2015; Vasconcellos & Moura, 2014; Vasconcellos, 2010).

Nesse contexto, conhecer a taxonomia dos Apicotermatinae neotropicais é de grande importância para a termitologia. Ademais, elucidar o *status* taxonômico das morfoespécies do

estado da Paraíba contribuirá para melhorar a compreensão da biodiversidade deste táxon em parte da Caatinga e Floresta Atlântica, de modo a contribuir com estudos de outras áreas das Ciências Biológicas, como ecologia e biogeografia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um diagnóstico taxonômico dos térmitas da subfamília Apicotermatinae no estado da Paraíba.

2.2 Objetivos específicos

1. Construir um *checklist* das espécies de Apicotermatinae que ocorrem no estado da Paraíba.
2. Estimar o número de novos táxons, incluindo gêneros e espécies.
3. Fotografar em alta resolução todas as espécies, incluindo as imagens das estruturas anatômicas internas indispensáveis para a determinação dos táxons.
4. Construir mapas com a distribuição das espécies, determinando os “pontos quentes” da biodiversidade do grupo no estado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no estado da Paraíba, que possui uma área geográfica de 56.467,242 km² e está localizado no Nordeste do Brasil. Dois domínios são encontrados na Paraíba, a Floresta Atlântica, localizada na faixa litorânea do estado e a Caatinga, que ocupa cerca de 90% do território paraibano (IBGE, 2023).

Originalmente, a Floresta Atlântica ocupava cerca de 15% do território brasileiro, indo do Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, abrangendo 17 Estados (SOS Mata Atlântica, 2023; MMA, 2000). No entanto, desde o início da colonização do Brasil pela Europa, a Floresta Atlântica sofreu com a intensa extração de seus recursos naturais tais como madeira, lenha e carvão e também devido a ação da pecuária, agricultura e urbanização sendo reduzida a apenas 7,6% da sua área original (Morellato & Haddad, 2000).

A Caatinga ocupa 11% do território brasileiro e cerca de 90% do território paraibano, ocupando o sertão semiárido do estado (Silva, Barbosa, Leal & Tabareli, 2017). A temperatura no domínio da caatinga varia de 25 a 30°C e a precipitação varia entre 600 e 1.000 mm de chuva por ano na maior parte da Caatinga, algumas áreas podem receber mais ou menos chuva devido as condições específicas (Silva, Barbosa, Leal & Tabareli, 2017). A substituição dos ecossistemas naturais por ecossistemas antrópicos é a principal ameaça para a Caatinga, sendo responsável por modificar 63,6% do seu território, junto com o desmatamento, que já afeta 34,1% da área do domínio. A soma desses fatores com o clima semiárido faz com que 94% da Caatinga seja suscetível a desertificação (Silva, Leal & Tabareli, 2017; Silva & Barbosa, 2017).

3.2 Análise de lotes

O material analisado está depositado na Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. Esse material é o resultado de diversas coletas pelo estado da Paraíba (Fig. 1) em áreas de Floresta Atlântica (Brejos de Altitude foram considerados áreas de Floresta Atlântica nesse estudo) e Caatinga, situadas em 35 municípios. Foram priorizadas as áreas com menos lotes determinados de Apicotermatinae, visando mapear ao máximo a diversidade desse grupo para o estado da Paraíba. Os lotes determinados como *Ruptitermes reconditus* não foram vistos, uma vez que já existe uma revisão desse gênero com chave de identificação (Acioli, 2007)

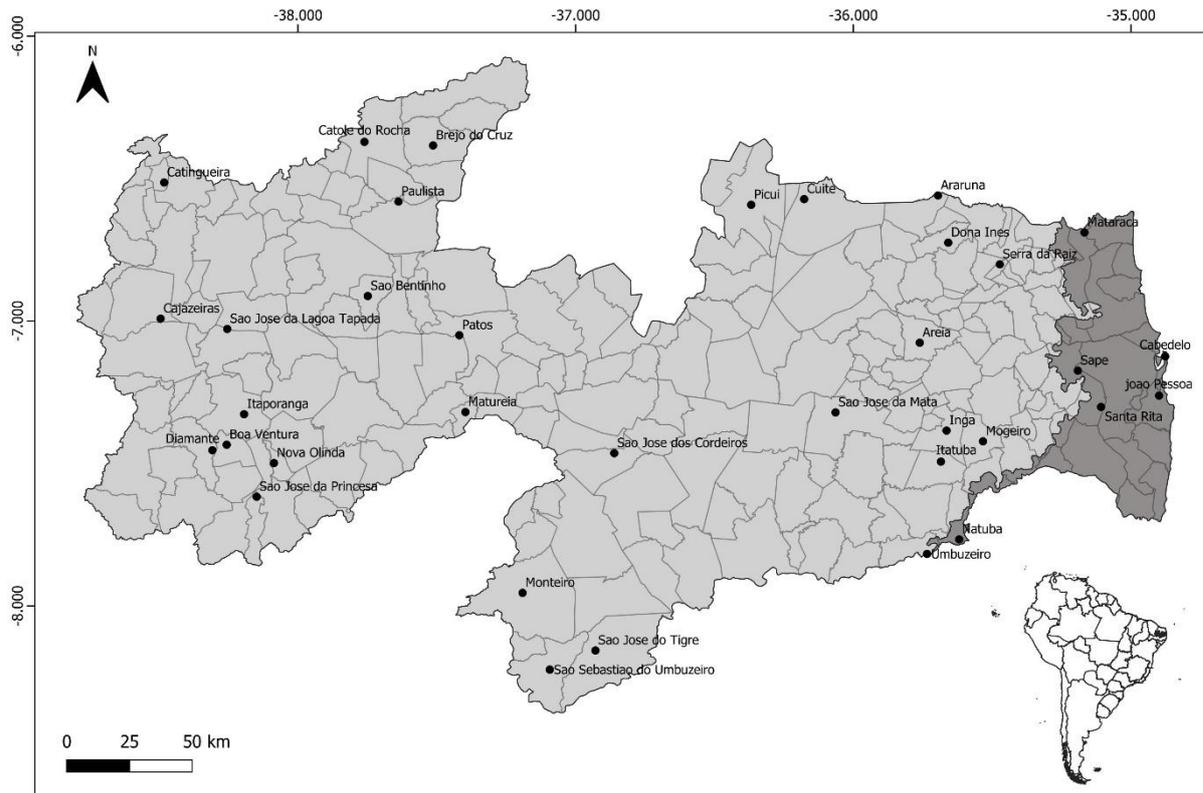
3.3 Determinação das espécies

Para determinar as espécies de Apicotermatinae foram utilizados caracteres da cabeça, tórax e principalmente do abdômen dos térmitas da casta dos operários. Para tanto, foi utilizada a terminologia de Noirot (2001) para os segmentos do intestino: Mesêntero (M), íleo (P1), válvula entérica (V.E.), assentamento da válvula entérica (A.V.E.) e Pança (P3).

Uma estrutura que tem sido muito utilizada na identificação dos Apicotermatinae é a válvula entérica, estrutura interna, localizada entre os segmentos intestinais P1 e P3 nos cupins (Noirot, 2001) (Fig.2). Entretanto, a válvula entérica sozinha não é suficiente para a determinação de todas as espécies de Apicotermatinae, uma vez que há casos em que a V.E. é pouco ornamentada. Além disso, pode ocorrer convergência evolutiva de válvula entérica entre espécies do mesmo gênero e até entre gêneros diferentes. Sendo assim, é recomendado o uso

de outras características taxonômicas tais como a presença de espinhos na tíbia e sua forma (inflada ou não) e os caracteres do sistema digestivo como o segmento misto e o assentamento da V.E. (Tabela 1).

Figura 1. Localidade dos lotes determinados como Apicotermítinae da Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba analisados nesse estudo. Pontos: municípios do estado da Paraíba com lotes analisados. Cinza claro: Caatinga; Cinza escuro: Floresta Atlântica



Para a visualização das características externas e do enrolamento do intestino, os espécimes foram examinados em placa de Petri, sempre imersos no álcool 80%, e visualizados através de estereomicroscópio.

Para examinar as válvulas entéricas é necessária a dissecação dos espécimes. Para isso, foram utilizados estiletos de madeira montados com agulhas finas (Fig. 3). Para abrir o abdômen e separar as estruturas do restante do trato digestório, a estrutura foi montada em lâmina com glicerina, coberta com lamínula e examinada no microscópio.

Figura 2. A: Partes do tubo digestivo de um Apicotermatinae. B: Local da válvula entérica no tubo digestivo.
 Fonte: Imagem A: Constantini (2018); Imagem B: Krishna, et al. (2013).

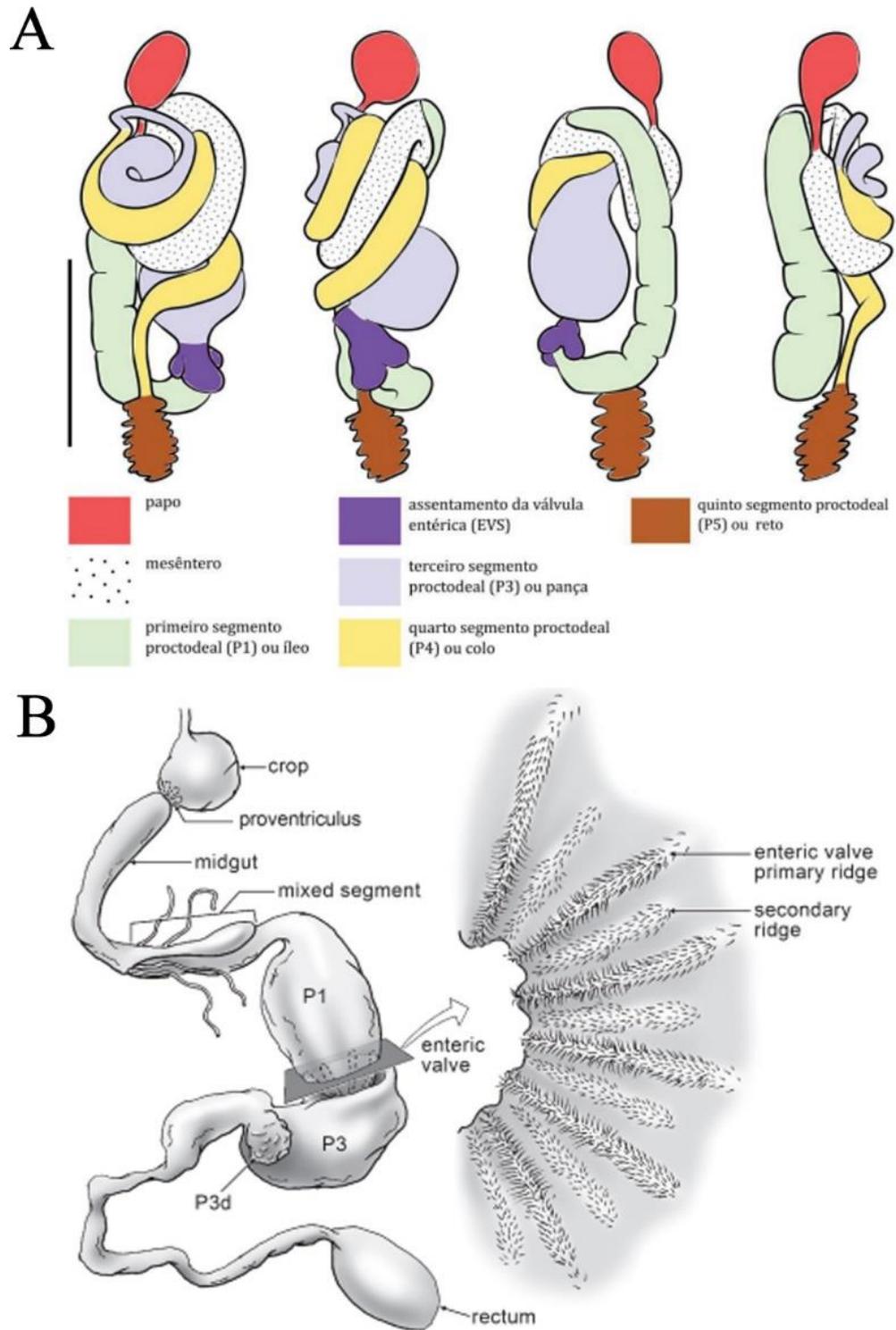


Tabela 1. Principais caracteres morfológicos utilizados para a determinar as espécies.

	Estrutura	Caracteres observados
Cabeça	Pós-clípeo	Forma
	Cápsula cefálica	Forma/pilosidade
Tórax	Pernas	Tamanho
	Tíbia anterior	Forma (inflada ou não)
Abdômem	P1	Tamanho/Forma
	Segmento misto	Comprimento
	Lingueta mesentérica	Forma/Presença
	A.V.E.	Forma/Presença
	V.E.	Ornamentação

O processo de dissecação se inicia com o operário posicionado numa placa de Petri com álcool e com a região do intestino onde se encontra a V.E. (entre o P1 e P3) visível para o operador. Em seguida, o A.V.E. deve ser separado do restante do intestino através de um corte transversal no P3 e outro corte transversal no P1, dessa forma o segmento onde a V.E. está localizada pode ser retirado intacto. Se os cortes forem feitos muito próximos ao A.V.E., a V.E. pode ser danificada e perder parte de sua ornamentação junto de tecidos que vão ser descartados.

Após a separação da V.E. e dos segmentos adjacentes do restante do intestino, se inicia a fase de limpeza e retirada da musculatura da V.E. Nessa fase, o máximo possível do material dentro do segmento deve ser retirado. Essa limpeza é feita através de batidas suaves por todos os lados do tubo digestivo até que reste apenas os tecidos do segmento. A V.E. possui uma forte musculatura que a recobre e atrapalha a visualização de sua ornamentação, por isso essa musculatura deve ser retirada. Isso pode ser feito pressionando a V.E. contra o fundo da placa de Petri até que ela se desprenda do tecido, quando será possível ver um espaço entre a musculatura e o tecido da V.E. Utilizando os estiletes e pinças, esse tecido deve ser puxado até sair totalmente. Após retirar a musculatura, a V.E. deve ser aberta com um corte longitudinal, isso pode ser feito colocando a agulha reta do estilete dentro do tubo da V.E., em seguida pressiona-se a válvula com o outro estilete fazendo um corte longitudinal. A V.E. limpa e aberta deve ser colocada em uma lâmina com uma gota de glicerina. O estilete pode ser usado para

coletar a V.E. da placa de Petri e depositá-la na lâmina com glicerina, em seguida, deve ser colocada a lamínula por cima da lâmina e levada ao microscópio óptico para visualização da estrutura.

Figura 3. Estiletes de madeira com agulha de acupuntura, usados para dissecar os operários de Apicotermatinae para separar e visualizar a VE.



3.4 Imagens e material examinado

As imagens da morfologia externa dos operários foram feitas usando uma câmera digital do modelo Leica DFC450, acoplada a um esteriomicroscópio Leica M205. Para as imagens da válvula entérica foi utilizado um microscópio óptico Zeiss Primo Star com câmera digital acoplada.

Os lotes determinados como *Ruptitermes* não foram revisados nesse trabalho, porém como a espécie *Ruptitermes reconditus* ocorre na Paraíba, optamos por adicionar uma prancha com imagens do operário e da VE.

3.5 Notas sobre as espécies registradas na Paraíba

Informações adicionais sobre cada uma das espécies registradas na Paraíba estão presentes entre os resultados deste estudo, incluindo o material examinado, registro de *DNA-barcoding*, notas de campo e comparações/comentários taxonômicos, incluindo caracteres morfológicos internos e externos. Em alguns casos, as “notas de campo” foram suprimidas quando não haviam informações. As comparações com outros táxons ficaram restritas àqueles encontrados na Paraíba, apresentando primeiro as diferenças morfológicas externas mais evidentes e, em seguida, as diferenças nos caracteres da morfologia interna.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diversidade e distribuição

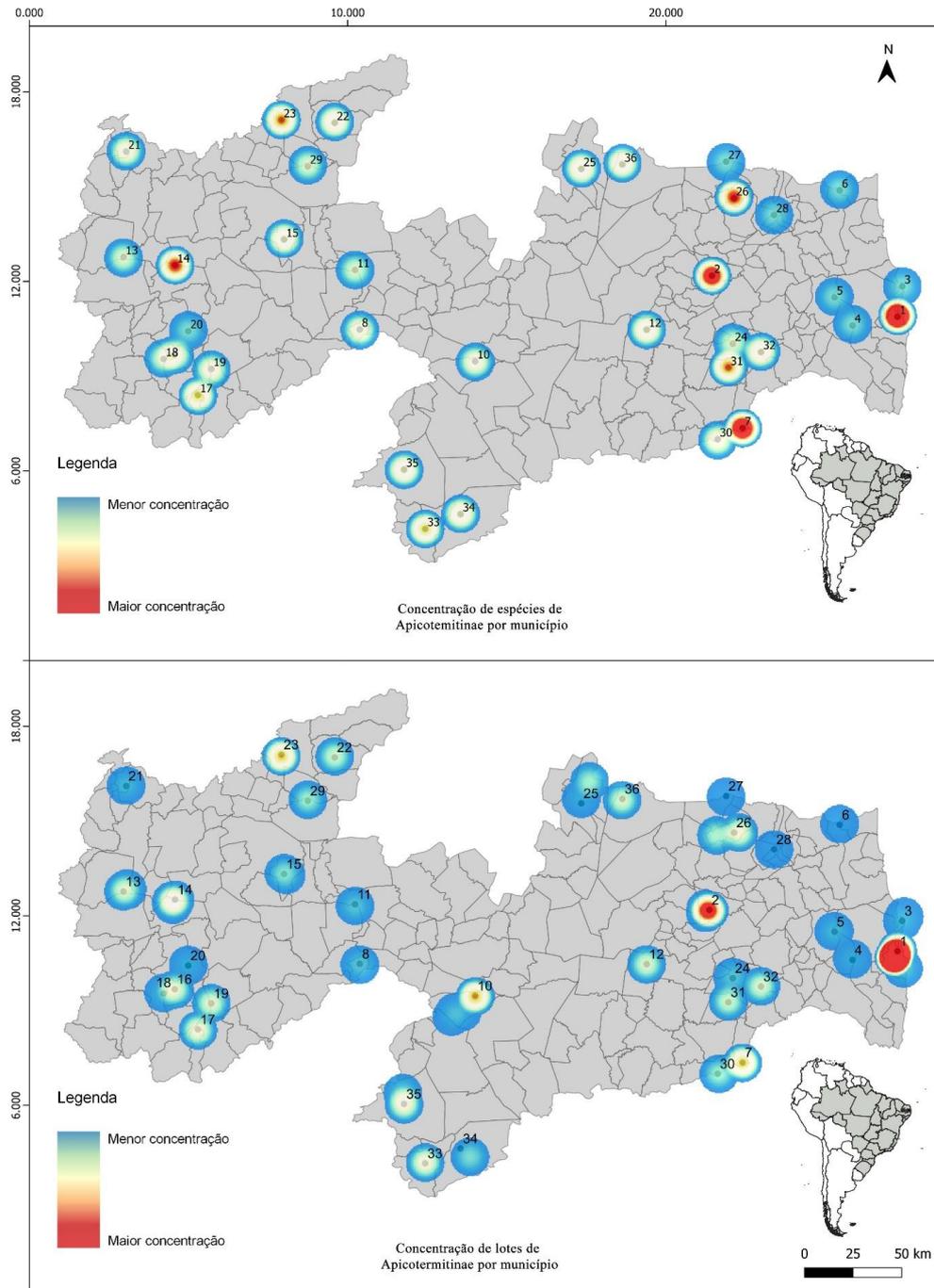
A Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba abriga 1068 lotes determinados como Apicotermatinae para a Paraíba. Um total de 713 lotes foram analisados e morfotipados no presente estudo, sendo 387 de áreas de Floresta Atlântica, incluindo os Brejos de Altitude, e 326 de áreas de Caatinga. Os lotes analisados foram oriundos de 35 municípios (Fig. 1), sendo oito em áreas de Floresta Atlântica e 27 em Caatinga. João Pessoa foi o município com mais lotes da Floresta Atlântica analisado, com 288 (40,9%), e a maior diversidade de espécies registradas, 14 das 22 encontradas (Figs. 4 e 11). Para a Caatinga, o município São José dos Cordeiros foi o que teve mais lotes analisados, 38 (5,4%) do total, sendo os municípios Dona Inês e São José da Lagoa Tapada mais diversos com sete espécies (Figs. 4 e 11).

Dos lotes analisados, 434 (60,8%) foram determinados em nível de espécie, 107 (15%) em nível de gênero e 125 (17,5%) em nível de subfamília. No total, 22 espécies de Apicotermatinae foram registradas para a Paraíba, sendo dez determinadas em nível específico e 12 em nível de gênero e subfamília (Tabela 2). Dessas, 13 foram encontradas na Caatinga, sendo três exclusivas, e 19 em Floresta Atlântica, com nove espécies exclusivas (Fig. 5).

A espécie com maior registro de ocorrência na Paraíba foi *Anoplotermes meridianus*, representando 243 (34%) dos lotes, sendo encontrado com frequência na Caatinga, em 30 municípios, e na Floresta Atlântica, em quatro municípios. Seguida por Apicotermatinae sp. 8, com 64 (8,9%) lotes em área de Caatinga, e *Rustitermes boteroi*, com 49 (6,8%) lotes

encontrados nos dois domínios (Fig. 9 e Tabela 2). *Anoplotermes banksi* foi a única espécie coletada em ninhos conspícuos, sendo possível determinar que ela foi a espécie construtora e não inquilina de ninhos de outras espécies (Fig. 10).

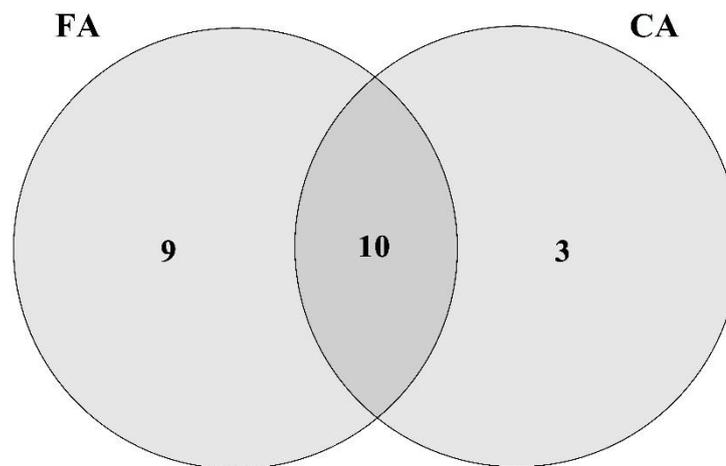
Figura 4. Concentração das espécies e lotes de Apicotermatinae (Termitidae) por município no Estado da Paraíba da Coleção de Isoptera da UFPB.



Localidades: Municípios em área de **Floresta Atlântica**: 1- João Pessoa, 2- Areia, 3- Cabedelo, 4- Santa Rita, 5- Sapé, 6- Mataraca, 7- Natuba e 8- Maturéia; Municípios em área de **Caatinga**: 9- Mamanguape, 10- São José dos

Cordeiros, 11- Patos, 12- São José da Mata, 13- Cajazeiras, 14- São José da Lagoa Tapada, 15- São Bentinho, 16- Boa Ventura, 17- São Jose da Princesa, 18- Diamante, 19- Nova Olinda, 20- Itaporanga, 21- Catingueira, 22- Brejo do Cruz, 23- Catolé do Rocha, 24- Ingá, 25- Picuí, 26- Dona Inês, 27- Araruna, 28- Serra da Raiz, 29- Paulista, 30- Umbuzeiro, 31-Itatuba, 32- Mogeiro, 33- São Sebastião do Umbuzeiro, 34- São José do Tigre, 35- Monteiro e 36- Cuité.

Figura 5. Compartilhamento da composição de espécies encontradas na Caatinga (CA) e Floresta Atlântica mais Brejos de altitude (FA) do estado da Paraíba.



Existem quatro espécies, pertencentes a quatro gêneros, já registradas para a Paraíba: *Anoplotermes banksi*, *Ourissotermes giblinorum*, *Rustitermes boteroi* e *Ruptitermes reconditus* (Vasconcellos et al., 2010; Constantino, 2023; Carrijo et al, 2023). *Anoplotermes meridianus* e *Humutermes krishnai* já haviam sido registrados por Constantini (2018) (Tabela 2). Este estudo ainda adiciona três novos registros de Apicotermatinae para o estado: *Compositermes vindai*, *Grigiotermes hageni* e *Mangolditermes curveileum*. (Tabela 2)

A Caatinga apresentou três espécies exclusivas, Apicotermatinae sp. 6, Apicotermatinae sp. 8 e Apicotermatinae sp. 9, sugerindo a ocorrência de térmitas desta subfamília adaptados às características do semiárido, ou seja, a ecossistemas com forte variação sazonal do regime pluviométrico e baixa umidade do solo em boa parte do ano (Vasconcellos et al., 2010). Além disso, como registrado para os outros grupos de Isoptera que ocorrem na Caatinga, é possível que essas espécies também sejam compartilhadas com o Cerrado (Vasconcellos, observação pessoal), porém só uma análise comparativa entre esses domínios poderá revelar isso.

Parte dos lotes do gênero *Hydrecoptermes* e *Aparatermes* não foram determinados em nível específico devido à baixa variação morfológica interna e externa. Mesmo as

características da V.E. variam pouco entre as espécies desses dois gêneros não sendo efetiva na determinação das espécies. Técnicas moleculares podem ajudar a esclarecer o real *status* taxonômico dessas morfoespécies (Carrijo et al, 2023), além de amostras já identificadas de outras coleções para comparações.

Os caracteres morfológicos externos e, principalmente, internos das morfoespécies *Anoplotermes* sp., *Grigiotermes* sp., *Longustitermes* sp. e das morfoespécies determinadas em nível de subfamília indicam que são espécies e gêneros novos, respectivamente, uma vez que não foi encontrada nenhuma espécie correspondente em outros estudos.

Quanto à espécie *Anoplotermes meridianus*, a sua ampla distribuição espacial, juntamente com a plasticidade morfológica encontrada na sua V.E. e complexidade de delimitação do gênero *Anoplotermes*, sugerem que estudos futuros com essa espécie poderão resultar em novos táxons.

4.2 Notas sobre as espécies registradas na Paraíba

4.2.1 *Anoplotermes banksi* Emerson, 1925 (Fig. 6 e 13 A-D)

Barcoding: Mitochondrion sequence - OQ999258. Castro, D., Constantini, J. P., Canello, E. M., Roisin, Y. and Scheffrahn, R. H.

Material examinado: BRASIL. **Paraíba:** João Pessoa: CIUFPB-57, 104, 170, 219, 224, 268, 283, 312, 5809, 5814, 5816-5819, 5821, 5822, 5825-5829, 5832, 5833, 5835, 5841, 5846, 5990, 8797, 10025 e 10027. **Santa Rita:** CIUFPB-9930, 9931. **Natuba:** CIUFPB-12175

Notas de Campo: Ninhos arborícolas, geralmente na base do tronco das árvores, a poucos metros do chão, ou na serapilheira.

Comentários/Comparações: Na Paraíba, essa espécie pode ser facilmente determinada quando coletada em seu ninho devido à ausência desse tipo de construção para outras espécies de Apicotermatinae. O padrão de roseta das escamas e espinhos na região mais distal das pregas da V.E. separa *Anoplotermes banksi* de outras espécies do mesmo gênero.

4.2.2 *Anoplotermes meridianus*, Emerson, 1925 (Fig. 6 e 12)

Barcoding: mitochondrion sequence – OQ999266. Castro, D., Constantini, J. P., Canello, E. M., Roisin, Y. and Scheffrahn, R. H.

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Araruna:** CIUFPB-11936; **Areia:** CIUFPB-1114, 1129, 1144, 1196, 1218, 1228, 5280–5283, 5285–5288, 5290, 9748–9750, 9756, 9776, 9777, 9782 e 9783; **Boa Ventura:** CIUFPB-11215–11219, **Brejo do Cruz:** CIUFPB-11373–11377; **Cajazeiras:** CIUFPB-8815–8822, 8827; **Catingueira:** CIUFPB-11258; **Catolé do Rocha:** CIUFPB-11378–11382; **Cuité:** CIUFPB-11888–11892 e 11899; **Diamante:** CIUFPB-11229 e 11249; **Dona Inês:** CIUFPB-11884–11887, 11900; **Ingá:** CIUFPB-11679, 11878 e 11879; **Itatuba:** CIUFPB-12154–12157; **João Pessoa:** CIUFPB-314, 328, 347, 358, 443, 450, 665, 684, 698, 699, 700, 713, 723, 729, 751, 752, 765, 767, 774, 787, 790, 800, 803, 830, 2509, 2513, 2514, 2518, 2522, 2523, 2525, 2526, 5810–5812, 5820, 5823, 5830, 5831, 5837, 5839, 5842, 5843, 5847, 5857, 5869, 5870, 5883, 5890, 5898, 5899, 5904, 5907, 5917, 5919, 5921, 5925, 5932, 5969, 5972, 5973, 5976, 5978, 5981, 5983, 5991, 5995, 5996, 6010, 6011, 6016, 10024, 10026, 10028–10030, 10034, 10035 e 10039; **Maturéia:** CIUFPB-1252; **Mogeirol:** CIUFPB-12167–12171, **Monteiro:** CIUFPB-12285–12295, 12300, 12323 e 12324; **Natuba:** CIUFPB-12178–12186; **Nova Olinda:** CIUFPB-11233, 11247 e 11248; **Patos:** CIUFPB-2301; **Paulista:** CIUFPB-11960 e 11962; **Picuí:** CIUFPB-11893–11898; **São Bentinho:** CIUFPB-9624, 9655 e 9658; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-8878–8881, 8883, 8886, 9498, 9503, 9513, 9536, 9540, 9540, 9559, 9575 e 9592; **São José da Mata:** CIUFPB-3143, 3150, 3157–3159; **São José da Princesa:** CIUFPB-11228, 11231, 11232, 11250–11255; **São José do Tigre:** CIUFPB-12317 e 12318; **São José dos Cordeiros:** CIUFPB-1993–1995, 2001, 2003, 2006, 2007, 2011–2013, 2018, 4683 e 4686; **São Sebastião do Umbuzeiro:** CIUFPB-1230–12304 e 12316; **Serra da Raiz:** CIUFPB-11937; **Umbuzeiro:** CIUFPB-12145 e 12146.

Comentários/Comparações: *Anoplotermes meridianus* exibiu grande variação na V.E. (fig. 11 C, D e E). As escamas da porção distal das pregas da V.E. podem estar inconspícuas ou levemente conspícuas (Fig. 11 E). Em área de Caatinga, além das formas comentadas anteriormente, pode-se encontrar uma variedade de *A. meridianus* de corpo levemente maior que as demais e com pregas com mais escamas que aqueles coletados na Floresta Atlântica (Fig. 11 E).

4.2.3 *Anoplotermes* sp. (Fig. 6 e 13 E–H)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-1154, 1168, 1207, 5278, 5279, 5289, 9807, 9824. **Cabedelo:** CIUFPB-1453. **João Pessoa:** CIUFPB-10, 155, 176, 181, 469, 488, 2517, 5813, 5815, 5824, 5834, 5840, 5849, 5850, 5931, 10068, 11643 e 11819. **Natuba:** CIUFPB-12204 e 12205.

Notas de Campo: Encontrado no solo e em ninhos de *Microcerotermes* spp.

Comentários/Comparações: Semelhante a *Anoplotermes banksi*, podendo ser diferenciado pela V.E. Possui um único espinho na porção distal no centro de cada prega e as escamas não convergem para o centro (formando uma roseta) como em *A. banksi*.

4.2.4 *Aparatermes silvestrii* (Emerson, 1925) (Figs. 6 e 14 A-D)

Barcoding: COI - OR514433. CIUFPB (Acesso ainda não foi liberado)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Boa Ventura:** CIUFPB-11220–11223. **Brejo do Cruz:** CIUFPB-11362. **Catolé do Rocha:** CIUFPB: 11363–11372. **Cuité:** CIUFPB-11906. **Diamante:** CIUFPB-11234. **Dona Inês:** CIUFPB: 11901–11904. **Itaporanga:** CIUFPB-11235 e 11236. **Itatuba:** CIUFPB-12152 e 12153. **Mogéiro:** CIUFPB-12163–12166. **Monteiro:** CIUFPB-12296–12298. **Natuba:** CIUFPB-12176 e 12177. **Nova Olinda:** CIUFPB-11237–11242. **Picuí:** CIUFPB-11905. **São José da Princesa:** CIUFPB-11243–11245. **São Sebastião do Umbuzeiro:** CIUFPB-12305 e 12306. **Umbuzeiro:** CIUFPB-12144.

Comentários/Comparações: *Aparatermes silvestrii* é muito semelhante a *Aparatermes* sp no tamanho e morfologia do tubo digestivo, mas pode ser diferenciado por possuir duas fileiras organizadas de espinhos na tíbia anterior, enquanto *Aparatermes* sp possui cerdas grossas esparsas. Na Paraíba, apenas *A. silvestrii* e *Rustitermes boteroi* apresentam duas fileiras de espinhos bem organizadas. As duas espécies podem ser separadas pela largura da tíbia anterior, não inflada em *A. silvestrii* e inflada em *R. boteroi* e pelo formato do assentamento da V.E., trilobado em *A. silvestrii*, e tubular em *R. boteroi* e pelo padrão da V.E.

4.2.5 *Aparatermes* sp (Figs. 6 e 14 E-H)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-5544–5546, 9753 e 9754; **João Pessoa** CIUFPB-2511, 5777, 5786–5789, 5791, 5794, 5795, 10059 e 10060

Comentários/Comparações: Ver comentários para *Aparatermes silvestrii*. É semelhante a *Mangolditermes curveileum* por possuir cerdas longas e curtas na tíbia anterior e um assentamento da V.E. trilobado, mas pode ser diferenciado por possuir poucos pêlos na cápsula cefálica, tíbia levemente mais fina e orientação dos espinhos na porção distal das pregas da V.E: espinhos voltados para o íleo em *Aparatermes* sp., e espinhos voltados para o P3 em *M. curveileum* (Ver Carrijo, et al. 2023).

4.2.6 *Aparatermes* sp. 1 (Figs. 6 e 15 A-D)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Cabedelo:** CIUFPB-5852; **Natuba:** CIUFPB-12194

Comentários/Comparações: São menores que outros *Aparatermes* comentados nesse estudo. A V.E. de *Aparatermes* sp. 1 apresenta os espinhos voltados para o P1 como em outras espécies, mas com escamas levemente esclerotizadas em volta deles.

4.2.7 *Apicotermatinae* sp. 1 (Figs. 6 e 15 E-H)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **João Pessoa:** CIUFPB-5746–5749, 5751–5755, 10031 e 11817.

Notas de Campo: Adquire coloração marrom escuro quando armazenado em álcool.

Comentários/Comparações: V.E. armada com duas placas arredondadas e assimétricas, uma maior que a outra, revestidas de espinhos, o tecido entre as placas também possui espinhos, mas em menor quantidade. As pregas são cobertas de pequenas escamas bem definidas com um espinho no centro de cada prega na porção voltada para o íleo. É a única espécie encontrada nesse estudo que adquire cor castanho escuro.

4.2.8 *Apicotermatinae* sp. 6 (Figs. 6 e 16 A-D)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Cuité:** CIUFPB-11914, 11915; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-8908, 8909; **São José da Princesa:** CIUFPB-11246, 11256; **São Sebastião do Umbuzeiro:** CIUFPB-12307–12309.

Comentários/Comparações: Tamanho pequeno, mas com pernas finas e longas que o separa de *Anoplotermes*, P1 fino e longo terminando dorsalmente. V.E. inerme e bastante assimétrica: As seis pregas da V.E. apresentam fileiras de espinhos voltados para o P1, sendo que três pregas apresentam algumas fileiras de espinhos indo pelo meio da prega da parte mais próxima do P3 até a parte mais próxima do P1 e uma dessas pregas possui mais fileiras de espinhos que as outras duas. Nas outras três pregas os espinhos estão mais concentrados na parte mais próxima do P1 e o restante da prega possui escamas largas hexagonais (Fig. 15 C e D).

4.2.9 Apicotermitinae sp. 7 (Figs. 7 e 16 E-H)

Barcoding: COI - OR509645. CIUFPB (Acesso ainda não foi liberado)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-9775 e 9778; **Brejo do Cruz:** CIUFPB- 11383; **Catolé do Rocha:** CIUFPB-11384–11389; **Dona Inês:** CIUFPB-11882 e 11917; **Itatuba:** CIUFPB-12162; **Maturéia:** CIUFPB-1249; **Mogeirol:** CIUFPB-12172; **Natuba:** CIUFPB-12198; **Picuí:** CIUFPB-11881 e 11916; **São Bentinho:** CIUFPB-9674; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-8910; **São José da Princesa:** CIUFPB-11230; **São José do Tigre:** CIUFPB-12319; **São Sebastião do Umbuzeiro:** CIUFPB-12310–12314.

Comentários/Comparações: Se assemelham a *Grigiotermes* pelo tamanho, P1 largo e A.V.E. tubular, mas pode ser diferenciado por possuir uma língua mesentérica inflada e pela válvula entérica ser inerte. V.E. é semelhante ao padrão de *Hydrecotermes* sp., mas as pregas não possuem os espinhos e as escamas não são serrilhadas.

4.2.10 Apicotermitinae sp. 8 (Figs. 7 e 17 A-D)

Barcoding: COI OR509648. CIUFPB (Acesso ainda não foi liberado)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Boa Ventura:** CIUFPB-11224–11227; **Brejo do Cruz:** CIUFPB-11390–11393; **Cajazeiras:** CIUFPB-8828–8830; **Catingueira:** CIUFPB-11257; **Catolé do Rocha:** CIUFPB-11394–11401; **Cuité:** CIUFPB-11926 e 11927; **Dona Inês:** CIUFPB-11918–11925; **Mogeirol:** CIUFPB-12173 e 12174; **Nova Olinda:** CIUFPB-11260–11263; **Patos:** CIUFPB-2228; **São Bentinho:** CIUFPB-9653; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-9570; **São José da Mata:** CIUFPB-3140; **São José da Princesa:** CIUFPB-11264; **São José do Tigre:** CIUFPB-11320 e 11321; **São José dos Cordeiros:** CIUFPB-1966, 1967, 1971, 1974, 1981, 1984, 1988, 4684, 4685, 4687–4689; 4693, 9697, 9723, 9740, 10271; **São Sebastião do Umbuzeiro:** CIUFPB-12315; **Umbuzeiro:** CIUFPB-12147–12149.

Comentários/Comparações: Muito semelhante a Apicotermitinae sp. 7, mas pode ser diferenciado facilmente pela V.E. que possui pregas em formato cônico, com a parte mais larga voltada para o P3, essa região apresenta escamas menores e mais numerosas que a parte voltada para o P1. O tecido entre as pregas em Apicotermitinae sp. 8 apresenta escamas muito largas o que não ocorre em Apicotermitinae. sp. 7.

4.2.11 *Apicotermitinae* sp. 9 (Figs. 7 e 17 E-H)

Barcoding: COI - OR509644. CIUPB (Acesso ainda não foi liberado)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Catolé do Rocha:** CIUFPB-11402–11404; **Ingá:** CIUFPB-11880; **Monteiro:** CIUFPB-12327; **Paulista:** CIUFPB-11958, 11959 e 11963; **São Bentinho:** CIUFPB-9648; **São José da Mata:** CIUFPB-3151; **São José do Tigre:** CIUFPB-12322; **São José dos Cordeiros:** CIUFPB-1990, 1992, 1998 e 4690.

Comentários/Comparações: Semelhante ao gênero *Anoplotermes*, V.E. armada com três placas assimétricas uma do lado da outra: duas pequenas e uma grande no centro, as três apresentam espinhos voltados para todas as direções. A porção distal das pregas da válvula apresentam escamas com serrilhas que convergem para o centro (Fig. 16 G e H)

4.2.12 *Compositermes vindai* Scheffrahn, 2013 (Fig. 7 e 18 A-D)

Barcoding: COI - OR463920. CIUFPB (Acesso ainda não foi liberado)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Catolé do Rocha:** CIUFPB-11361; **Itatuba:** CIUFPB-12158 e 1215; **João Pessoa:** CIUFPB-11432; **Monteiro:** CIUFPB-12299, 12325, 12326; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-9554.

Comentários/Comparações: Semelhante a *Aparatermes* sp., mas *C. vindai* possui um A.V.E. muito longo, enquanto *Aparatermes*. sp. possui assentamento trilobado característico do gênero *Aparatermes*. O gênero *Compositermes* possui uma coroa de placas com espinhos no A.V.E. que se evertem no P3.

4.2.13 *Grigiotermes hageni* (Snyder & Emerson, 1949). (Figs. 7 e 18 E-H)

Barcoding: Mitochondrion sequence OQ999248. Castro, D., Constantini, J. P., Canello, E. M., Roisin, Y. and Scheffrahn, R. H.

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-5472; **Dona Inês:** CIUFPB-11908–11910; **João Pessoa:** CIUFPB-2515, 5778, 5782, 5802, 5806, 5807, 10061; **Maturéia:** CIUFPB-1265; **Natuba:** CIUFPB-1237, 12187–12191; **Picuí:** CIUFPB-11907.

Comentários/Comparações: Muito semelhante externamente a *Grigiotermes*. sp., mas pode ser diferenciado pela posição da inserção do A.V.E., mais dorsal em *G. hageni* e ventral em *G.* sp. e pelo A.V.E. que é tubular em *G. hageni* e ausente em *Grigiotermes*. sp. As placas da

armadura da V.E. de *Grigiotermes* sp. são pectinadas, já *G. hageni* apresenta placas não pectinadas.

4.2.14 *Grigiotermes* sp. (Figs. 7 e 19 A-D)

Barcoding: COI - Acesso: OQ865343. CIUFPB (Acesso ainda não foi liberado)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-5473; **João Pessoa:** CIUFPB-530, 671, 672, 717, 5757, 5767, 5785 e 5801; **Natuba:** CIUFPB-12199–12203.

Comentários/Comparações: Ver comentários para *Grigiotermes hageni*.

4.2.15 *Humutermes krishnai* Bourguignon & Roisin, 2016 (Figs. 7 e 19 E-H)

Barcoding: Mitochondrion, complete genome - NC_034129. Bourguignon, T., Lo, N., Sobotnik, J., Ho, S. Y., Iqbal, N., Coissac, E., Lee, M., Jendryka, M. M., Sillam-Dusses, D., Krizkova, B., Roisin, Y. and Evans, T. A.

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **João Pessoa:** CIUFPB-456, 5979 e 10033; **Dona Inês:** CIUFPB-11911.

Comentários/Comparações: Semelhante ao gênero *Anoplotermes* externamente, sendo diferenciado pela V.E. armada com 6 placas levemente assimétricas (Fig. 18 G e H).

4.2.16 *Hydrecotermes* sp. (Figs. 7 e 20 A-D)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-5473; **João Pessoa:** CIUFPB-530, 671, 672, 717, 5757, 5767, 5785 e 5801; **Natuba:** CIUFPB-12199–12203.

Comentários/Comparações: Semelhante a *Hydrecotermes* sp. 1 por possuir a tíbia muito inflada e V.E. inerte, mas pode ser diferenciado pelo A.V.E. tubular em *Hydrecotermes* sp. e em formato de anel bem curto em *Hydrecotermes* sp. 1 e pelo padrão da V.E., em *Hydrecotermes* sp. metade das pregas apresentam um espinho na porção mais próxima do P1 intercalando com as pregas sem espinhos, *Hydrecotermes* sp. não possui espinhos nas pregas.

4.2.17 *Hydrecotermes* sp. 1 (Figs. 8 e 20 E-H)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-5380; **João Pessoa:** CIUFPB-693, 2519, 5836, 5982, 10067 e 10069.

Comentários/Comparações: Ver comentários para *Hydrecotermes* sp.

4.2.18 *Longustitermes* sp. (Figs. 21 8 e A-D)

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Itatuba:** CIUFPB-12160; **João Pessoa:** CIUFPB-5877 e 5923; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-888; **São José da Mata:** CIUFPB-3152–3156.

Comentários/Comparações: Pode ser confundido com alguns *Anoplotermes meridianus* menores, se diferenciando externamente pela lingueta mesentérica alongada e bem fina em *Longustitermes* sp. e alongada e inflada em *A. meridianus*; *Longustitermes* sp e *L. manni* possuem espinhos evertidos no P3 na V.E., mas os espinhos de *Longustitermes* sp. em menor quantidade e densidade (Fig. 20 C e D).

4.2.19 *Mangolditermes curveileum* Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023 (Figs. 8 e 21 E-H)

Barcoding: Mitochondrion sequence - OQ999315. Castro, D., Constantini, J. P., Canello, E. M., Roisin, Y. and Scheffrahn, R. H.

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Itatuba:** CIUFPB-12161; **Mataraca:** CIUFPB-4676; **Natuba:** CIUFPB-12196 e 12197.

Comentários/Comparações: Ver comentários para *Aparatermes* sp e Carrijo et al. (2023).

4.2.20 *Ourissotermes giblinorum* Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023 (Figs. 8 e 22 A-D)

Barcoding: Mitochondrion sequence - OQ999289. Castro, D., Constantini, J. P., Canello, E. M., Roisin, Y. and Scheffrahn, R. H.

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-5403–5407, 9788, 9816 e 9819; **João Pessoa:** CIUFPB-5861, 5999, 6000, 6003, 6004, 6006, 6008, 6009, 6013, 6015, 6018, 6020, 6027, 6028, 6030, 6032, 6035 e 10040; **Natuba:** CIUFPB-12195.

Comentários/Comparações: Tubo digestivo semelhante a *Hydrecotermes* sp. e *Hydrecotermes* sp. 1, mas pode ser diferenciado por não possuir A.V.E., o P1 se insere diretamente no P3, *O. giblinorum* possui V.E. armada, enquanto *Hydrecotermes* a V.E. é inerme (ver Carrijo et al. 2023).

4.2.21 *Rustitermes boteroi* Constantini, Castro & Scheffrahn 2020 (Figs. 8 e 22 E-H)

Barcoding: *Mitochondrion sequence* - OQ999291. Castro, D., Constantini, J. P., Canello, E. M., Roisin, Y. and Scheffrahn, R. H.

Material examinado: BRASIL. *Paraíba:* **Areia:** CIUFPB-1193, 1204, 5526–5528; **Dona Inês:** CIUFPB-11912; **João Pessoa:** CIUFPB-515–517, 689, 690, 731, 747, 773, 785, 795, 2512, 5756, 5758, 5759, 5761–5766, 5768, 5770–5776, 5779, 5780, 5781, 5803, 5868, 6035, 10057, 10058, 10062, 10063, 10065 e 10066; **Natuba:** CIUFPB-12192 e 12193; **São José da Lagoa Tapada:** CIUFPB-8911.

Comentários/Comparações: Ver comentários para *Aparatermes silvestrii*

Figura 6. Distribuição das espécies de Apicotermitinae pelo Estado da Paraíba. *Anoplotermes banksi* – Apicotermitinae sp.6.

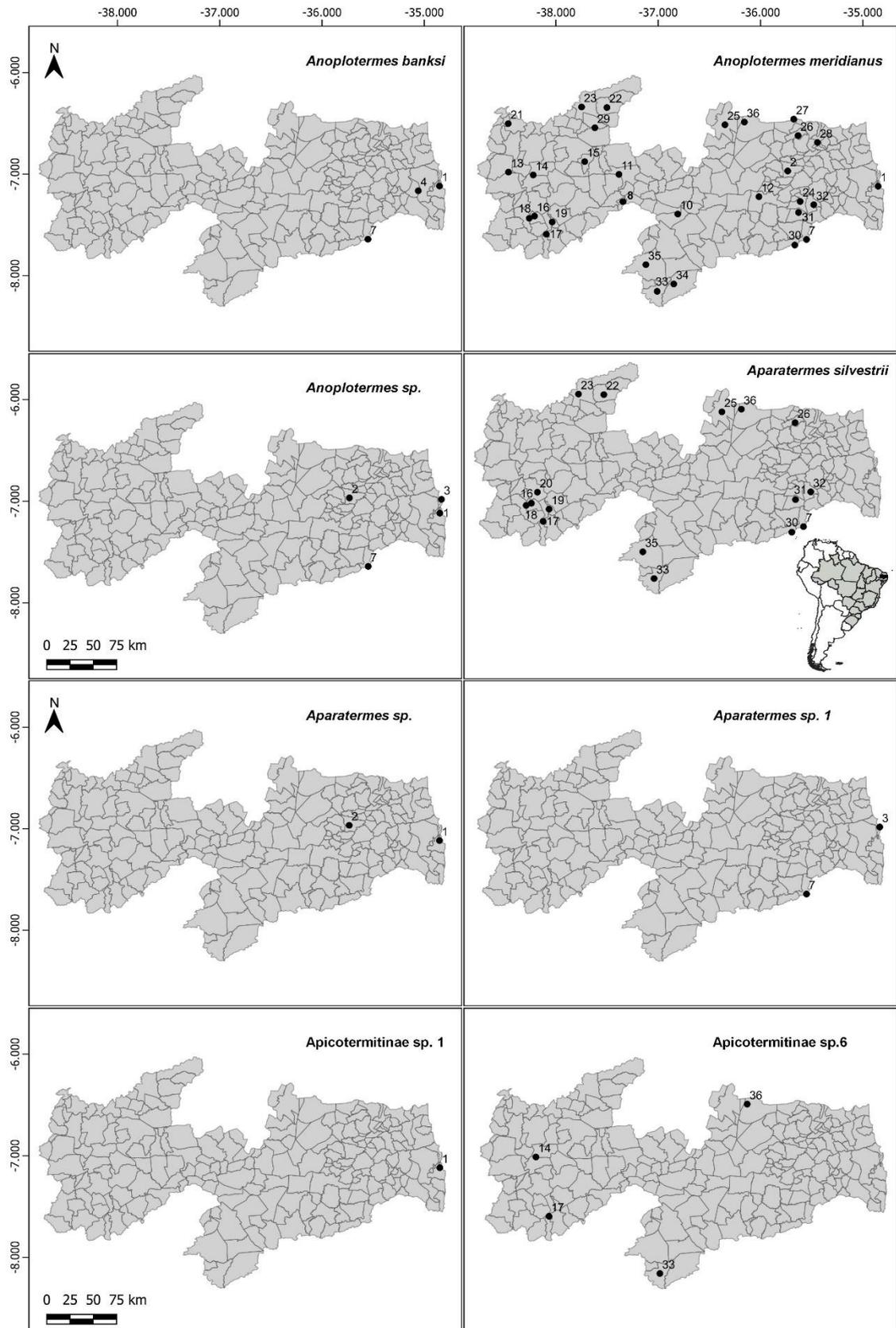


Figura 7. Distribuição de Apicotermitinae sp. 7 – *Hydrecotermes* sp.

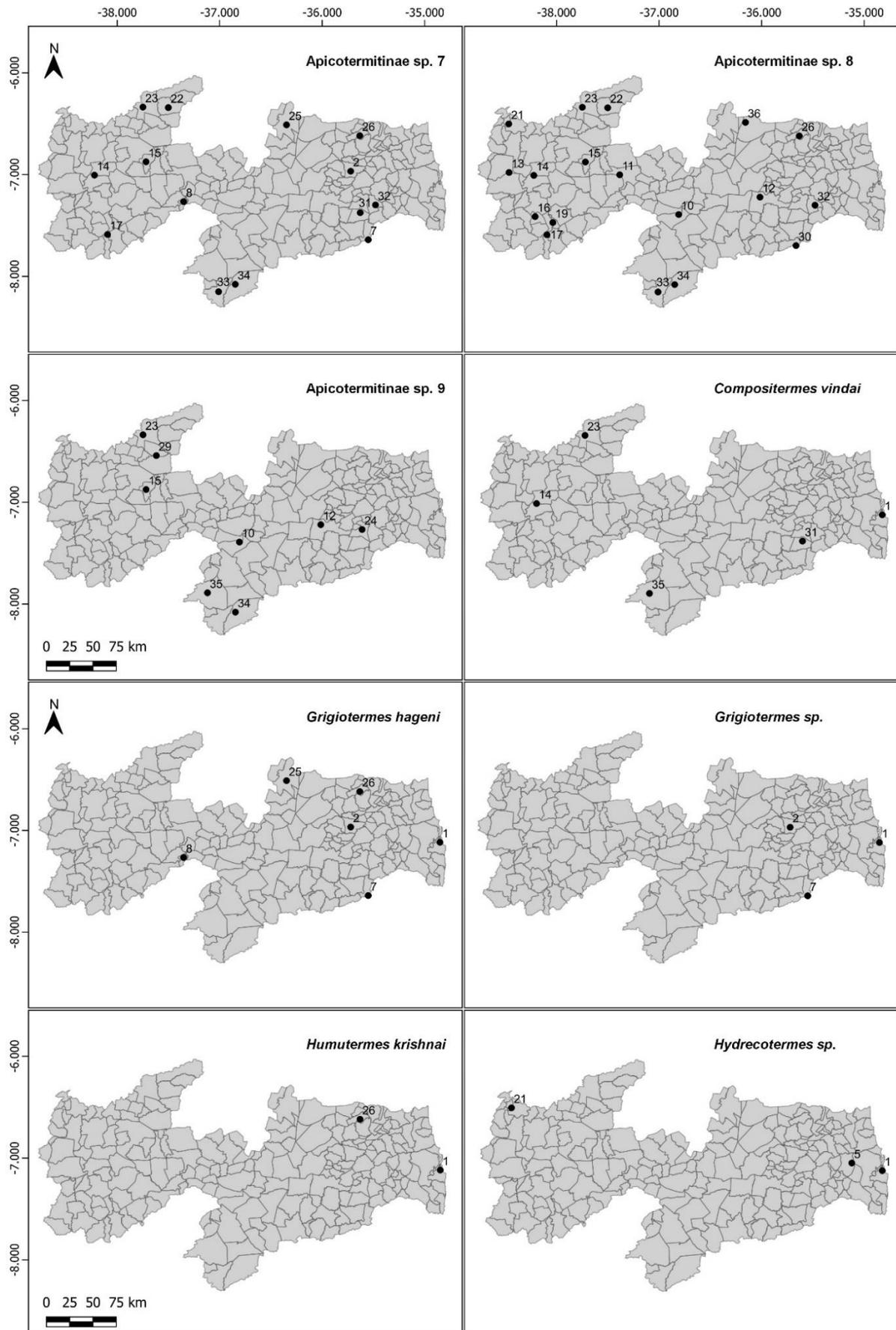
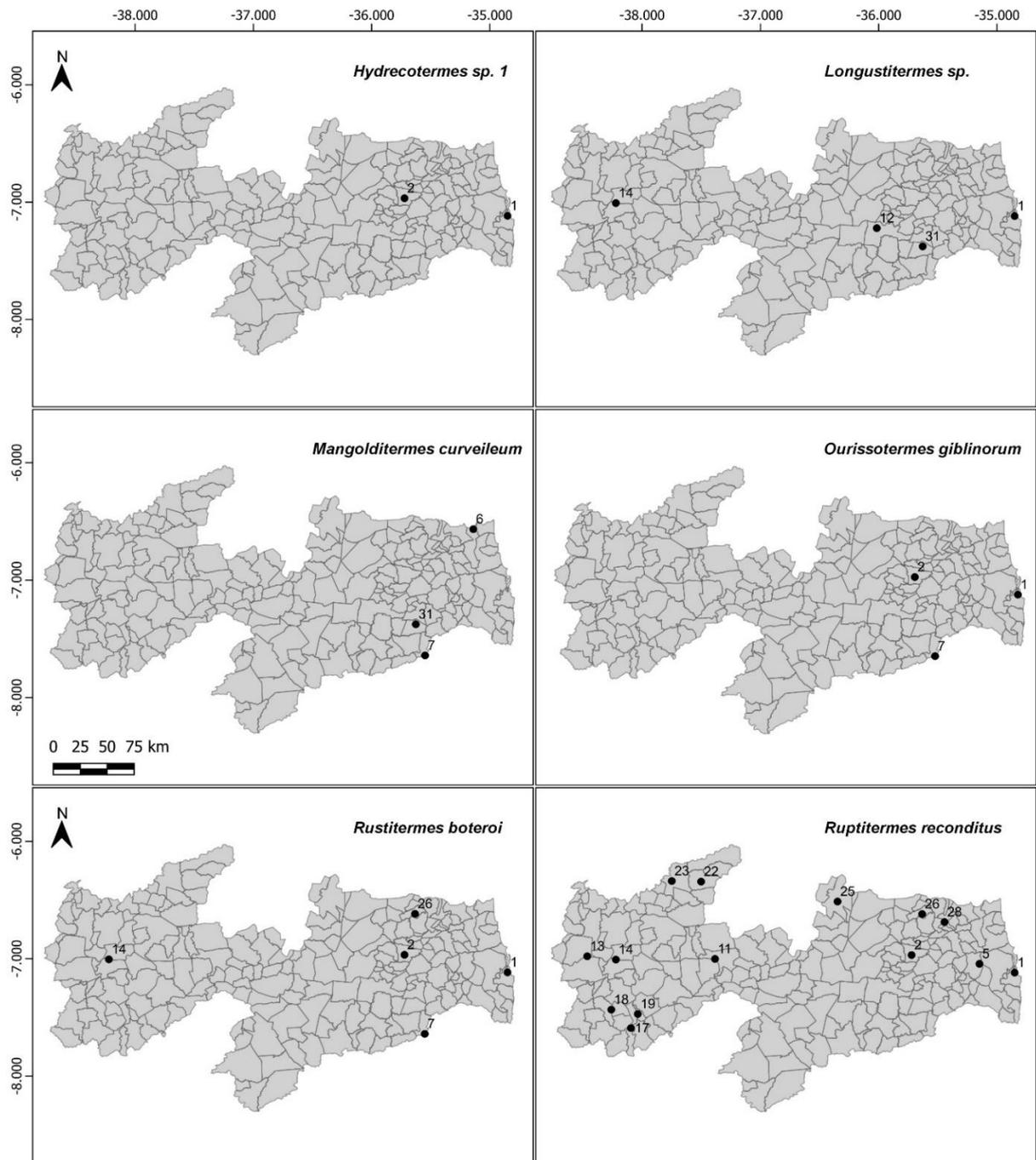


Figura 8. Distribuição de *Hydrecotermes* sp. – *Ruptitermes reconditus*



Municípios em área de **Floresta Atlântica**: 1- João Pessoa, 2- Areia, 3- Cabedelo, 4- Santa Rita, 5- Sapé, 6- Mataraca, 7- Natuba e 8- Maturéia; Municípios em área de **Caatinga**: 10- São José dos Cordeiros, 11- Patos, 12- São José da Mata, 13- Cajazeiras, 14- São José da Lagoa Tapada, 15- São Bentinho, 16- Boa Ventura, 17- São Jose da Princesa, 18- Diamante, 19- Nova Olinda, 20- Itaporanga, 21- Catingueira, 22- Brejo do Cruz, 23- Catolé do Rocha, 24- Ingá, 25- Picuí, 26- Dona Inês, 27- Araruna, 28- Serra da Raiz, 29- Paulista, 30- Umbuzeiro, 31- Itatuba, 32- Mogeiro, 33- São Sebastião do Umbuzeiro, 34- São José do Tigre, 35- Monteiro e 36- Cuité.

Tabela 2. Espécies e morfoespécies de Apicotermatinae registradas para a Floresta Atlântica (FA) e Caatinga (CA) do estado da Paraíba.

Espécies	Domínio	Barcoding	Fonte
<i>Anoplotermes banksi</i> Emerson, 1925	FA	OQ999258	RPL, CIUFPB
<i>Anoplotermes meridianus</i> Emerson, 1925	FA/CA	OQ999266	RPL, CIUFPB
<i>Anoplotermes</i> sp.	FA	-	CIUFPB
<i>Aparatermes silvestrii</i> . (Emerson, 1925)	FA/CA	OR514433	RPL, CIUFPB
<i>Aparatermes</i> sp.	FA	-	CIUFPB
<i>Aparatermes</i> sp. 1	FA	-	CIUFPB
Apicotermatinae sp. 1	FA	-	CIUFPB
Apicotermatinae sp. 6	CA	-	CIUFPB
Apicotermatinae sp. 7	FA/CA	OR509645	CIUFPB
Apicotermatinae sp. 8	CA	OR509648	CIUFPB
Apicotermatinae sp. 9	CA	OR509644	CIUFPB
<i>Compositermes vindai</i> Scheffrahn, 2013	FA/CA	OR463920	CIUFPB
<i>Grigiotermes hageni</i> (Snyder & Emerson, 1949)	FA/CA	OQ999248	CIUFPB
<i>Grigiotermes</i> sp.	FA	OQ865343	CIUFPB
<i>Humutermes krishnai</i> Bourguignon & Roisin, 2016	FA/CA	NC_034129	RPL, CIUFPB
<i>Hydrecoptermes</i> sp.	FA/CA	-	CIUFPB
<i>Hydrecoptermes</i> sp. 1	FA	-	CIUFPB
<i>Longustitermes</i> sp.	FA/CA	-	CIUFPB
<i>Mangolditermes curveileum</i> Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023	FA	OQ999315	CIUFPB
<i>Ourissotermes giblinorum</i> Scheffrahn, Carrijo & Castro, 2023	FA	OQ999289	RPL, CIUFPB
<i>Rustitermes boteroi</i> Constantini, Castro & Scheffrahn 2020	FA/CA	OQ999291	RPL, CIUFPB
<i>Ruptitermes reconditus</i> (Silvestri, 1901)	FA/CA	OQ999306	RPL, CIUFPB

Fonte: RPL: Registros publicados na literatura; Coleção- CIUFPB; espécies em negritos são novos registros para o estado da Paraíba.

Figura 9. Quantidade de lotes por espécie de Apicotermitinae coletados no estado da Paraíba e depositados na Coleção de Isoptera da Universidade Federal da Paraíba.

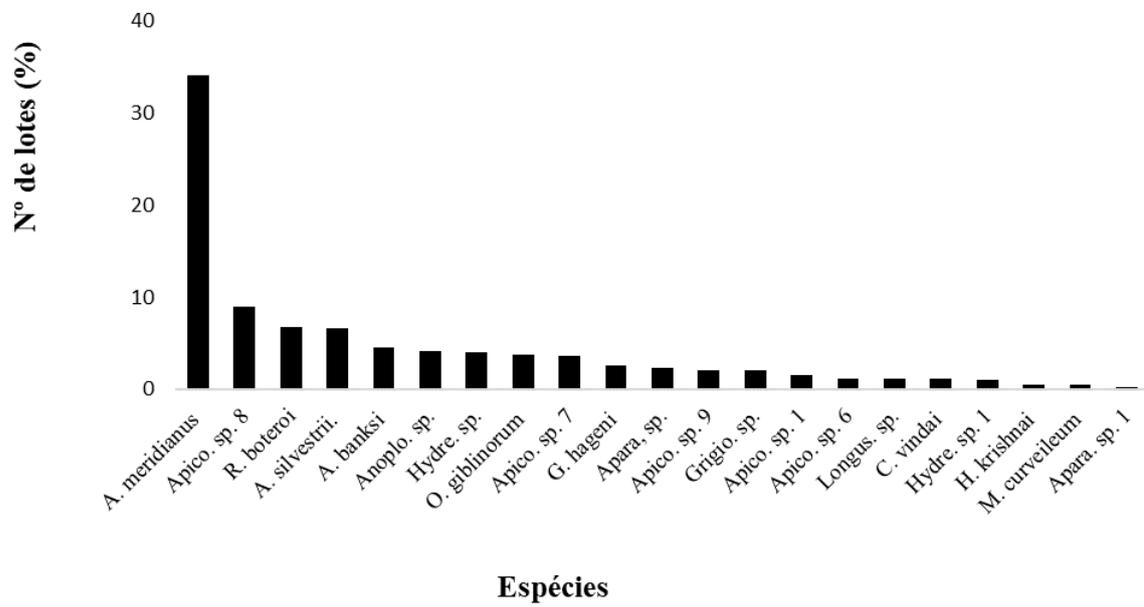


Figura 10. Ninho de *Anoplotermes banksi* em remanescente de Floresta Atlântica na cidade de João Pessoa/PB. O machado possui cerca de 30 cm de comprimento.



Figura 11: Número de espécies de Apicotermatinae por municípios no estado da Paraíba.

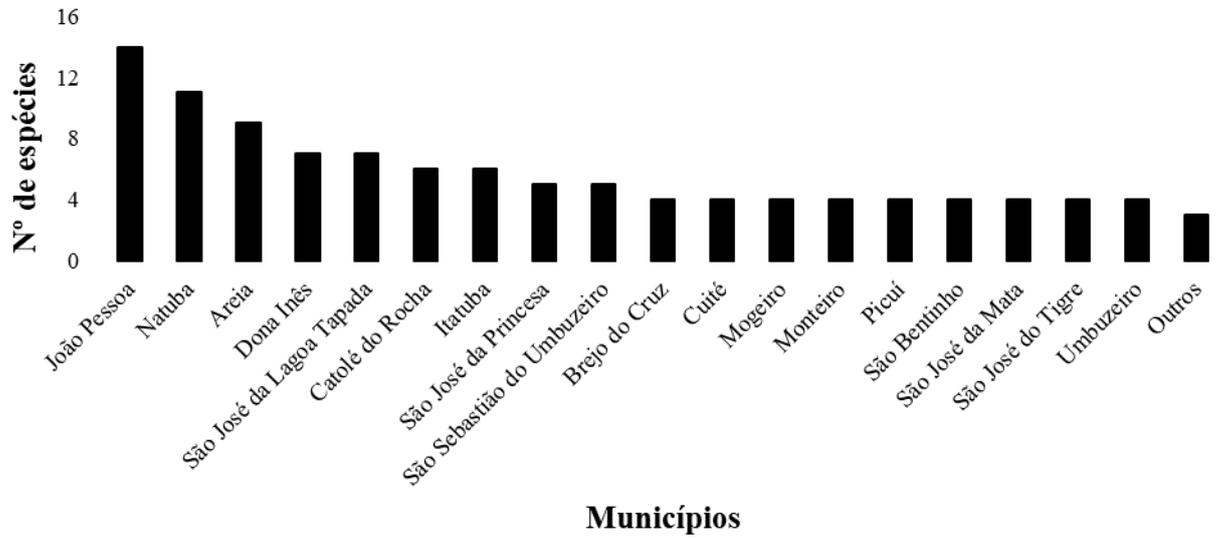


Figura 12. A-E: *Anoplotermes meridianus*. A: Vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C: V.E. padrão, D: V.E. com as escamas levemente apagadas e E: V.E. com muitas escamas na base.

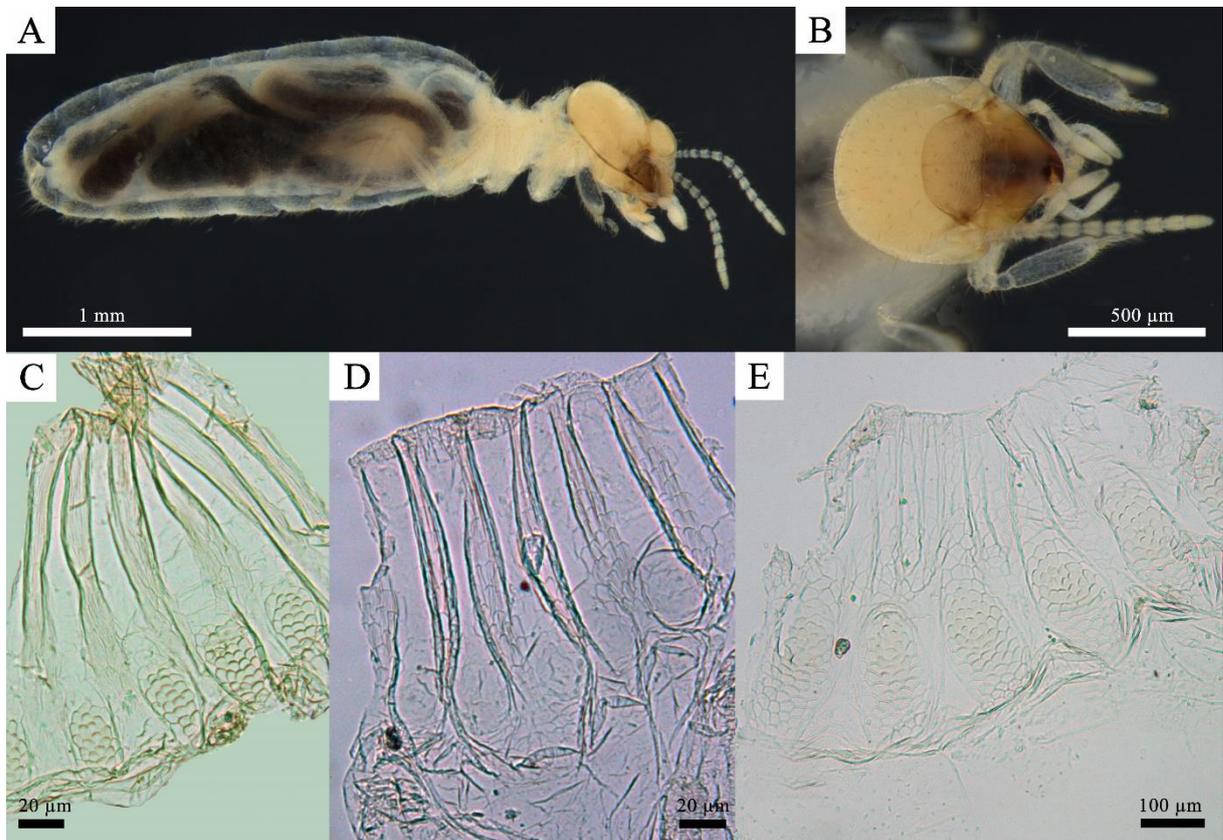


Figura 13. *Anoplotermes banksi*. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Anoplotermes* sp. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

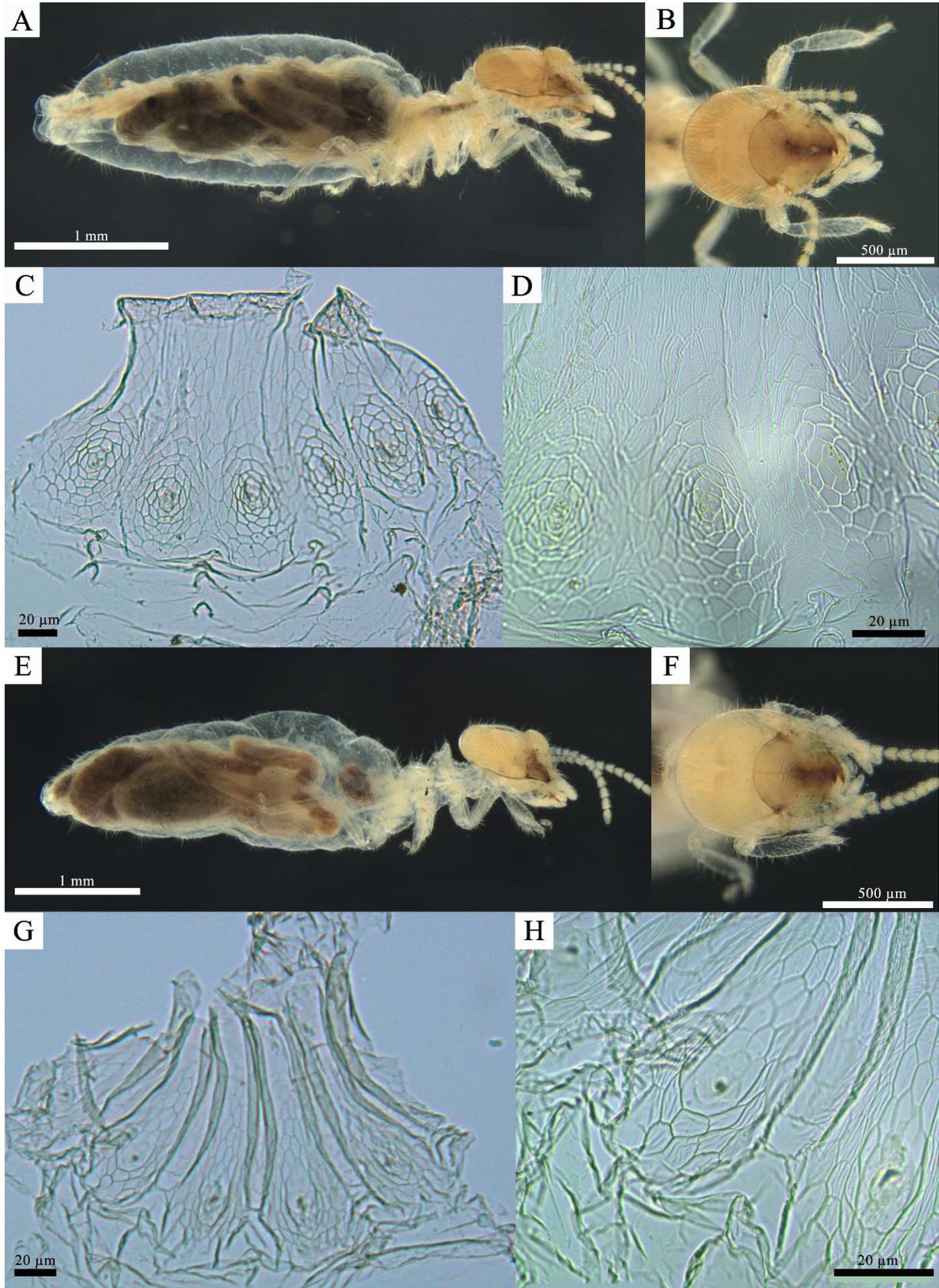


Figura 14. *Aparatermes silvestrii*. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Aparatermes* sp. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

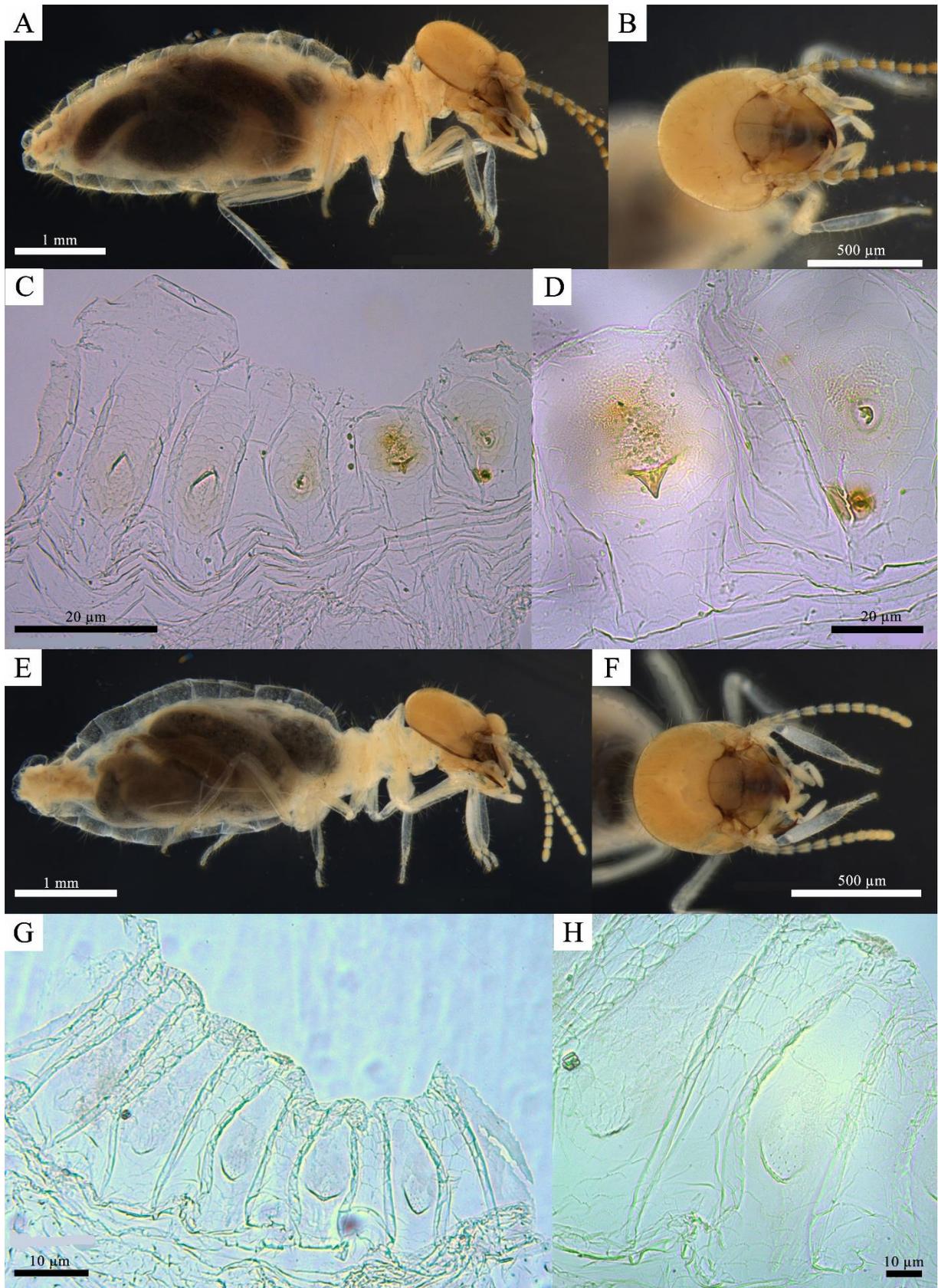


Figura 15. *Aparatermes* sp. 1. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Apicotermitinae* sp. 1. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

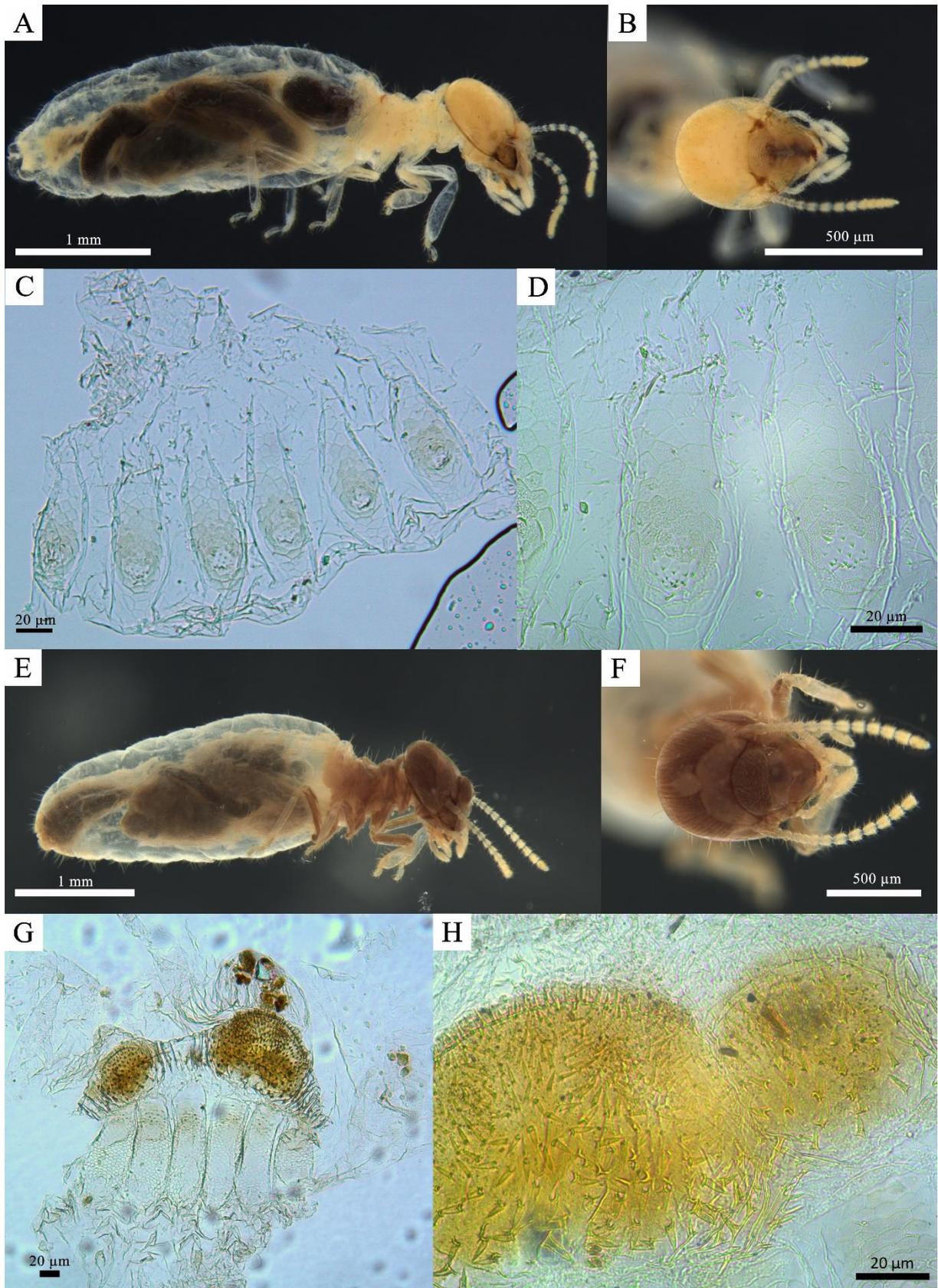


Figura 16. Apicotermitinae sp. 6. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: Apicotermitinae sp. 7. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

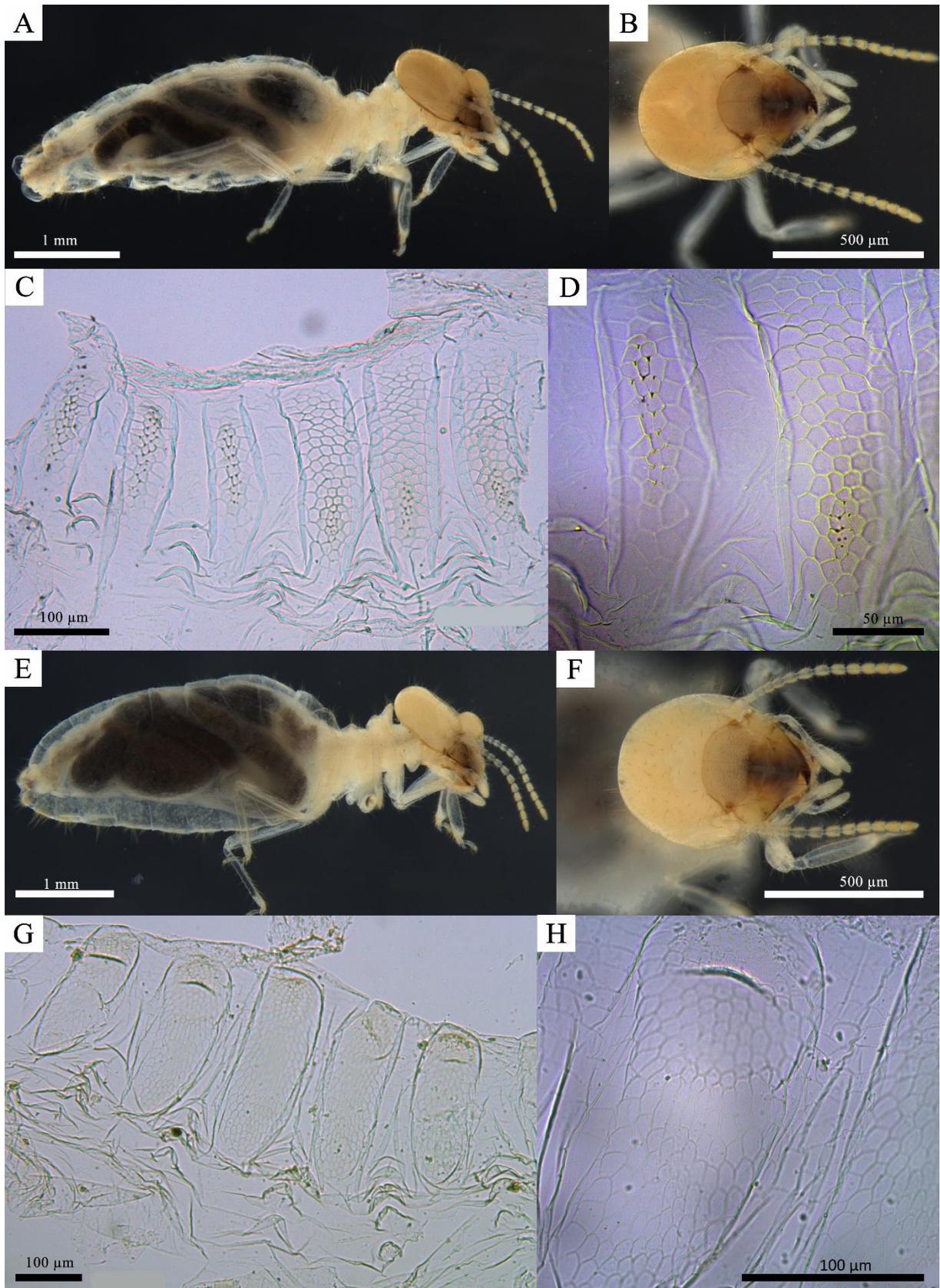


Figura 17. Apicotermitinae sp. 8. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: Apicotermitinae sp. 9. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

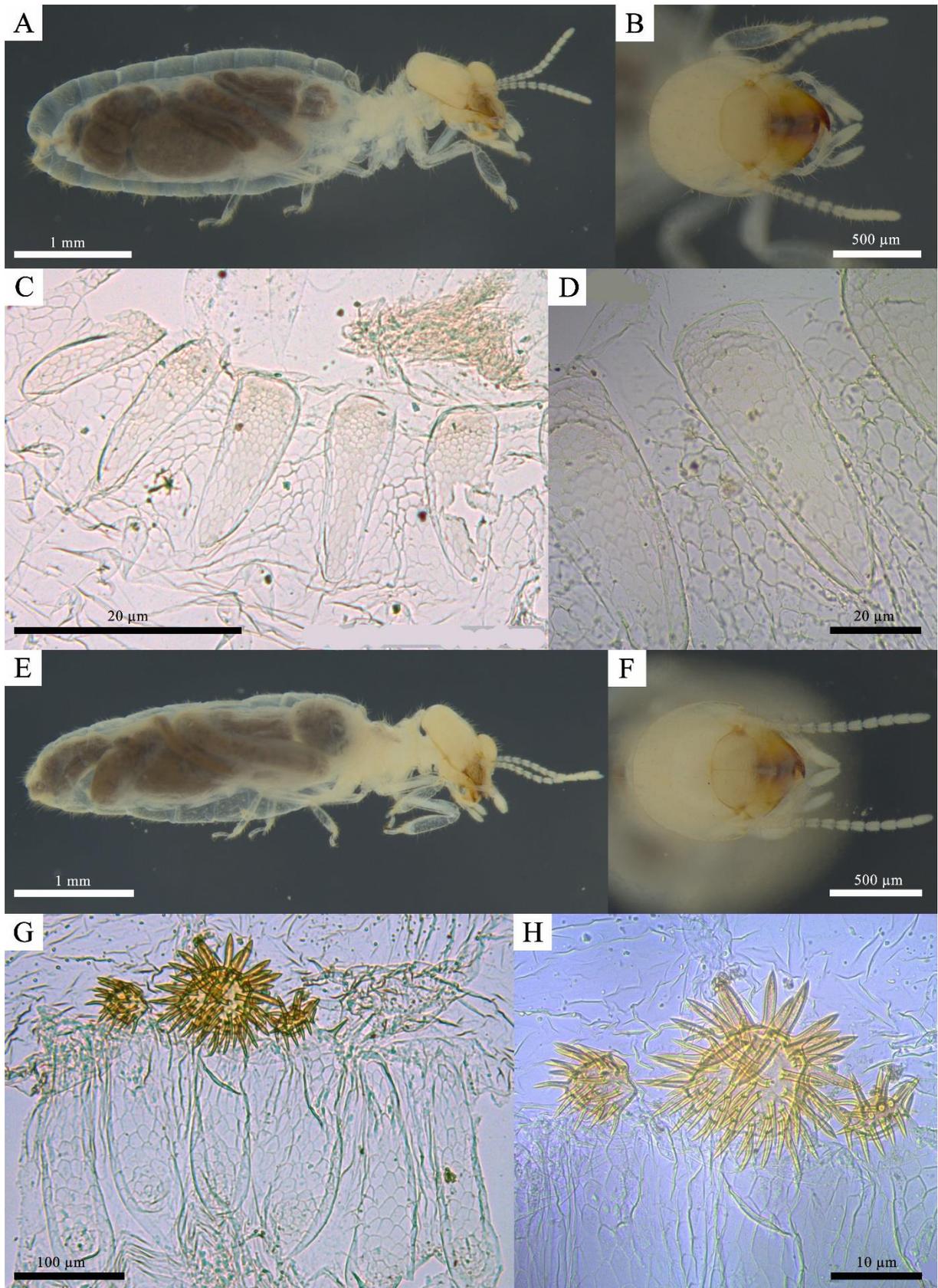


Figura 18. *Compositermes vindai*. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C: válvula entérica, D: anel com placas esclerotizadas na luz da pança. E-H: *Grigiotermes hageni*. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

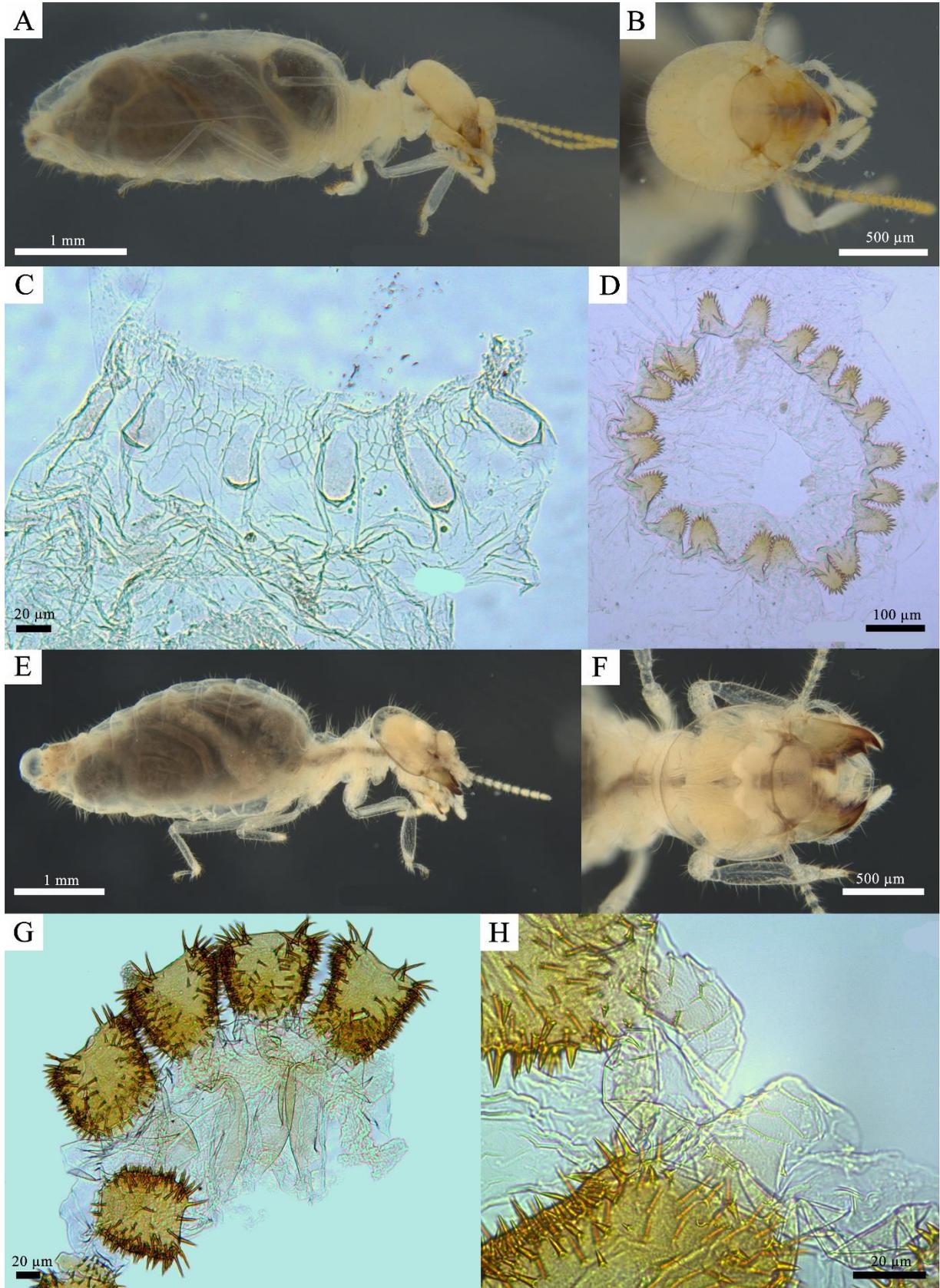


Figura 19. *Grigiotermes* sp. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Humutermes krishnai*. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

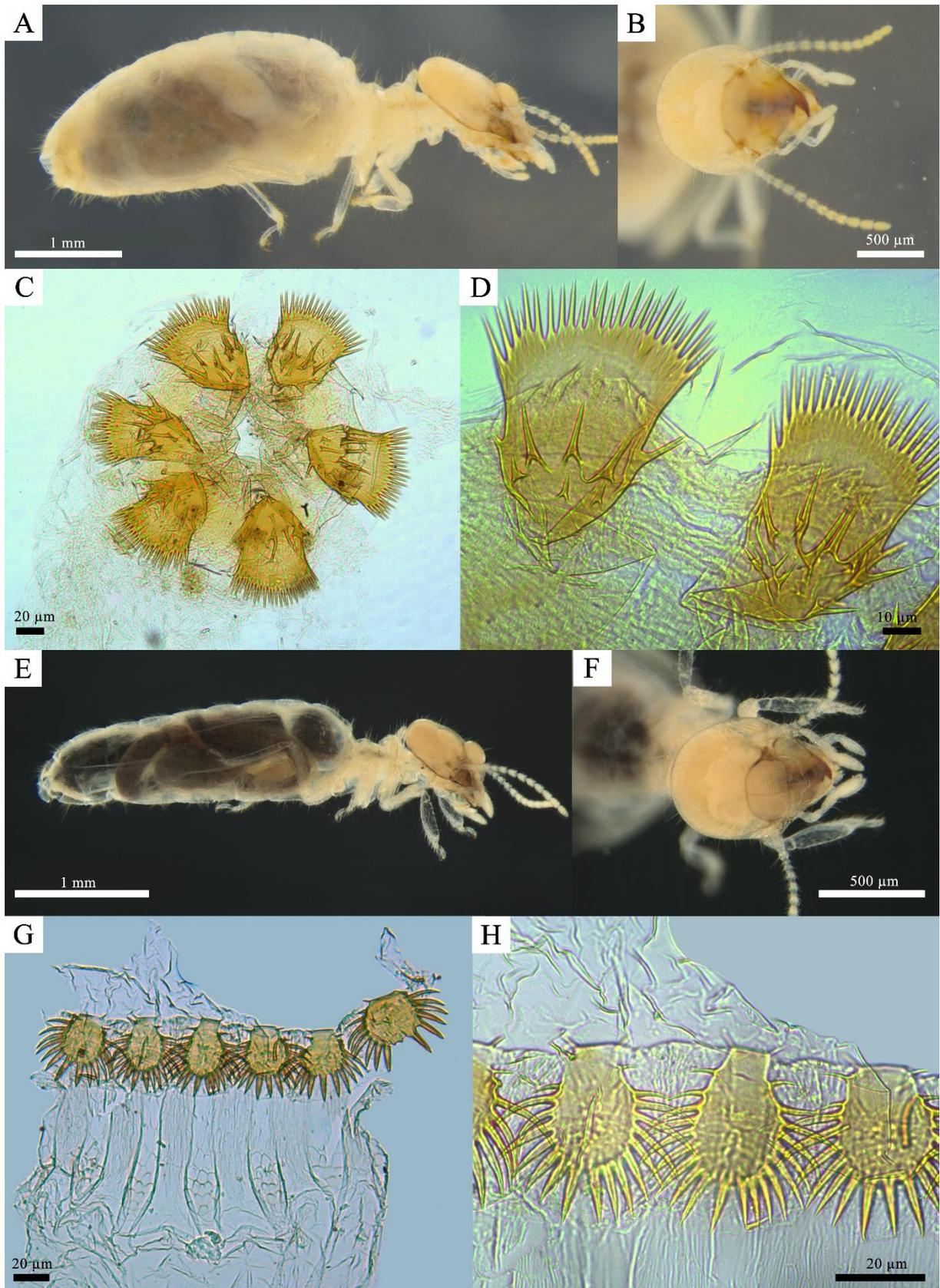


Figura 20. *Hydrecotermes* sp. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Hydrecotermes* sp. 1. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G: válvula entérica.

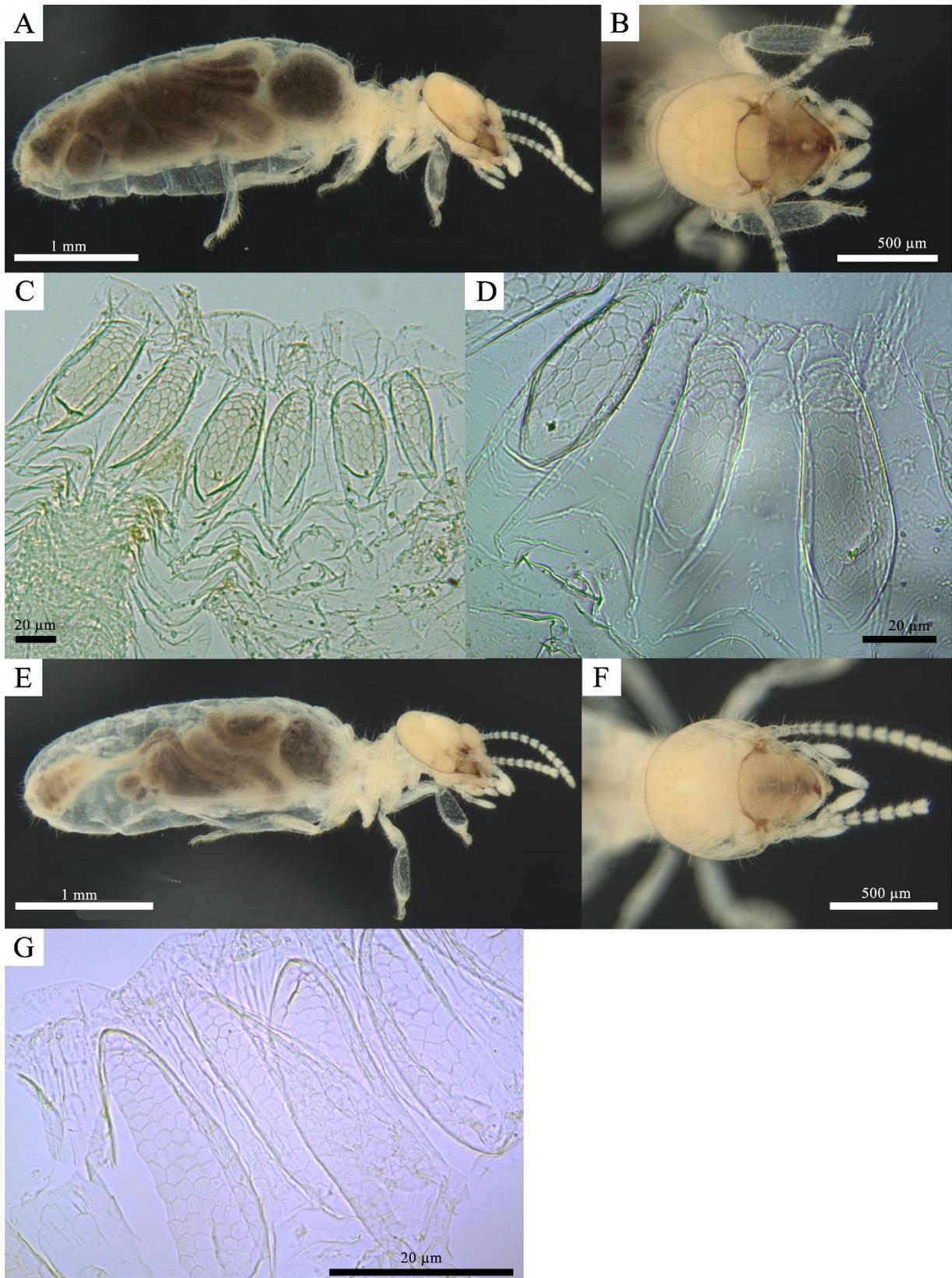


Figura 21. *Longustitermes* sp. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Mangolditermes curveileum*. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.

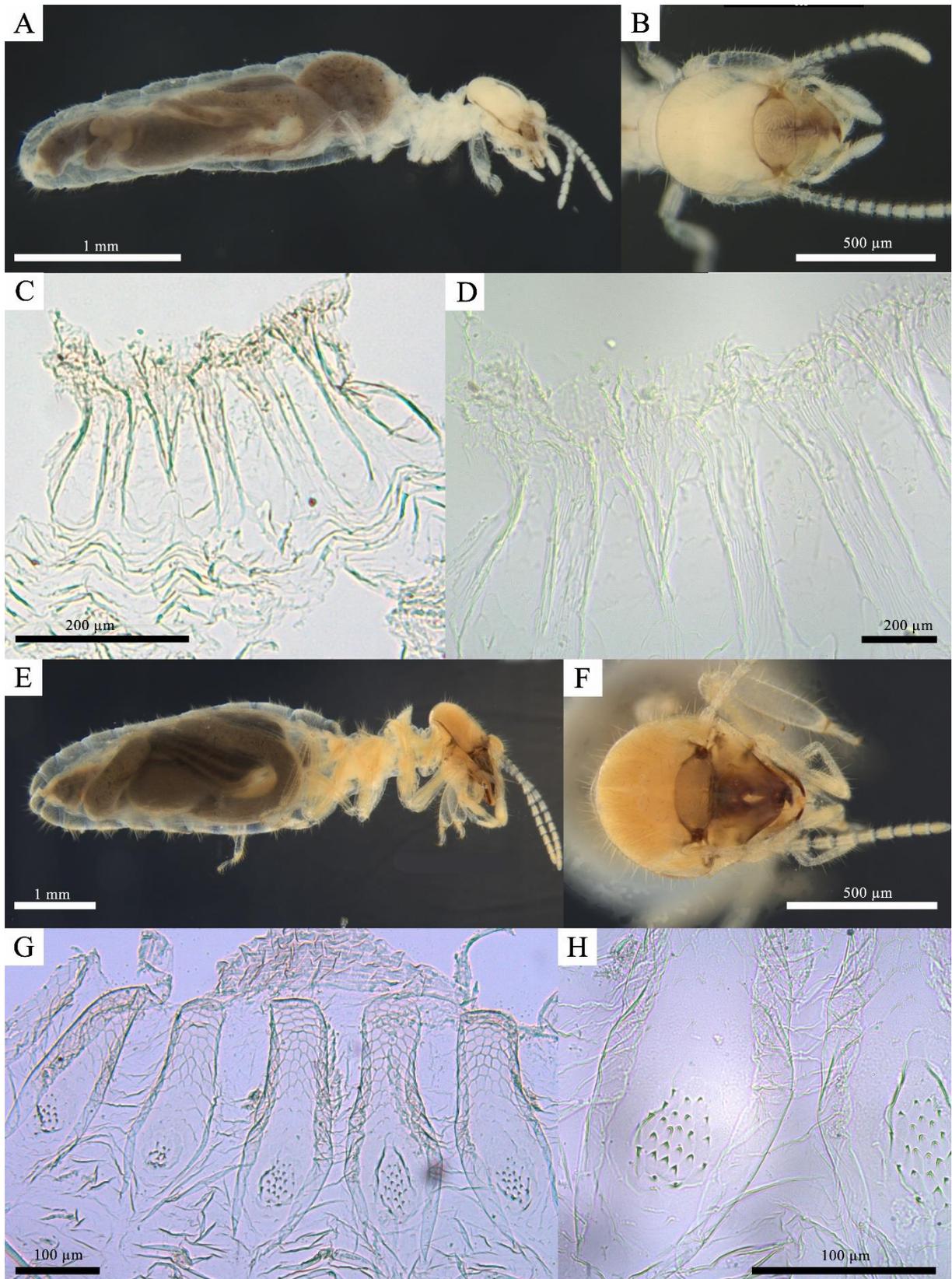
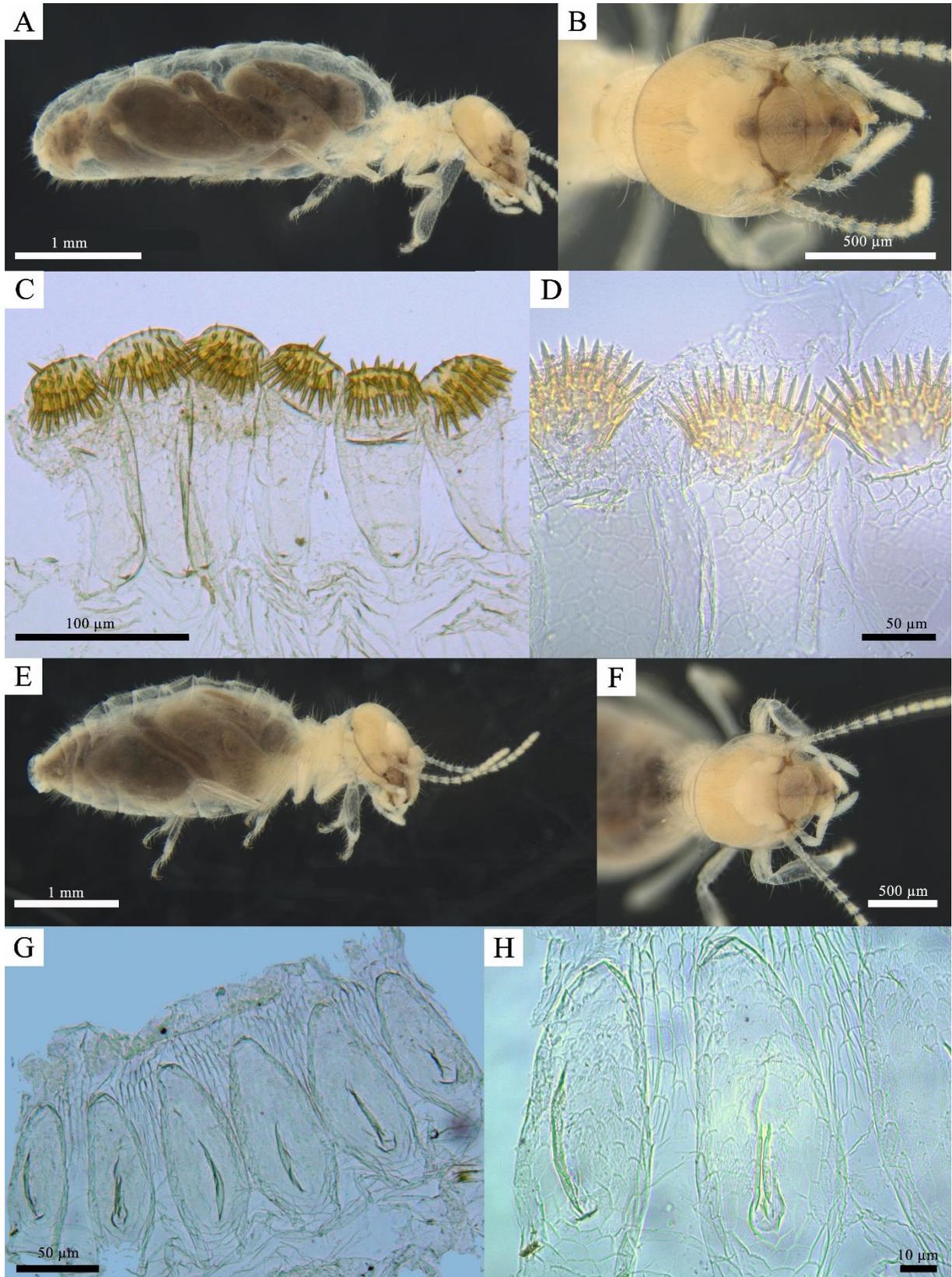


Figura 22. *Ourissotermes giblinorum*. A: vista em perfil, B: visão dorsal da capsula cefálica, C e D válvula entérica. E-H: *Rustitermes boteroi*. E: vista em perfil, F: visão dorsal da capsula cefálica, G e H: válvula entérica.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo contribuiu com o conhecimento acerca da subfamília Apicotermatinae para os domínios de Floresta Atlântica e Caatinga do estado da Paraíba, trazendo um *checklist* com três registros novos para o estado e 13 possíveis novos táxons, com imagens das espécies e das válvulas entéricas.

A grande quantidade de morfoespécies em nível de gênero e subfamília encontrados aqui evidenciam a escassez de estudos com a subfamília Apicotermatinae. A coleção de Isoptera da UFPB possui um material valioso e diverso de térmitas, especialmente de Apicotermatinae, uma subfamília que foi negligenciada ao longo de muitos anos, com material depositado oriundo de décadas de coletas em Caatinga e Floresta Atlântica, ambientes que historicamente vem sendo degradados.

Portanto, este estudo traz luz à lacuna do conhecimento regional desse grupo, sendo um passo inicial para a descrição de novos táxons dessa subfamília, contribuindo com dados morfológicos que podem ser somados a técnicas moleculares para uma taxonomia integrativa, especialmente nos casos de espécies crípticas, e com estudos em outras áreas das Ciências Biológicas, como a Ecologia e Biogeografia

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, A. N. S. Revisão taxonômica e relações filogenéticas do gênero Neotropical Ruptitermes Mathews, 1977 (Isoptera: Termitidae: Apicotermitinae). 2007.

ARAÚJO, V.; SILVA, M. P.; VASCONCELLOS, A. Soil-sampled Termites in Two Contrasting Ecosystems within the Semiarid Domain in Northeastern Brazil: Abundance, Biomass, and Seasonal Influences. *Sociobiology*, v. 62, n. 1, p. 70–75, 7 abr. 2015.

BANDEIRA, A. G. et al. Composição da fauna de cupins (Insecta, Isoptera) em área de Mata Atlântica em João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*, 1998.

BOURGUIGNON, T. et al. Towards a revision of the Neotropical soldierless termites (Isoptera:Termitidae): redescription of the genus *Anoplotermes* and description of *Longustitermes*, gen. nov. *Invertebrate Systematics*, v. 24, n. 4, p. 357, 2010.

BOURGUIGNON, T. et al. Mitochondrial Phylogenomics Resolves the Global Spread of Higher Termites, Ecosystem Engineers of the Tropics. *Molecular Biology and Evolution*, p. msw253, 25 dez. 2016.

CARRIJO, T. F. et al. Diminishing the taxonomic gap in the neotropical soldierless termites: descriptions of four new genera and a new *Anoplotermes* species (Isoptera, Termitidae, Apicotermitinae). *ZooKeys*, v. 1167, p. 317–352, 22 jun. 2023.

CASTRO, D. et al. *Rustitermes boteroi*, a new genus and species of soldierless termites (Blattodea, Isoptera, Apicotermitinae) from South America. *ZooKeys*, v. 922, p. 35–49, 25 mar. 2020.

CONSTANTINO, R. Online termite database. Disponível em: <http://164.41.140.9/catal/213>, Último acesso em: 27/08/2023.

CONSTANTINI, J.P. Estudo taxonômico dos Apicotermitinae da Mata Atlântica. 2018. Tese Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Taxonomia e Biodiversidade, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2018.

ERNESTO, M. V. et al. High termite richness in an urban fragment of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 14, n. 3, set. 2014.

INWARD, D. J. G.; VOGLER, A. P.; EGGLETON, P. A comprehensive phylogenetic analysis of termites (Isoptera) illuminates key aspects of their evolutionary biology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 44, n. 3, p. 953–967, set. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2022. Paraíba: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Último acesso em 27/08/2023.

KRISHNA, K. et al. Treatise on the Isoptera of the world: basal families. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 2013, n. 377, p. 200–623, 2013.

NOIROT, C. The gut of Termites (Isoptera) comparative anatomy, systematics, phylogeny. II. Higher Termites (Termitidae). *Annales de la Société entomologique de France*, v. 37, n. 4, 2001.

MATA ATLÂNTICA, Instituto Brasileiro de Florestas – IBF. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Último acesso em: 27/08/2023.

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

SENA, J. M. et al. Assemblage of Termites in a Fragmento os Cerrado on the Coast of Paraíba State, Northeast Brazil (Isoptera). *Sociobiology*, 2003.

SOS MATA ATLÂNTICA, A Mata Atlântica é a floresta mais devastada do Brasil Disponível em: <https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>. Último acesso /em: 27/08/2023.

SILVA, J.M.C., BARBOSA, L.C.F. Impact of Human Activities on the Caatinga. In: SILVA, J.M.C., LEAL, I.R., TABARELLI, M. (eds) *Caatinga: The largest Tropical Dry Forest Region In South America*. Springer, 2017. cap 13, pp 359–368.

SILVA, J.M.C., LEAL, I.R., TABARELLI, M. *Caatinga: The largest Tropical Dry Forest Region In South America*. Springer, 2017.

SILVA, J.M.C., BARBOSA, L.C.F., LEAL, I.R., TABARELLI, M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: SILVA, J.M.C., LEAL, I.R., TABARELLI, M. (eds) Caatinga: The largest Tropical Dry Forest Region In South America. Springer, 2017, Introdução pp 3–19.

MORELLATO, L. P. & C. F. B. HADDAD. Introduction: the brazilian atlantic forest. *Biotropica* 2000. 32 (4b): 786-792.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação a Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. UFPE/ FAD/CI do Brasil, Fundação Biodiversitas, EMBRAPA-Semi-Árido, MMA/SBF. Brasília. 2000. 36p.

VASCONCELLOS, A. Biomass and abundance of termites in three remnant areas of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 54, n. 3, p. 455–461, 2010.

VASCONCELLOS, A. et al. Termite assemblages in three habitats under different disturbance regimes in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 74, n. 2, p. 298–302, fev. 2010.

VASCONCELLOS, A.; MOURA, F. M. DA S. Térmitas de oito ecossistemas inseridos no domínio do Semiárido Brasileiro. Em: *Artrópodes do Semiárido: Biodiversidade e Conservação*. Feira de Santana: Printmidiap, 2014. p. 99–109.

WILSON, E. O. *The Insect Societies*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.