



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 641

**TAXONOMIA DO GÊNERO *CYPRIDEIS* (CRUSTACEA;
OSTRACODA), FORMAÇÃO SOLIMÕES (MIOCENO),
BACIA DO SOLIMÕES, ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL**

Dissertação apresentada por:

RENATO RAFAEL MARTINS FERREIRA

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Inês Feijó Ramos

**BELÉM – PARÁ
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da
Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os
dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

F383t Ferreira, Renato Rafael Martins.

Taxonomia do gênero *Cyprideis* (crustacea; ostracoda),
Formação Solimões (Mioceno), Bacia do Solimões, estado
do Amazonas, Brasil. / Renato Rafael Martins Ferreira. —
2023.
xiii, 73 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Maria Inês Feijó Ramos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em
Geologiae Geoquímica, Belém, 2023.

1. Micropaleontologia. 2. Ambientes sedimentares.
3. Taxonomia. 4. Ostracoda. 5. *Cyprideis*. I. Título.

CDD 560.47



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**TAXONOMIA DO GÊNERO CYPRIDEIS (CRUSTACEA;
OSTRACODA), FORMAÇÃO SOLIMÕES (MIOCENO),
BACIA DO SOLIMÕES, ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL**

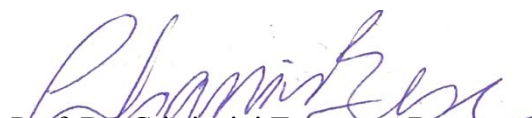
Dissertação apresentada por
RENATO RAFAEL MARTINS FERREIRA

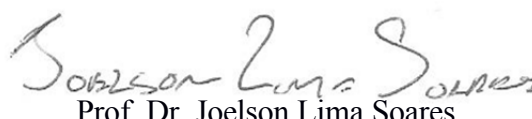
**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área
de GEOLOGIA e Linha de Pesquisa Análise de Bacias Sedimentares.**

Data de Aprovação: 26 / 11 / 2023

Banca Examinadora:


Prof.ª Dr.ª Maria Inês Feijó Ramos
(Orientadora – MPEG)


Prof. Dr. Cristianini Trescastro Bergue
(Membro – UFRGS)


Prof. Dr. Joelson Lima Soares
(Membro – UFPA)

À minha avó, Benedita Maria.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe Aldeniza Martins e ao meu pai Francileno Ferreira, por sempre apoiarem meu trabalho e me oferecerem todas as oportunidades possíveis.

À minha irmã mais nova, Teodora, que todos os dias me lembra o quão estranhos são “esses bichinhos” que eu estudo. E principalmente, à minha irmã mais velha Malu Ferreira, por ser minha dupla mais leal, desde que cheguei nesse mundo. Amo vocês!

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), cod. 001 a qual apoiou o presente estudo por meio da bolsa de mestrado.

À minha orientadora Dr^a. Maria Inês Feijó Ramos, por aceitar me orientar mais uma vez, por todos os ensinamentos, pela paciência e por ter me introduzido ao estudo dos ostracodes, o que provavelmente irá definir minha carreira como pesquisador. Professora, MUITO OBRIGADO!

Ao Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e à Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (COCTE) por toda infraestrutura para a realização do trabalho de pesquisa. Muito além disso, o Museu e o COCTE se tornaram minha segunda casa desde o período da graduação, em 2018, e serei eternamente grato pelas oportunidades que surgiram lá.

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica da Universidade Federal do Pará (PPGG-UFGPA).

Ao Dr. Hilton Tulio Costi pelo auxílio no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do MPEG e à Ana Paula Linhares, por todas as sugestões que contribuíram para o desenvolvimento do meu estudo.

Aos amigos que o Museu gentilmente me deu: Katiane Santos e Fabricia Sousa, por toda a paciência e disponibilidade de me ajudar, mesmo à distância; à Lorena Lisboa, por toda companhia das manhãs até o Museu.

Em especial, um enorme obrigado à Luiz Felipe Corrêa, que jamais hesitou em me ajudar e colaborar com meu estudo. Meu amigo, muito obrigado! Tenho imensa gratidão e honra por ter trabalhado ao seu lado por todos esses anos.

À Jhessica Malvina e Brenda Paresqui, que conheci de forma tão inesperada no PPGG e que tornaram tudo mais leve e divertido. Obrigado meninas!

À Denys Ferreira, que primeiramente foi meu professor e que depois se tornou um grande amigo, sempre me apoiando e incentivando a continuar no caminho incrível da paleontologia.

Aos meus amigos de longa data Rafael Oliveira, Suellen Barbosa e ao meu namorado Pedro Henrique, por todo carinho e apoio. Amo vocês!

No mais, deixo um MUITO OBRIGADO à todas as pessoas que de alguma forma, contribuíram para a realização do meu estudo.

“Everything you lose is a step you take.”

Taylor Swift

RESUMO

Os estudos dos ostracodes do Neógeno do oeste da Amazônia, iniciados em 1979, foram sobretudo de caráter taxonômico, com registro de uma fauna vasta, diversa e endêmica, representada, predominantemente, pelo gênero *Cyprideis*. Este gênero é eurihalino e capaz de se adaptar às mais diversas condições ambientais, como nível de salinidade da água, temperatura e oxigenação, apresentando elevada plasticidade ecofenotípica. Desta forma, a rápida resposta adaptativa do gênero aos bioeventos, durante a deposição do Sistema Pebas, no Neógeno, na região ocidental da Amazônia, levou ao desenvolvimento de características morfológicas peculiares e de elevada variação intraespecífica, dificultando a diferenciação de espécies do gênero dentro deste sistema. Ainda que diversos autores tenham estudado o gênero *Cyprideis* do Neógeno da Amazônia Ocidental, o número de espécies ainda é subestimado. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo, fazer o levantamento e o refinamento taxonômico das espécies deste gênero, de diferentes furos de sondagem (1AS-1-AM, 1AS-4-AM, 1AS-8-AM, 1AS-32-AM, 1AS-33-AM e 1AS-36-AM) perfurados na Amazônia ocidental, oeste do estado do Amazonas. Um total de 9353 valvas foram contabilizadas, nas quais foram identificadas 30 espécies e 8 gêneros de ostracodes. Destas, 22 espécies pertencem ao gênero *Cyprideis* e 8 pertencem à outros gêneros (*Cypria aqualica*, *Cytheridella danielopoli*, ?*Paracypris* sp., *Pellucistoma curupira*, *Penthesilenula olivencai*, *Perissocytheridea acuminata*, *Perissocytheridea ornellasae* e *Rhadinocytherura amazonensis*). As espécies *Cyprideis goeldiensis* e *Cyprideis javariensis* são novas e *Cyprideis* sp. 1 permanece em nomenclatura aberta. Uma nova variação da espécie *Cyprideis matorae* foi identificada e a espécie *Cyprideis santaelenae*, originalmente descrita para a Formação Pebas, é aqui registrada pela primeira vez para os estratos da Formação Solimões. A presença de espécies index, permitiu identificar quatro biozonas de ostracodes no testemunho 1AS-32-AM (Zona *Cyprideis caraionae*, Zona *Cyprideis minipunctata*, Zona *Cyprideis cyrtoma* e Zona *Cyprideis paralela*), compatíveis com a palinozona *Grimsdalea*, de idades do Mioceno médio ao superior. Uma nova zona de associação ostracodes nomeada Zona de Associação-*Cyprideis cyrtoma*, foi aqui proposta, a qual possui idade inferida no Tortoniano e registra os picos de abundância e diversidade de espécies, especialmente do gênero *Cyprideis*, ao longo dos testemunhos estudados aqui e em estudos anteriores. A grande predominância das espécies do gênero *Cyprideis* no material estudado, além da ocorrência associada de raros gêneros de água doce e marinha, apontam para um ambiente lacustre, semiconfinado, salobro e mesohalino.

Palavras-chave: micropaleontologia; ostracoda; *Cyprideis*; Formação Solimões; mioceno.

ABSTRACT

Studies of Neogene ostracods from the western Amazonia region, began in 1979, mainly dealing with taxonomic identification, recording a vast, diverse, and endemic fauna, predominantly represented by the *Cyprideis* genus. This genus is euryhaline and adaptable to the most diverse environmental conditions, such as water salinity level, temperature, and oxygenation, presenting high ecophenotypic plasticity. Thus, the rapid adaptive response of the genus to bioevents, during the deposition of the Pebas System, in the Neogene, in the western region of the Amazonia, led to the development of peculiar morphological characteristics and high intraspecific variation, making it difficult to differentiate species of the genus within this system. Although several authors have studied the *Cyprideis* genus from the Neogene of Western Amazonia, the number of species is still underestimated. In that context, the present study aimed to survey and taxonomic refinement of the species of this genus, from different boreholes (1AS-1-AM, 1AS-4-AM, 1AS-8-AM, 1AS-32-AM, 1AS-33-AM and 1AS-36-AM) drilled in the western Amazon, west of the state of Amazonas. A total of 9353 valves were counted, in which 30 species and 8 genera of ostracods were identified. Out of these, 22 species belong to the *Cyprideis* and 8 belong to other genera (*Cypria aqualica*, *Cytheridella danielopoli*, *?Paracypris* sp., *Pellucistoma curupira*, *Penthesilenula olivencai*, *Perissocytheridea acuminata*, *Perissocytheridea ornellasae* and *Rhadinocytherura amazonensis*). The species *Cyprideis goeldiensis* and *Cyprideis javariensis* are new and *Cyprideis* sp. 1 remains in open nomenclature. A new variation of the species *Cyprideis matorae* was identified and the species *Cyprideis santaelenae*, originally described for the Pebas Formation, is recorded here for the first time for the strata of the Solimões Formation. The presence of index species allowed the identification of four ostracod zones in core 1AS-32-AM (*Cyprideis caraionae* Zone, *Cyprideis minipunctata* Zone, *Cyprideis cyrtoma* Zone and *Cyprideis paralela* Zone), compatible with the *Grimsdalea* palynozone, from the middle to upper Miocene. A new Ostracod Association Zone named *Cyprideis cyrtoma* Association Zone is here proposed, which has an inferred age in the Tortonian and records the peaks of abundance and diversity of species, especially of the genus *Cyprideis*, throughout the cores studied herein and in those from previous studies. The great predominance of species of the *Cyprideis* genus in the studied material, in addition to the associated occurrence of rare freshwater and marine genera, points to a lacustrine, semi-confined, brackish and mesohaline environment.

Keywords: micropaleontology; ostracoda; *Cyprideis*; Solimões Formation; miocene.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo com a plotagem dos testemunhos utilizados como objeto de estudo. Fonte: Autor.....	3
Figura 2 - Mapa de localização da Bacia do Solimões. Fonte: Modificado de Linhares & Ramos (2022).....	4
Figura 3 - Carta estratigráfica da Bacia do Solimões, com destaque na Formação Solimões. Fonte: Wanderley Filho <i>et al.</i> (2007).	5
Figura 4 - Principais elementos morfológicos presentes na carapaça de um ostracode. A) <i>Trachyleberis</i> sp., valva esquerda em vista externa; B) <i>Trachyleberis</i> sp., valva esquerda em vista interna; C) <i>Krithe dolichodeira</i> , valva direita em vista externa; D) <i>Krithe dolichodeira</i> , valva direita em vista interna por transparência. A-C, fotos em microscopia eletrônica de varredura; D, em microscopia óptica. Escala: 100µm. Fonte: Bergue (2006).....	8
Figura 5 - Ilustrações das feições morfológicas internas típicas do gênero <i>Cyprideis</i> : a) Vista interna; b) Padrão das cicatrizes musculares; c) Padrão da charneira. Fonte: (b-c) Sandberg (1964); (a) Treatise on Invertebrate Paleontology, 1961.....	11
Figura 6 - Árvore filogenética do gênero <i>Cyprideis</i> proposta por Whatley <i>et al.</i> (1998) e posteriormente modificada por Muñoz-Torres <i>et al.</i> (2006).	13
Figura 7 - Mapa de distribuição das espécies identificadas. Fonte: Autor.....	31
Figura 8 - Distribuição estratigráfica e abundância dos ostracodes identificados no testemunho 1AS-33-AM. Fonte: Autor.....	36
Figura 9 - Biozonas de ostracodes identificadas no testemunho 1AS-32-AM. Fonte: Autor. .	37
Figura 10 - Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes do testemunho 1AS-32-AM. Fonte: Autor.....	39
Figura 11 - Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes identificadas no testemunho 1AS-4-AM. Fonte: Autor.	41
Figura 12 - Distribuição estratigráfica e abundância dos ostracodes identificados no testemunho 1AS-1-AM, com destaque para as espécies index e suas idades inferidas. Fonte: Autor.....	42

Figura 13 - Distribuição estratigráfica das espécies de <i>Cyprideis</i> da Formação Solimões, com base em testemunhos e afloramentos da Amazônia ocidental. Fonte: Modificado de Linhares <i>et al.</i> (2019).....	43
Figura 14 - Esquema de correlação bioestratigráfica e Zona de Associação – <i>Cyprideis cyrtoma</i> . O testemunho 1AS-7D-AM foi utilizado como referencial para inferências de datação.	45

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Geral	2
1.1.2 Específicos	2
2 ÁREA DE ESTUDO	3
2.1 GEOLOGIA REGIONAL	3
2.1.1 A Formação Solimões	6
2.1.2 Paleoambientes	7
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
3.1 OS OSTRACODES: CARACTERÍSTICAS GERAIS	8
3.2 O GÊNERO <i>CYPRIDEIS</i> JONES (1857)	9
3.2.1 O gênero <i>Cyprideis</i> das formações Solimões e Pebas	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 MATERIAL	18
4.2 MÉTODOS	18
4.2.1 Levantamento Bibliográfico	18
4.2.2 Preparação, triagem do material e aquisição de imagens	18
4.2.3 Confecção de mapas e plates	19
4.2.4 Identificação e descrição taxonômica	19
4.2.5 Idades e correlações dos testemunhos	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21

6 PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA	22
6.1 DISCUSSÕES TAXONÔMICAS	28
6.1.1 <i>Cyprideis santaelenae</i> Sousa & Ramos, 2023 (Estampa 6, Figuras 5-8)	28
6.1.2 <i>Cyprideis matorae</i> Gross <i>et al.</i> 2014 (Estampa 4, Figuras 1-25)	28
7 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA OSTRACOFUNA	30
8 IDADE E CORRELAÇÃO DOS TESTEMUNHOS DA FORMAÇÃO SOLIMÕES	32
9 PROPOSTAS DE BIOZONEAMENTO PARA OS TESTEMUNHOS AQUI ESTUDADOS	34
9.1 DATAÇÃO DO TESTEMUNHO 1AS-33-AM	34
9.2 BIOZONAS DO TESTEMUNHO 1AS-32-AM	37
9.3 TESTEMUNHO 1AS-4-AM	40
9.4 TESTEMUNHO 1AS-1-AM (Figura 12)	42
9.5 PROPOSTA DE ZONA DE ASSOCIAÇÃO DE OSTRACODES PARA A FORMAÇÃO SOLIMÕES	44
10 DISCUSSÕES	47
11 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL	48
12 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A – Número de valvas por espécies do gênero <i>Cyprideis</i> recuperadas por testemunho.	57
APÊNDICE B - Ocorrência e quantidade de espécimes recuperados dos demais gêneros nos testemunhos estudados.	58
APÊNDICE C – ESTAMPAS (DE 1 A 7)	59
APÊNDICE D – LISTAGEM DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>CYPRIDEIS</i> JÁ DESCRITAS NAS FORMAÇÕES SOLIMÕES E PEBAS	73

1 INTRODUÇÃO

A Formação Solimões representa o Neógeno da Bacia do Solimões, inserida na porção ocidental da Amazônia brasileira. Esta unidade contém uma grande variedade de microfósseis, principalmente ostracodes, sendo estes abundantes e diversos (Purper 1977ab, 1979, Purper & Pinto 1983, 1985, Muñoz-Torres *et al.* 1998, 2006, Gross *et al.* 2011, 2013, 2014, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Linhares & Ramos 2022, Sousa & Ramos 2023).

Os primeiros estudos foram realizados por Purper (1977, 1979), a qual descreveu uma série de gêneros e espécies novas, identificando uma ostracofauna peculiar e endêmica para o Neógeno da Amazônia brasileira, representada por uma associação mista, composta por gêneros típicos de ambientes variados (marinho, mixohalino e dulcícola). Nos anos seguintes, novos estudos foram realizados, trazendo contribuições de cunho taxonômico, ecológico, paleogeográfico, estratigráfico e evolutivo (Purper & Pinto 1983, 1985).

Posteriormente, Muñoz-Torres *et al.* (1998 e 2006) e Whatley *et al.* (1998), apresentaram uma revisão taxonômica ampla dos ostracodes identificados por Purper, utilizando amostras provenientes de furos de sondagem e afloramentos da Formação Solimões e de sua correlata a Formação Pebas (Peru); os autores identificaram que grande parte da diversidade apontada pela autora, representava uma significativa radiação, particularmente do gênero *Cyprideis*, com um grande número de espécies endêmicas para a região.

O gênero *Cyprideis* é eurihalino, e de grande plasticidade ecofenotípica, comumente associado a ambientes lacustres, estuarinos e costeiros, apresentando pleno desenvolvimento em águas salobras; possui ocorrência registrada do Oligoceno até o presente, e que devido à suas características morfológicas e biológicas serem muito singulares, constituem excelentes indicadores paleoambientais (Sandberg 1964, Gliozzi *et al.* 2017).

Durante o Neógeno, o gênero *Cyprideis* teve uma expressiva radiação nunca antes registrada em outras bacias sedimentares, levando a uma excepcional variabilidade morfológica entre as espécies e gerando grandes dificuldades na definição taxonômica das mesmas (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998, Gross *et al.* 2013, 2014). Esta diversidade do gênero se deu devido a evolução e à dinâmica dos ambientes que se estabeleceram na Amazônia Ocidental, durante este período, promovido principalmente por eventos geológicos, como o soerguimento da cordilheira andina, bem como as flutuações do nível dos oceanos (Hoorn *et al.* 2010, Friaes *et al.* 2022, Leandro *et al.* 2022).

Desta forma, apesar dos avanços nos estudos dos ostracodes na unidade em apreço, muitas espécies deste gênero encontram-se com nomenclatura aberta devido às variações intra-específicas, dificultando a individualização das mesmas (Gross *et al.* 2011, 2013, 2014). Além

disso, apesar da descoberta recente de novas espécies (Linhares & Ramos 2022, Sousa & Ramos 2023), o número de espécies do gênero *Cyprideis* ainda é subestimado.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo, dar continuidade no levantamento e definição das espécies do gênero *Cyprideis* (Família CYTHERIDEIDAE Sars 1925) presentes na Formação Solimões (Bacia do Solimões, estado do Amazonas, Brasil), contribuindo para o incremento da diversidade deste grupo na unidade, além de trazer novos dados paleobiogeográficos a partir da análise da distribuição destas espécies nos diferentes testemunhos estudados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Realizar a identificação taxonômica de espécies de ostracodes do gênero *Cyprideis* (Crustacea; Ostracoda), da Formação Solimões, Neógeno da Bacia do Solimões, provenientes de testemunhos de sondagem coletados no estado do Amazonas, Brasil, visando contribuir para o incremento do conhecimento taxonômico sobre a ostracofauna.

1.1.2 Específicos

- a) Revisar e identificar as espécies de ostracodes do gênero *Cyprideis* presentes em diferentes testemunhos já estudados da Formação Solimões;
- b) Registrar espécies do gênero *Cyprideis* desconhecidas na Formação Solimões e expandir o registro do gênero na Amazônia Ocidental;
- c) Verificar a distribuição estratigráfica e geográfica das espécies já conhecidas para a unidade.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 1) compreende 6 furos de sondagem realizados na Formação Solimões: 1AS-1-AM (S04°22' W70°01'), 1AS-4-AM (S04°12' W70°34'), 1AS-8-AM (S04°36' W70°16'), 1AS-32-AM (S04°32' W71°24'), 1AS-33-AM (S05°15' W71°33') e 1AS-36-AM (S06°26' W68°14'), os quais estão localizados na porção ocidental da Amazônia brasileira, a maioria próximo à fronteira com o Peru e a Colômbia.

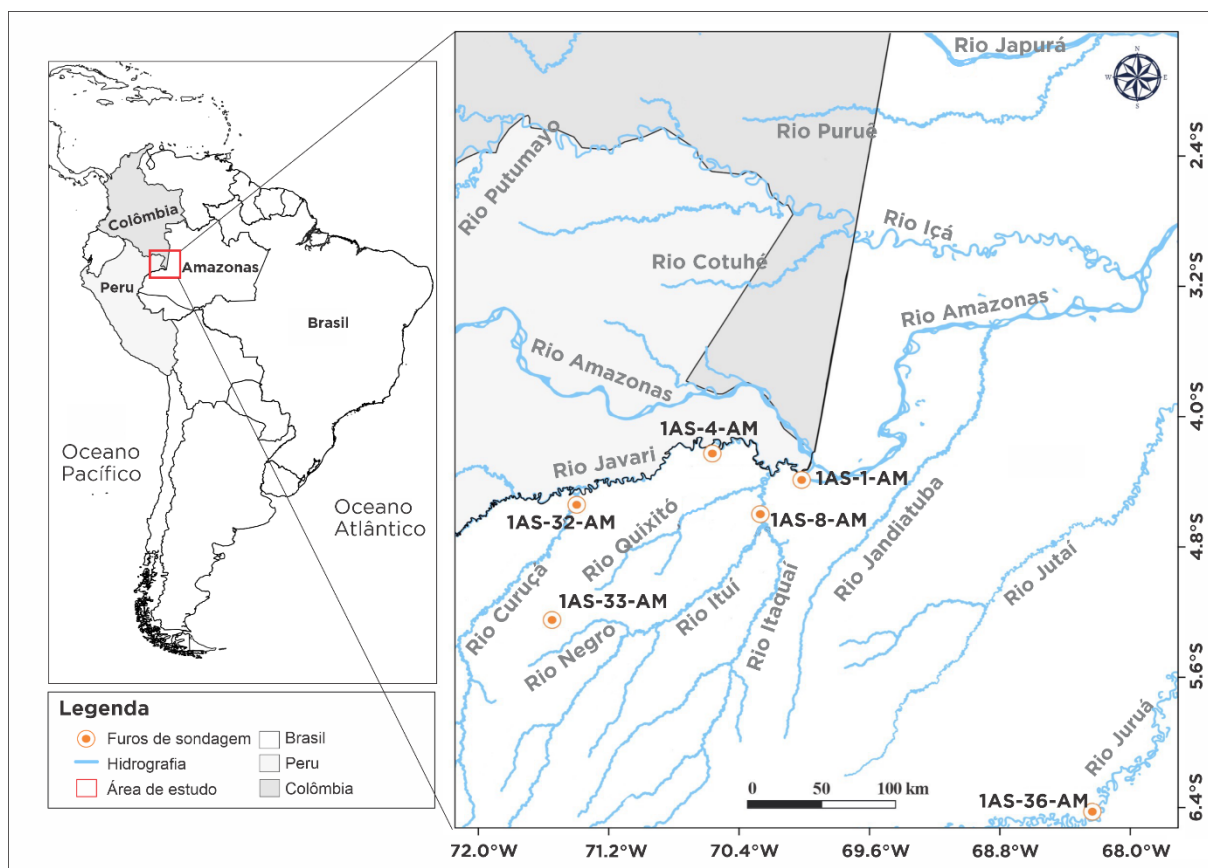


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo com a plotagem dos testemunhos utilizados como objeto de estudo. Fonte: Autor.

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia do Solimões (Figura 2) é classificada como sedimentar intracratônica Paleozóica, com orientação leste-oeste, que atualmente possui cerca de 480.000 km² de área sedimentar, sendo limitada o Escudo das Guianas, ao norte, o Escudo Brasileiro, ao sul, o Arco de Purus, a leste, e o Arco de Iquitos, a oeste; e está subdividida em duas: a sub-bacia do Jandiatuba (oeste) e Juruá (leste), ambas separadas pelo Arco de Carauari (Eiras *et al.* 1994, Wanderley Filho *et al.* 2007, 2010).

O arcabouço estratigráfico da Bacia do Solimões possui espessura de aproximadamente 3.800 m, na sub-bacia Juruá e 3.100 m na sub-bacia Jandiatuba, podendo ser dividido em cinco

sequências deposicionais (Figura 3), limitadas por discordâncias de abrangência regional (Barata & Caputo 2007).

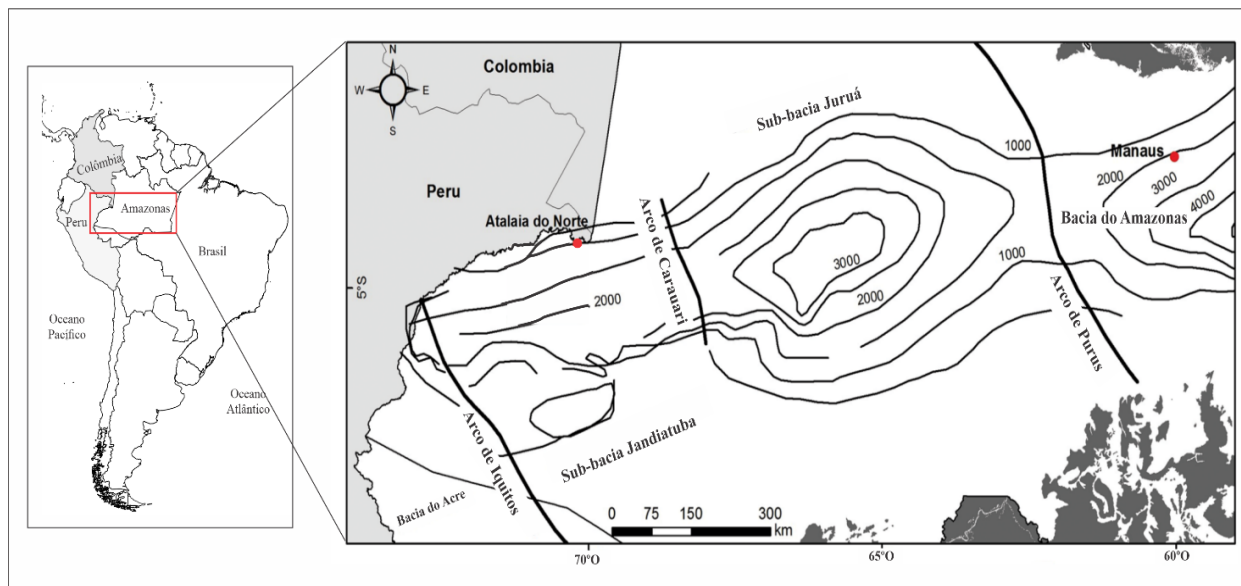


Figura 2 - Mapa de localização da Bacia do Solimões. Fonte: Modificado de Linhares & Ramos (2022).

A primeira sequência é datada no Ordoviciano, sendo representada pela Formação Benjamin Constant, litologicamente composta por arenitos mal selecionados, esbranquiçados e folhelhos cinzas e pretos, de ambiente marinho raso à costeiro; os estratos do Siluriano Superior-Devoniano Inferior, compreendem a Formação Jutai, formada por folhelho cinza escuro acastanhado, com intercalações de arenito branco fino e siltito cinzento; e ocorre ainda o Membro Biá, composto por uma seção de arenito grosso, siltito micáceo e folhelho preto (Caputo 1994, Eiras *et al.* 1994, Wanderley Filho *et al.* 2007).

A sequência do Devoniano Médio - Carbonífero Inferior, corresponde ao Grupo Marimari, sendo este, dividido em duas formações provenientes de incursões marinhas (Wanderley Filho *et al.* 2007): a Formação Uerê, com rochas como sillexitos e arenitos com espículas silicosas e a Formação Jandiatuba, constituída por folhelhos pretos e diamictitos. O Grupo Tefé é dividido pelas unidades Juruá, Carauari e Fonte Boa e corresponde a sequência Carbonífero Superior – Permiano, compondo-se por sedimentos siliciclásticos, carbonatos, e evaporitos marinhos e continentais (Caputo 1984). O aporte sedimentar fluvial pertence à Formação Alter do Chão, do Eocretáceo, a qual é disposta em discordância com o Grupo Tefé e a Formação Solimões, que compreende os estratos siliciclásticos e argilosos do Cenozoico. As soleiras e diques de diabásio, de idade triássica (205,7 Ma) intrudem as rochas paleozoicas da bacia, representando o tectonismo Penatecaua.

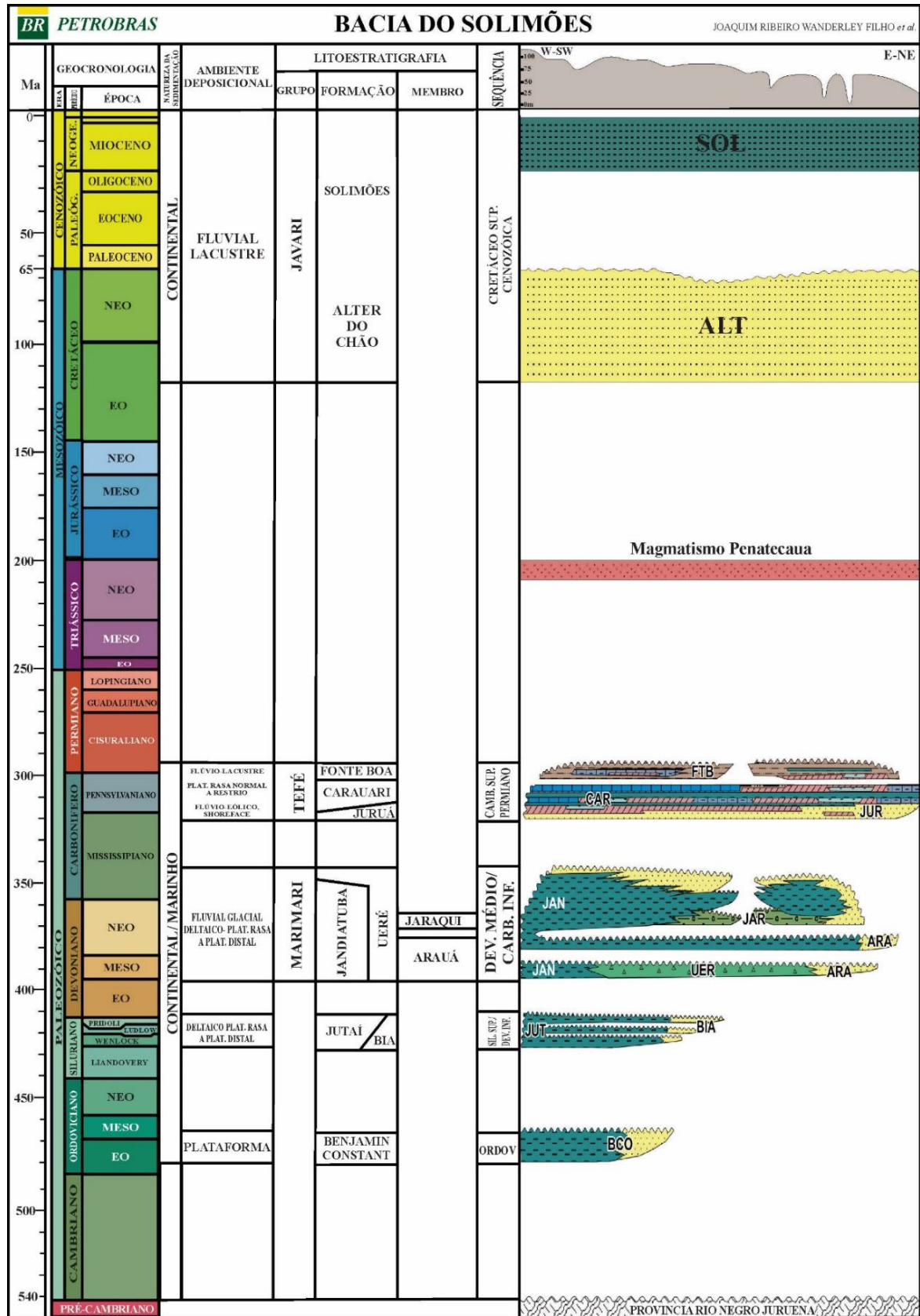


Figura 3 - Carta estratigráfica da Bacia do Solimões, com destaque na Formação Solimões. Fonte: Wanderley Filho *et al.* (2007).

2.1.1 A Formação Solimões

No Brasil, a Formação Solimões se estende por maior parte do Estado do Amazonas (na Bacia do Solimões), prolongando-se até o estado do Acre (na Bacia do Acre), atingindo espessura superior a 1000 m na região (Caputo 1984, Maia *et al.* 1977, Latrubesse *et al.* 2010). No Peru, a Formação Solimões é correlata à Formação Pebas (Maia *et al.* 1977, Hoorn 1994a) e aos estratos do “Terciário Amazônico”, na Colômbia (Hoorn 1994b). Tal correlação pode ser identificada principalmente por aspectos cronológicos, litoestratigráficos e paleontológicos, originados pelo mesmo contexto histórico geológico e paleoambiental (Hoorn *et al.* 2010, Antoine *et al.* 2017).

Litologicamente, os estratos da Formação Solimões são constituídos por argilitos e siltitos cinza esverdeados, escuros, com tonalidades que variam de castanho clara à escuro em sua transição a formação de linhitos; arenitos argilosos finos à médios, de coloração esbranquiçada, cinza esverdeada, amarelada ou marrom; brechas com fragmentos sub-angulares, com concreções carbonáticas, gipsíferas e ferruginosas e intercalações de linhitos; no topo da coluna sedimentar da unidade, ocorrem arenitos brancos pouco consolidados, com grãos sub-angulares a sub-arredondados de granulometria fina a grossa (Caputo *et al.* 1971, Maia *et al.* 1977, Wanderley Filho *et al.* 2007).

Diversos estudos paleontológicos desenvolvidos na Formação Solimões demonstram que a unidade apresenta um conteúdo fóssilífero bastante diversificado, constituído por microfósseis (Hoorn *et al.* 2010, Linhares *et al.* 2011, 2017, Gross *et al.* 2011, 2013, 2014, 2015, Leandro *et al.* 2022), moluscos (Wesselingh *et al.* 2002, 2006a, Wesselingh & Ramos 2010), peixes, aves (Latrubesse *et al.* 2010), répteis (Souza *et al.* 2016) e lenhos (Machado *et al.* 2012).

As idades dos depósitos da Formação Solimões foram inferidas por meio de estudos bioestratigráficos baseados em palinomorfos, moluscos e ostracodes, entretanto ainda não existe um consenso da extensão estratigráfica que a mesma atinge. De acordo com o biozoneamento palinoestratigráfico, os depósitos da unidade se estendem do Mioceno inferior ao Plioceno (Cruz 1984, Hoorn 1994b, Silva-Caminha *et al.* 2010, Leite *et al.* 2017, Kaschiniask & Silva-Caminha 2016, Silveira & Souza 2017). No entanto, estudos com moluscos (Wesselingh *et al.* 2006b) e ostracodes (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Linhares *et al.* 2017, 2019) restringem a unidade para o intervalo Mioceno inferior ao Mioceno superior. Além disso, estudos com base na datação absoluta obtida por meio de análise de grãos de zircão apontam idades deposição entre 11.42 ± 0.66 Ma, durante o Tortoniano (Kern *et al.* 2020).

2.1.2 Paleoambientes

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos visando compreender a evolução paleoambiental dos sistemas deposicionais do Neógeno na Amazônia Ocidental. Entretanto discussões e divergências nas interpretações ainda permanecem vigentes, principalmente pela presença de uma associação fossilífera que infere mistura de taxa de ambientes variados (dulcícolas com marinhos e salobros), já registrados desde os primeiros estudos na unidade (Purper 1977), bem como a falta de evidências no registro sedimentar das incursões marinhas inferidas por estudos paleontológicos.

De acordo com estudos sedimentológicos em seções aflorantes, a sedimentação dos depósitos da Formação Solimões se deu em condições de ambiente fluvial a flúvio-lacustre (Caputo *et al.* 1971, Radambrasil 1977, Maia *et al.* 1977, Caputo 1984, 1994^a, Latrubesse *et al.* 2010).

Entretanto, os estudos paleontológicos em seções aflorantes e em testemunhos de sondagem, inferem uma dinâmica evolutiva mais complexa estabelecida dentro de um sistema de paleoambientes fluvio-lacustre, com pântanos e deltas associados. Wesselingh *et al.* (2002) reconheceu um grande sistema, o qual o denominou “Lago Pebas” e, posteriormente, Hoorn *et al.* (2010) de “Mega-Wetland”. Hoorn (1993), menciona a presença de incursões marinhas na unidade, evidenciados por palinomorfos de origem marinha; e discute sobre a origem e extensão destas incursões na Formação Solimões.

Posteriormente, esta hipótese foi reforçada por outros autores que também registraram evidências de incursões marinhas com base em estudos geológicos e paleontológicos (Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Jaramillo *et al.* 2017, Leandro *et al.* 2022) reforçando a origem caribenha para estas incursões. Cabe ressaltar que as evidências das incursões marinhas com base nos fósseis foram detectadas através de estudos realizados em testemunhos de sondagem, as quais, segundo os autores, são recorrentes no Mioceno inferior, médio e superior. Entretanto, evidências destas incursões no registro sedimentar ainda são escassas, tendo estas um único registro por Räsänen *et al.* (1995), em seções aflorantes no estado do Acre.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 OS OSTRACODES: CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os ostracodes são microcrustáceos bivalves (Figura 4), pertencentes ao filo dos artrópodes, que podem ser encontrados nos mais diversos ambientes aquáticos (Smith & Horne 2002, Rodriguez-Lazaro & Ruiz-Muñoz 2012) e até mesmo em habitats terrestres (Martens *et al.* 2004). Estes, possuem o corpo envolvido por uma carapaça quitino-calcítica, cujas valvas são unidas por uma charneira, situada na região dorsal. Os ostracodes secretam uma carapaça fina, porém fortemente calcificada que pode ser substituída até oito vezes até atingir a idade adulta (Smith & Delorme 2010). Desta forma, um único ostracode pode depositar cerca de dezesseis valvas no sedimento do ambiente em que habita, com maiores chances de preservação, caso tal meio seja calmo e com condições favoráveis ao seu desenvolvimento (Coimbra *et al.* 2006). As carapaças dos ostracodes apresentam contornos que variam desde subovalado a subelíptico ou subretangular (Coimbra & Bergue 2011) e, quando adultos, podem medir entre 0,5 e 3 mm de comprimento, e em alguns casos raros, 30 mm de comprimento (Armstrong & Brasier 2005).

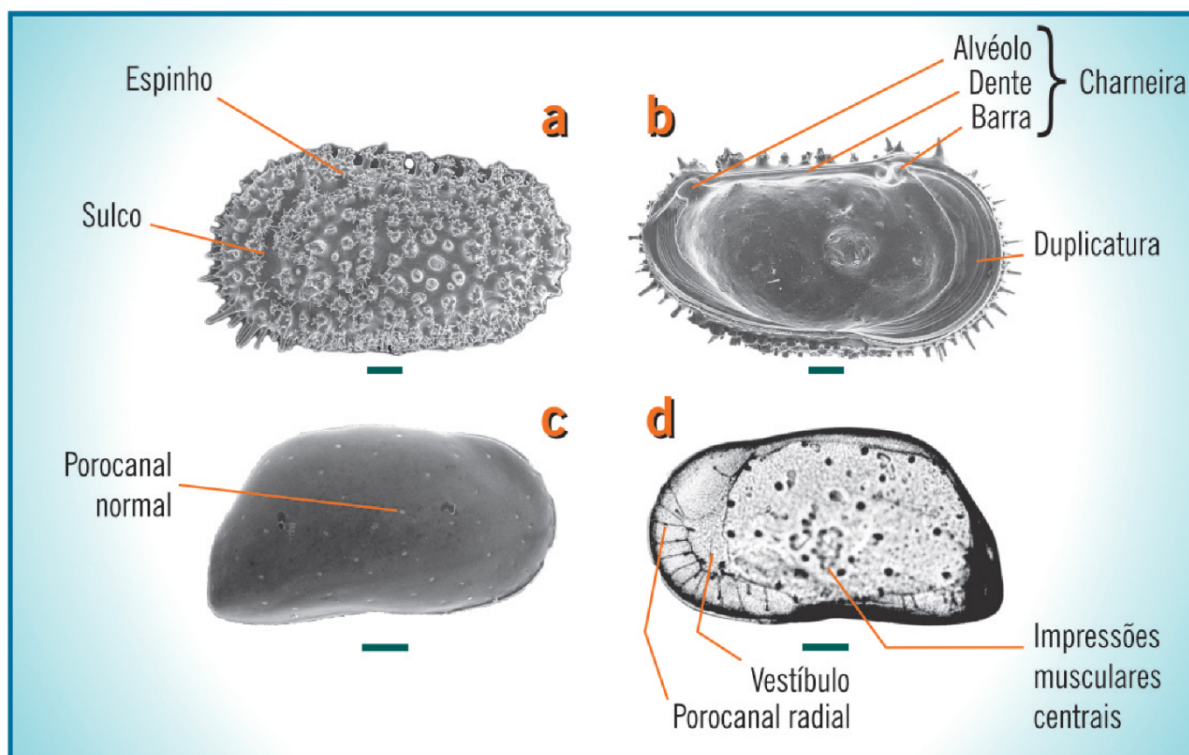


Figura 4 - Principais elementos morfológicos presentes na carapaça de um ostracode. A) *Trachyleberis* sp., valva esquerda em vista externa; B) *Trachyleberis* sp., valva esquerda em vista interna; C) *Krithe dolichodeira*, valva direita em vista externa; D) *Krithe dolichodeira*, valva direita em vista interna por transparência. A-C, fotos em microscopia eletrônica de varredura; D, em microscopia óptica. Escala: 100µm. Fonte: Bergue (2006).

As estruturas morfológicas diagnósticas dos ostracodes podem ser observadas tanto na superfície externa, como contorno, forma e ornamentação (espinhos, costelas, tubérculos, nódulos, reticulações, presença ou ausência de espinhos marginais), sulco, tipos de poros canais normais; quanto na superfície interna: cicatrizes musculares, estrutura da charneira (alvéolos, dentes, barras), presença ou não de vestibulo, duplicatura, lamela interna, tipos de porocanais marginais; além de outras características, dimorfismo sexual e tamanho das carapaças (Bergue 2006, Smith & Delorme 2010).

Os ostracodes têm seu registro fóssil mais antigo no Ordoviciano e possuem grande aplicabilidade em estudos bioestratigráficos, paleoecológicos, paleoceanográficos, paleoclimáticos, biogeográficos, além de auxiliar nas reconstruções e interpretações paleoambientais (Rodriguez-Lazaro & Ruiz-Muñoz 2012, Rodrigues *et al.* 2014). Esses microcrustáceos são muito sensíveis às variações ambientais; suas carapaças, desde sua formação têm o potencial de preservar informações geoquímicas e paleoambientais, (DeDeckker 2002, Bennett *et al.* 2011), podendo também ser utilizados como proxies ambientais para inferências como temperatura e salinidade (Horne *et al.* 2012).

3.2 O GÊNERO *CYPRIDEIS* JONES (1857)

O gênero *Cyprideis* faz parte da Família Cytherideidae Sars (1925), descrito originalmente por Jones (1857), o qual teve por diagnose “em formato, é similar a *Cytheridea*, no entanto é mais ovalada; espécie tipo com tubérculos espalhados na carapaça. Charneira com desenvolvimento entomodonte (Figura 5-b), similar a de Progonocytherinae, consistindo em vista lateral, de encaixe anterior longo e crenulado com cerca de 15 alvéolos, crista pós-adjacente alta, curta e crenulada fundindo-se com sulco raso, e encaixe posterior curto, crenulado com cerca de 6 alvéolos; áreas marginais regulares, com numerosos canais radiais retos; cicatrizes musculares (Figura 5-a) em fileira vertical de 4 cicatrizes adutoras, acima estão 3 cicatrizes menores, cicatriz antenal em forma de V em frente ao topo da fileira de adutoras e cicatriz mandibular em frente à base da fileira, com uma segunda cicatriz mandibular perto da margem ventral. Dimorfismo sexual pronunciado; diferente de *Cytheridea*, os óvulos maduros são recebidos na cavidade da carapaça para seu desenvolvimento [habitat tipicamente de água salobra]” (Tradução da diagnose original do *Treatise on Invertebrate Paleontology*, 1961).

No que se refere à sua distribuição estratigráfica, o gênero tem sua ocorrência mais antiga registrada no Oligoceno superior-Mioceno inferior com a espécie *Cyprideis traisensis* Malz & Triebel, 1970 (Tibert 2013). Devido à sua grande plasticidade ecnofenotípica, sua ampla distribuição geográfica de nível global e suas características morfológicas e biológicas

serem muito particulares, o gênero *Cyprideis* constitui uma excelente ferramenta a ser utilizada em estudos ecológicos e ambientais (Armstrong & Brasier 2005, De Deckker 2002, Smith & Delorme 2010).

Uma forte característica ecológica a ser ressaltada acerca do gênero *Cyprideis* é a sua capacidade adaptativa e flexibilidade às variações na salinidade no ambiente; e quanto à morfologia, a formação de nódulos laterais nas carapaças de algumas espécies é uma característica bastante estudada por diversos autores, sendo diretamente relacionada a falha na osmorregulação do organismo e ao baixo nível de salinidade do ambiente ($<5\text{‰}$), observada mais comumente nos últimos dois instares e que variam de posição e quantidade de acordo com a espécie. Tais estruturas nodais tiveram sua origem desconhecida por um tempo, e passaram a ser discutidas principalmente na *Cyprideis torosa*, hoje utilizada como indicadora de ambientes de salinidades mais baixas (Armstrong & Brasier 2005, De Deckker 2002, Keyser e Aladin 2004, Sandberg 1964, Smith & Delorme 2010).

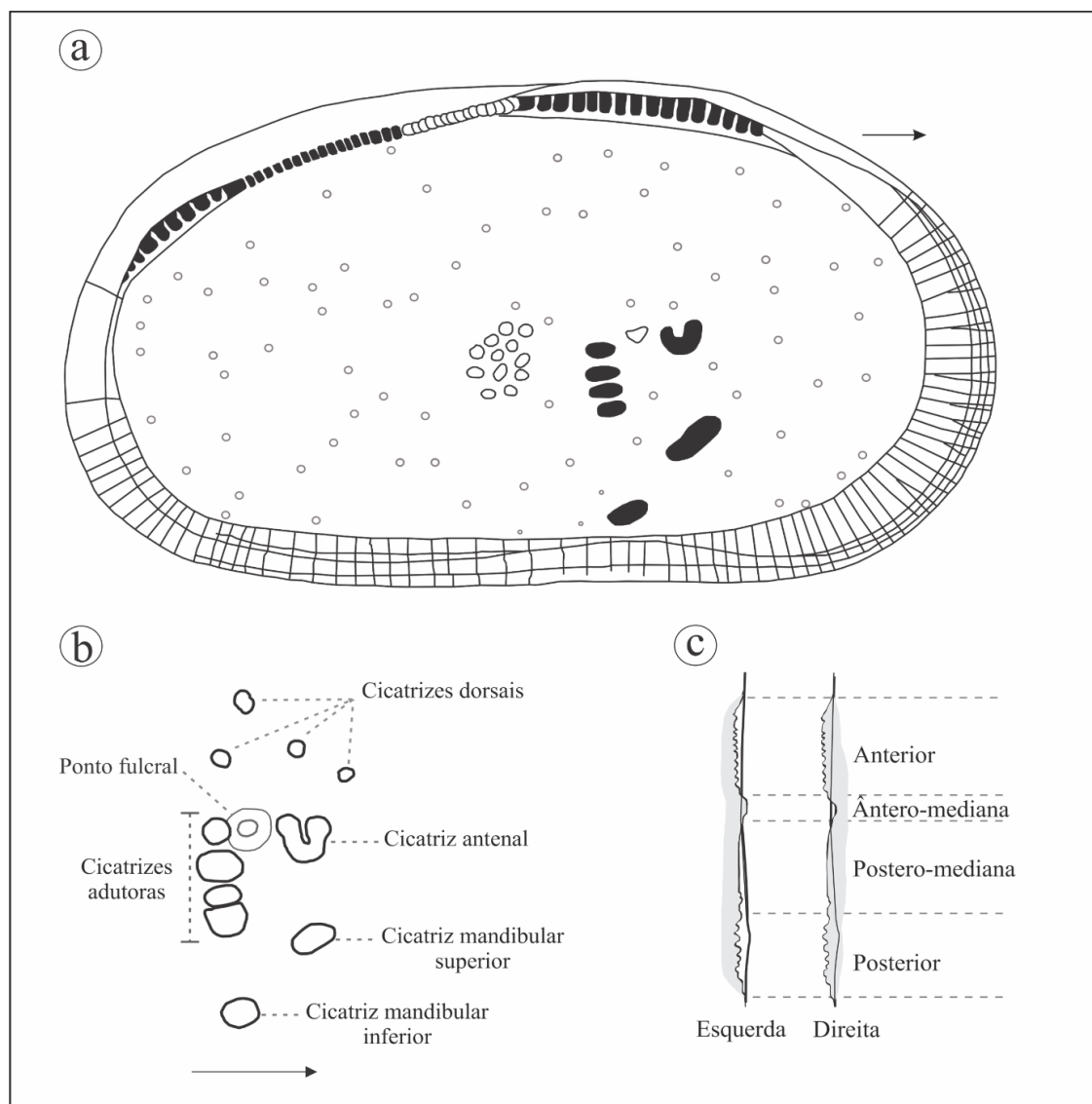


Figura 5 - Ilustrações das feições morfológicas internas típicas do gênero *Cyprideis*: a) Vista interna; b) Padrão das cicatrizes musculares; c) Padrão da charneira. Fonte: (b-c) Sandberg, 1964; (a) Treatise on Invertebrate Paleontology, 1961.

3.2.1 O gênero *Cyprideis* das formações Solimões e Pebas

No Brasil, os estudos relacionados à ostracofauna da Formação Solimões foram realizados inicialmente por Purper (1977, 1979), com material proveniente de três furos de sondagem (CPCAN-I, II e III) e um afloramento (Benjamin Constant). No estudo, são registrados seis novos gêneros e nove espécies na unidade, considerados endêmicos, além de serem associados a ambientes diversos (de água doce, salobra e marinha) e à idade pliocênica.

Purper (1979) identificou uma ostracofauna muito vasta, diversificada e endêmica com gêneros de água doce, salobra e marinha; a mesma, portanto, caracterizou a região como ambiente tipicamente mixohalino, com episódicas influências de água doce e marinha.

Sheppard & Bate (1980) estudaram os ostracodes de amostras provenientes de Pichua (Colômbia) e da Formação Pebas (Peru). Apesar de identificarem táxons de ambientes diversos,

muito semelhantes aos estudados por Purper (1979), os autores realizaram classificações taxonômicas distintas, propondo nove espécies novas e três novos gêneros (*Botulocyprideis*, *Otarocyprideis* e *Radhinocytherura*) trazendo alguns problemas para aspectos taxonômicos, os quais foram solucionados por Purper & Pinto (1985). A ostracofauna, foi interpretada como reflexo da formação de um sistema transicional complexo, envolvendo rios, lagos de água doce, lagoas de água salobra, e estreitas conexões com o mar. Devido à ocorrência de espécies marinhas, foi proposta a hipótese de pontuais incursões marinhas durante o Plio-Pleistoceno.

Segundo Purper & Pinto (1983; 1985), a hipótese levantada é de que existia um corpo de água salgada vindo de algum ponto e com posteriores atividades tectônicas, esta havia sido aprisionada nas bordas de lagos, onde argila e linhito se depositaram juntamente com faunas de águas doces e salobra. Por estar isolada neste ambiente, a fauna sofreria tal influência e seria obrigada a adaptar-se, o que justificaria a grande diversidade do gênero *Cyprideis* no ambiente da Formação Solimões. Posteriormente, Purper & Ornellas (1991), atrelaram peculiaridades morfológicas do gênero, como valvas grossas, ornamentação fraca, frequentemente pontuada, às influências dos níveis de salinidade do ambiente, o qual foi tido como mesohalino. Além disso, as autoras ainda ressaltaram as semelhanças morfológicas dos ostracodes recuperados com os descritos por Sheppard & Bate (1980).

Whatley *et al.* (1998) identificaram 14 espécies da Formação Solimões/Pebas do Mioceno da Amazônia ocidental, com amostras do Peru, Colômbia e Brasil. Neste trabalho, muitas das espécies já identificadas anteriormente em outros táxons, se mostraram pertencentes ao gênero *Cyprideis*. Os autores então atestaram a grande diversidade do gênero na região estudada e em seguida, propuseram uma árvore filogenética (Figura 6) baseada na evolução de duas linhagens: a de carapaça lisa, representada pela espécie *C. machadoi* e a de carapaça ornamentada, representada pela espécie *C. sulcosigmoidalis*. Assim, a grande diversidade deste

gênero foi interpretada como reflexo da evolução do paleoambiente, em um corpo de água salina estável e isolado.

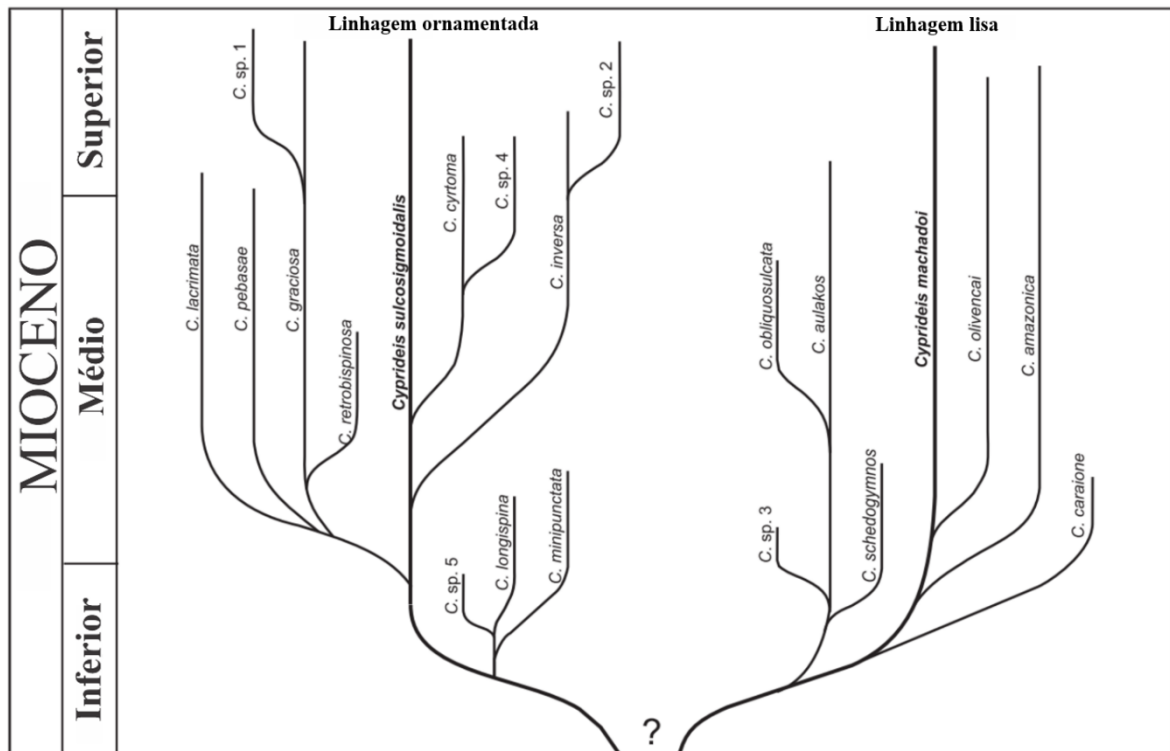


Figura 6 - Árvore filogenética do gênero *Cyprideis* proposta por Whatley *et al.* (1998) e posteriormente modificada por Muñoz-Torres *et al.* (2006).

Com base em 78 amostras de 18 localidades distintas do Brasil, Peru e Colômbia, Muñoz-Torres *et al.* (1998) registraram três Superfamílias de ostracodes, com 31 espécies endêmicas, onde o gênero *Cyprideis* foi representado por 17 destas e compôs cerca de 90% dos indivíduos recuperados. No estudo, seis novas espécies foram descritas.

Munoz-Torres *et al.* (2006) realizaram um vasto estudo da estratigrafia dos ostracodes do Mioceno da Bacia do Solimões. O material analisado no estudo consistiu em 125 amostras coletadas em 26 afloramentos pertencentes a Formação Pebas, sendo que 93% dos ostracodes recuperados pertencem ao gênero *Cyprideis*. No estudo, cinco zonas de ostracodes foram propostas, correspondendo: *Cyprideis aulakos* (final do Mioceno inferior - início do Mioceno médio), *Cyprideis caraionae* (início do Mioceno médio), *Cyprideis minipunctata* (do início ao meio do Mioceno médio), *Cyprideis obliquosulcata* (Mioceno médio) e *Cyprideis cyrtoma* (Mioceno médio - início do Mioceno superior), relacionadas biocronologicamente ao Mioceno Médio. O estudo reafirma ainda, a utilidade de ostracodes como ferramentas bioestratigráficas regionais. Além disso, foram adicionadas quatro espécies à árvore filogenética proposta por Whatley *et al.* (1998) e ratificam o fato de que o gênero *Cyprideis* constitui o grupo microfóssil mais abundante nas sequências sedimentares não marinhas da Formação Pebas.

Ramos (2006) realizou o estudo de ostracodes do Neógeno da Formação Solimões, com base em amostras sedimentares provenientes do afloramento Torre da Lua, nas proximidades do município de Eirunepé, no estado Amazonas, Brasil. No mesmo trabalho, uma nova espécie foi descrita, seis espécies endêmicas e uma espécie não identificada, foram registradas. A ostracofauna registrada sugeriu um ambiente deposicional fluvio-lacustre, com baixa energia e baixo grau de salinidade.

Wesselingh & Ramos (2010) com estudo de moluscos e ostracodes das formações Solimões e Pebas, discutiram sobre este evento de grande radiação e diversificação que ocorreu de forma semelhante para os dois grupos mencionados, durante o Mioceno, em um ambiente de sistema de lagos de longa duração na região da Amazônia ocidental. Além disso, esta fauna de invertebrados continha indicadores de restritas influências marinhas para a região.

Linhares *et al.* (2011) estudaram o conteúdo micropaleontológico do testemunho 1AS-31-AM, sudoeste do estado do Amazonas, no Brasil, inferindo a influência marinha durante o Mioceno. A biota encontrada apresentou uma mistura de taxa marinha, transicional e não marinha, típica da Formação Solimões. Os autores comentam, ainda, que a tradição do gênero *Cyprideis*, assim como a presença de estruturas nodulares nas valvas dos ostracodes demonstra uma abrupta mudança de salinidade no ambiente. E desta forma, as características morfológicas particulares destes fósseis está associada a eventos de incursão marinha. Além disso, a presença de foraminíferos planctônicos indica que a influência marinha tenha alcançado áreas que ainda não haviam sido registradas na literatura e que estas incursões chegaram até a porção central da Amazônia, durante meados do Mioceno Médio.

Gross *et al.* (2013), dando continuidade aos estudos de Ramos (2006), realizaram uma ampla investigação taxonômica da ostracofauna de seções aflorantes na região de Eirunepé, revelando uma assembleia diversa, composta por 19 espécies. O estudo apontou uma riqueza de ostracodes de água doce (*Cytheridella* e *Penthesilenula*) coexistindo com taxa de água salobra (*Cyprideis*). A fauna identificada, juntamente com valores muito leves de isótopos estáveis d18O e d13C realizados nos ostracodes de água doce e salobra, referiram-se a condições exclusivas de água doce.

Gross *et al.* (2014) estudaram os ostracodes do gênero *Cyprideis* provenientes de material de furo de sondagem (1AS-10-AM). Os autores avaliaram o valor diagnóstico de características morfológicas presentes nas valvas dos ostracodes e demonstraram a grande variação intraespecífica do gênero. Desta forma, baseados nestas variações morfológicas, os autores alocaram as espécies em grupos e subgrupos, e revisaram o modelo filogenético proposto por Muñoz-Torres *et al.* (1998); vinte espécies de *Cyprideis* já descritas na literatura

foram identificadas; destas, cinco foram reavaliadas, duas renomeadas, duas sinonimizadas; os autores descreveram ainda duas espécies novas. Com base na bioestratigrafia das espécies, o testemunho foi alocado nas biozonas *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis cyrtoma*, de idades do final do Mioceno Médio ao início do Mioceno Superior.

Gross *et al.* (2015) ainda com o material proveniente do testemunho 1AS-10-AM, realizaram a descrição da nova espécie *Pellucistoma curupira*, cujo gênero é típico de águas marinhas rasas. A ocorrência desta nova espécie foi associada com as incursões marinhas que ocorreram no início do Mioceno, na Bacia de Llanos, na Colômbia. No entanto, os autores ressaltaram que a migração da espécie para o sistema fluvio-lacustre da Formação Solimões teria ocorrido por meio de forésia aquática e que a espécie teria se adaptado às condições água doce. Além disso, as análises das assinaturas isotópicas realizadas, indicam condições essencialmente de água doce, e portanto a ocorrência da espécie não poderia ser considerada como um indicativo de incursões marinhas na região.

Linhares *et al.* (2017, 2019) realizaram análises micropaleontológicas e palinológicas em amostras provenientes de testemunhos de sondagens, localizados na região de Atalaia do Norte, estado do Amazonas, no Brasil. Os microfósseis identificados no material estudado constituíram foraminíferos, palinórmorfos, moluscos e ostracodes, além de dentes, espinhas e vértebras de peixes; os autores revisaram as biozonas propostas por Muñoz-Torres *et al.* (2006) e propuseram três possíveis eventos de incursão marinha na Formação Solimões. A presença de taxa de mangue representaria o primeiro evento, o qual teria ocorrido durante o Mioceno Inferior ao início do Mioceno Médio. O segundo (Mioceno Médio/início do Mioceno Superior) e terceiro evento (Mioceno Superior), foram inferidos a partir da ocorrência de taxa de água marinha, doce e salobra. Os autores constataram, ainda, a ocorrência de dois bioeventos de radiação do gênero *Cyprideis* que teriam ocorrido no final do Mioceno Médio e no início do Mioceno Superior, os quais foram relacionados às incursões marinhas.

Gross & Piller (2020) desenvolveram um estudo com enfoque nas águas salinas da Amazônia ocidental durante o Mioceno. Os mesmos ressaltam a anterior configuração de "Pebas Mega-wetland" da Amazônia, propulsora do desenvolvimento endêmico da ostracofauna e malocofauna da região. Foram estudadas assembleias de ostracodes e foraminíferos, compostas respectivamente por 21 e 3 espécies, provenientes de amostras do afloramento Porvenir (~55km de Iquitos, no Peru). Como resultado da pesquisa, a presença de foraminíferos calcários em associações a ostracodes de água salobra, indicaram a presença de águas salinas. Em contraste, outras análises químicas d18O e d13C, realizadas em valvas de 21 espécies de ostracodes e foraminíferos coexistentes, apresentaram índices constantemente

leves, indicando ambientes puramente de água doce. De acordo com os dados contrastantes, os autores abrem a hipótese de que a "Pebas Mega-wetland" foi episodicamente influenciada por descarga de água salina subterrânea, mas isotopicamente leve.

Medeiros *et al.* (2019) realizaram um estudo acerca dos ostracodes da Formação Solimões, utilizando material proveniente de furos sondagens, obtidos pela CPRM, na região de Atalaia do Norte. Foram identificadas 12 espécies de ostracodes, sendo que 9 destas pertencem ao gênero *Cyprideis*. Com base na distribuição estratigráfica dos ostracodes, os autores propuseram um biozoneamento (Mioceno) alternativo para a região de estudo, constituído por: *Cyprideis caraionae* (Serravaliano Médio), *Cyprideis multiradiata* (Serravaliano Superior-Tortoniano Inferior) e *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Tortoniano Superior).

Linhares & Ramos (2022) dando continuidade aos estudos dos ostracodes da Formação Solimões, por meio da análise de três furos de sondagem da região de Atalaia do Norte, no estado do Amazonas, identificaram 30 espécies entre 9 gêneros, sendo 2 espécies identificadas como novas para a literatura. Foi reconhecida a predominância do gênero *Cyprideis* no material estudado, representado por 19 espécies. No estudo, é ressaltada a grande problemática da variabilidade intraespecífica do gênero *Cyprideis*, que pode estar relacionada à adaptabilidade do gênero em meio às mudanças ambientais causadas pelas incursões marinhas, a qual interfere diretamente na classificação taxonômica dos ostracodes, trazendo consequências negativas para interpretação de outros dados (filogenéticos, bioestratigráficos, paleoecológicos e paleobiogeográficos). Algumas variações nas estruturas morfológicas foram identificadas nas valvas de algumas espécies, como por exemplo, a presença de estruturas nodulares e tubérculos, as quais estão associadas a intervalos influenciados por condições marinhas durante o Mioceno na Amazônia.

Sousa & Ramos (2023), realizaram o estudo taxonômico dos ostracodes proveniente de nove afloramentos da Formação Pebas, em Iquitos, no Peru. Compondo a ostracofauna da área de estudo, as autoras identificaram 8 gêneros e 22 espécies, sendo o gênero *Cyprideis*, mais uma vez, o mais abundante, com 3 novas espécies descritas: *Cyprideis indianensis*, *Cyprideis soledadensis* e *Cyprideis santaelenae*. Pela primeira vez, as espécies *C. anteroespinosa* Purper & Ornellas, 1991, *Cyprideis marginuspinosa* Purper & Ornellas, 1991, *Cyprideis retrobispinosa* Purper & Pinto, 1983, e *Cyprideis krsticae* Purper & Pinto, 1985 foram registradas na Formação Pebas. As interpretações paleoambientais no estudo foram realizadas com base na composição taxonômica da ostracofauna identificada, a qual sugeriu que um lago

oligohalino ou uma lagoa de água salobra predominaram na área de estudo do Mioceno Médio ao Mioceno Superior.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O material de estudo corresponde a 103 lâminas para microfósseis calcários provenientes de 6 furos de sondagem (Tabela 1) da região oeste da Amazônia brasileira. Os furos de sondagem foram realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em associação ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), durante a execução do projeto Carvão no Alto Solimões (1975), com o objetivo de investigar o potencial linhítico na região da Amazônia ocidental, contando com um total de 84 furos de sondagem.

Tabela 1 - Informações gerais dos testemunhos estudados.

Testemunho	Localização	Latitude (S)	Longitude (W)	Cota	Profundidade	Nº de lâminas
1AS-1-AM	Benjamin Constant - Rio Javari	04°22'	70°01'	74 m	283,00 m	14
1AS-4-AM	São Raimundo - Rio Javari	04°12'	70°34'	90 m	408,09 m	13
1AS-8-AM	Ladário – Rio Itaquai	04°36'	70°16'	71 m	411,45 m	32
1AS-32-AM	Tambaquí - Rio Curuçá	04°32'	71°24'	97 m	361,50 m	28
1AS-33-AM	Canamã – Rio Curuçá	05°15'	71°33'	100 m	404,15 m	11
1AS-36-AM	Itamarati - Rio Juruá	06°26'	68°14'	103 m	306,40 m	5

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Levantamento Bibliográfico

Foi realizado por meio de livros, artigos científicos, teses e dissertações relacionados à: a) ecologia da classe Ostracoda; b) taxonomia dos ostracodes; c) geologia da Bacia do Solimões, com foco na Formação Solimões. As principais plataformas utilizadas para consulta foram: Portal de Periódicos da CAPES e Scientific Electronic Library Online (SciELO).

4.2.2 Preparação, triagem do material e aquisição de imagens

Parte do material utilizado no presente estudo foi previamente preparado no laboratório de microfósseis calcários da Universidade Federal Rio Grande do Sul (UFRGS- Departamento de Geociências) e parte no Laboratório de Sedimentologia e Lâminas Delgadas, na Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (COCTE-MPEG), onde as amostras foram processadas por métodos usuais para o grupo, passando pelas

seguintes etapas: pesagem, lavagem, peneiramento em 32, 60 e 80 *mesh* e secagem em estufa a 60°C.

Estes testemunhos foram previamente estudados por Purper & Pinto (1983, 1985), Purper & Ornellas (1991), Linhares *et al.* (2017, 2019) e Linhares & Ramos (2022), para os quais os ostracodes foram selecionados com auxílio de microscópio estereoscópico e separados em lâminas específicas para microfósseis, devidamente etiquetadas por numeração do furo de sondagem e suas respectivas profundidades.

Para o presente estudo, foi realizado uma releitura destas lâminas para a revisão e identificação taxonômica das espécies. Para isto, foi realizada a contagem dos espécimens, por espécie, por lâmina; após a identificação das espécies foram selecionados os exemplares melhor preservados de cada espécie os quais foram limpos, colados em *stubs*, metalizados e fotografados em Microscópio Eletrônico de Varredura (modelo LEO 1450VP) do MPEG; o material tipo será depositado na coleção de tipos e figurados do Acervo de Paleontologia do MPEG.

4.2.3 Confecção de mapas e plates

Após a aquisição das imagens em MEV, as mesmas foram editadas nos softwares Adobe Photoshop (CS3 BR) e Corel Draw para a confecção das estampas.

A confecção de mapas foi realizada com arquivos no formato .shapefile, adquiridos no site ibge.gov.com, e formato .kmz, criados no Google Earth; posteriormente os arquivos de ambos os formatos mencionados foram agrupados e editados por meio dos softwares QGIS 2022 e Corel Draw.

4.2.4 Identificação e descrição taxonômica

A revisão, identificação e descrição taxonômica dos ostracodes foi realizada nos testemunhos 1AS-1-AM, 1AS-4-AM, 1AS-8-AM, 1AS-32-AM, 1AS-33-AM e 1AS-36-AM; os demais testemunhos foram utilizados para compor os biozoneamentos e demais interpretações; as análises foram realizadas por meio da observação e descrição das características diagnósticas, como estruturas morfológicas internas e externas das carapaças dos ostracodes, evidenciadas pelas fotomicrografias obtidas em MEV.

O material tipo de Purper (1979), Purper & Ornellas (1991), do acervo UFRGS, assim como os tipos de Linhares *et al.* (2011, 2017), Gross *et al.* (2014), Linhares & Ramos (2022) e Sousa & Ramos (2023), que encontram-se depositados no acervo Micropaleontologia da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, foram

consultados para estudo comparativo bem como auxiliar na revisão e identificação das espécies novas.

4.2.5 Idades e correlações dos testemunhos

Para as datações relativas e propostas de biozoneamento dos testemunhos estudados seguiu-se aqui as propostas bioestratigráficas de ostracodes de Munoz-Torres *et al.* (2006) e de Linhares *et al.* (2019) bem como os biozoneamentos palinoestratigráficos propostos para a Formação Solimões já publicados na literatura (Hoorn 1993, Linhares *et al.* 2019, entre outras citada no presente trabalho). O testemunho 1AS-7D-AM, o qual está geograficamente próximo aos testemunhos aqui estudados, foi utilizado como referencial para a correlação estratigráfica. Para fins de correlação entre os testemunhos, estes foram dispostos geograficamente no sentido Oeste-Leste, e o datum adotado foi o nível 0 do mar e as altitudes de cada testemunho.

Para a proposta da Zona de associação utilizou-se o Internacional Code of Stratigraphic Nomenclature (ICSN), e a integração dos dados aqui levantados de distribuição estratigráfica e geográfica dos ostracodes do gênero *Cyprideis* bem como os já publicados na literatura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente estudo, foram identificadas 30 espécies de ostracodes, sendo 22 destas pertencentes ao gênero *Cyprideis* (Apêndice C – Estampas 5 e 6), o qual teve 2 novas espécies descritas: *Cyprideis goeldiensis* sp. nov. (Apêndice C – Estampa 1), *Cyprideis javariensis* sp. nov. (Apêndice C – Estampa 2); além da espécie *Cyprideis* sp. 1 (Apêndice C – Estampa 3), a qual permaneceu com nomenclatura aberta, por falta de material.

No que se refere às demais espécies identificadas, estas correspondem a: *Cyprideis amazonica* Purper (1979), *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto (1985), *Cyprideis curucae* Gross *et al.* (2014), *Cyprideis cyrtoma* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten (1998), *Cyprideis inversa* Purper & Pinto (1983), *Cyprideis ituiiae* Gross *et al.* (2014), *Cyprideis longispina* Purper (1979), *Cyprideis machadoi* Purper (1979), *Cyprideis marginuspinosa* Purper & Ornellas (1991), *Cyprideis matorae* Gross *et al.* (2014), *Cyprideis minipunctata* Purper & Ornellas (1991), *Cyprideis multiradiata* Purper (1979), *Cyprideis munoztorresi* Gross *et al.* (2014), *Cyprideis olivencai* Purper (1979), *Cyprideis paralela* Purper (1979), *Cyprideis retrobispinosa* Purper & Pinto (1983), *Cyprideis santaelenae* Sousa & Ramos (2023), *Cyprideis schedogymnos* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten (1998), *Cyprideis sulcosigmoidalis* Purper (1979).

Além disso, também ocorrem 7 gêneros, representados por 8 espécies (Apêndice C – Estampa 7), sendo estas: *Cypria aqualica* Sheppard & Bate (1980), *Cytheridella danielopoli* Purper (1979), ?*Paracypris* sp., *Pellucistoma curupira* Gross *et al.* (2015), *Penthesilenula olivencai* Purper (1979), *Perissocytheridea acuminata* Purper (1979), *Perissocytheridea ornellasae* Purper (1979) e *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate (1980).

6 PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA

Abreviações utilizadas: Car = carapaça; VD = valva direita; VE = valva esquerda; mm = milímetros;

Classe Ostracoda Latreille, 1802
 Ordem Podocopida Sars, 1866
 Superfamília Cytheroidea Baird, 1850
 Família Cytherideidae Sars, 19250
 Subfamília Cytherideinae Sars, 1925
 Gênero *Cyprideis* Jones, 1857

Espécie tipo: *Candona torosa* Jones, 1850.

***Cyprideis goeldiensis* sp. nov.**
 (Estampa 1, Figuras 1-34)

Non 1979 *Cyprideis graciosa* Purper, 1979. 229-230, pl. 3, figs. 1-9.
 Non 1991 *Cyprideis graciosa* Purper. Purper & Ornellas, 26-28, pl.1, figs. 10-1.
 Non 2014 *Cyprideis* aff. *graciosa* (Purper, 1979). Gross *et al.* 24-26, pl. 6, figs. 33-43.
 2014 *Cyprideis* aff. *graciosa* (Purper, 1979). Gross *et al.* 24-26, pl.7, figs. 1-20.

Holótipo. Fêmea, carapaça, MPEG_RF_01.

Parátipo. Espécime figurado na Estampa 1, macho (MPEG_RF_04).

Figurados. MPEG_RF_02, MPEG_RF_03, MPEG_RF_05-MPEG_RF_14 (APÊNDICE C).

Localidade Tipo. Testemunho 1AS-1-AM (90 m).

Material. 63 valvas, 9 carapaças.

Derivação do nome. Em homenagem ao pesquisador Emílio Goeldi.

Tabela 2 - Dimensões: material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	MPEG_RF_01	Holótipo	0.87	0.47	0.39
Macho	MPEG_RF_04	Parátipo	0.88	0.45	0.35

Diagnose. Espécie de contorno subretangular, com oito espinhos que ocorrem ao longo de toda a margem anterior. Margem posterior truncada. Região pósterovenral com cerca três pequenos espinhos vestigiais e um bem desenvolvido mais próximo a região ventral. Sulco discreto, na região média da linha dorsal. Superfície com forte reticulação, quase lisa na região anterior. Lamela interna espessa. Forte dimorfismo sexual.

Descrição. Contorno subretangular (fêmea) à subtriangular (macho) em vista lateral. Notável ângulo cardinal inclinado, criando uma convexidade na margem dorsal. Margem anterior com flange bem desenvolvida, ocorrendo cerca de oito espinhos grossos e espaçados entre si, podendo ocorrer espinhos menores associados. Margem ventral da valva direita com leve concavidade oral e valva esquerda quase reta. Margem posterior truncada, com quatro espinhos posteroventrais, sendo três quase sempre vestigiais, além de um longo e desenvolvido mais próximo a margem ventral.

Charneira típica do gênero, bem desenvolvida, com elementos positivos na valva direita, dividida em quatro elementos: o anterior é o mais expressivo com nove dentes; elemento antero-mediano crenulado e curto; elemento pósteromediano também crenulado, no entanto é mais longo; elemento posterior com seis dentes. Os elementos da charneira da valva esquerda são negativos, sendo complementados pelos elementos da valva direita. A lamela interna é bem desenvolvida, espessa e marcada em ambas as valvas. Sulco posicionado na região antero-mediana dorsal, levemente marcado, sendo mais perceptível na valva esquerda. Superfície fortemente reticulada e na região anterior é quase lisa. Conjunto de impressões musculares típicas do gênero. Cicatrizes centrais constituem em uma fileira vertical de quatro impressões adutoras, uma impressão frontal em formato de V e um ponto fulcral; um grupo de cicatrizes dorsais acima das centrais; duas cicatrizes mandibulares abaixo das centrais, uma inferior menor e outra superior maior.

Dimorfismo sexual evidente, onde as fêmeas são mais infladas que os machos, os quais são mais alongados e afilados com margem posterior subtriangular, e margem anterior com espinhos bem mais longos e desenvolvidos.

Discussão. *Cyprideis goeldiensis* sp. nov. é semelhante à espécie *C. graciosa* Purper, 1979 entretanto difere no contorno, onde a espécie aqui descrita é mais subretangular enquanto que *C. graciosa* apresenta contorno subtriangular, com margem postero dorsal mais inclinada em direção posterior; ainda difere no padrão de ornamentação onde *C. graciosa* tem ornamentação fortemente pontuada nas margens, diferindo da superfície lisa das margens de *C. goeldiensis* sp. nov., presença de espinho postero-ventral na valva esquerda, ausente na espécie aqui descrita e espinhos anteriores e posteriores menos desenvolvidos e com, flange postero-ventral mais larga do que em *C. goeldiensis* sp. nov.

Gross *et al.* (2014) faz referência à *Cyprideis* aff. *graciosa* (Plate 6, Figs. 33-44; Plate 7, Figs. 1-20) agrupando uma diversidade de exemplares as quais os autores consideram muito semelhantes à *C. graciosa* mas que diferem no padrão de ornamentação observados deixando-

as em classificação aberta. Parte dos exemplares ilustrados (Pl. 6, figs. 33-44) em Gross *et al.* (2014) divergem da espécie aqui descrita principalmente no padrão de ornamentação mais pontuado do que a forte reticulação presente em *C. goeldiensis* sp. nov., além de costelas marginais mais finas, e espinhos antero e postero-marginais, quando presentes, mais alongados. Além disso, possuem média de tamanho menor que a da nova espécie aqui descrita. Os demais exemplares ilustrados por Gross *et al.* (2014) como *C. aff. graciosa* (pl. 7, figs. 1-20) são muito semelhantes à espécie *C. goeldiensis* sp. nov., que apesar de serem um pouco menores e diferindo somente nos espinhos marginais postero-ventrais que são mais desenvolvidos e preservados em Gross *et al.* (2014) são aqui considerados como sendo a mesma espécie.

Cyprideis goeldiensis sp. nov. é bastante semelhante à *Cyprideis indianensis* Sousa & Ramos 2023, descrita para os depósitos do Neógeno da Formação Pebas, região de Iquitos, no Peru, entretanto difere na ornamentação das margens a qual é lisa na espécie aqui descrita e ornamentada na segunda, e nos espinhos marginais anteriores que são mais alongados e mais espessos em *C. goeldiensis* sp. nov. e em maior número, com oito espinhos presentes, enquanto que *C. indianensis* apresenta sete espinhos anteromarginais. Margem posterior mais truncada em *C. goeldiensis* sp. nov. e de maior tamanho.

Distribuição geográfica e estratigráfica. No presente estudo: testemunhos 1AS-1-AM (90m, 103.5m), 1AS-32-AM (41m, 50m) e 1AS-8-AM (110.60m, 110.80m); no testemunho 1AS-14-AM (Gross *et al.* 2014).

***Cyprideis javariensis* sp. nov.**
(Estampa 2, Figuras 1-32)

Holótipo. Fêmea, carapaça, MPEG_RF_15 – MPEG_RF_16.

Parátipo. Espécimes figurados na Estampa 2, machos (MPEG_RF_19 – MPEG_RF_20).

Figurados. MPEG_RF_17, MPEG_RF_18, MPEG_RF_21-MPEG_RF_28 (APÊNDICE C).

Localidade Tipo. 1AS-32-AM (41m)

Material. 1335 valvas, 25 carapaças.

Derivação do nome. Em alusão ao rio Javari, o qual está situado próximo a localidade tipo da nova espécie.

Tabela 3 - Dimensões: material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	MPEG_RF_15	Holótipo	0.88	0.50	-
	MPEG_RF_16				
Macho	MPEG_RF_19	Parátipo	0.98	0.99	-
	MPEG_RF_20				

Diagnose. Espécie subretangular em vista lateral. Margem dorsal com leve concavidade na região mediana e truncada para a região anterior. Margem anterior arredondada com costelas bem marcadas na valva esquerda e com cerca de nove espinhos espaçados, curvados em direção à região marginal e ventral, ambas as valvas. Margem ventral quase reta, com concavidade oral discreta. Margem posterior truncada, com flange curta e de três a quatro espinhos vestigiais, e um espinho longo e bem desenvolvido na região mais inferior. Reticulação pontuada, sendo mais frequente nas regiões marginais e mais lisa na região anterior. Sulco moderadamente marcado, inclinado em direção a porção anterior.

Descrição. Espécie de contorno subretangular em vista lateral. Margem dorsal com leve concavidade na região mediana, seguido por um leve ângulo cardinal e truncada para a região anterior. A margem anterior é arredondada com costelas marcadas, onde ocorrem cerca de nove espinhos espaçados de tamanho médio, que se curvam em direção à região marginal e ventral. Margem ventral quase reta, sendo discretamente sinuosa onde ocorre a concavidade oral. A margem posterior é truncada sendo mais arredondada na valva esquerda; a flange posteroventral é curta, com a ocorrência de três a quatro espinhos inconspícuos, além de um espinho longo e mais desenvolvido na região mais inferior. Reticulação pontuada, se tornando mais frequente nas regiões marginais e quase lisa na região anterior. Sulco moderadamente marcado, situado na região anteromediana dorsal, inclinado em direção a porção anterior. Forte dimorfismo sexual, com fêmeas menores, em geral, mais infladas e de aparência sub-oval, enquanto os machos são mais longos, afilados na região posterior.

Discussão. *Cyprideis javariensis* sp. nov. assemelha às espécies *Cyprideis marginuspinosa* Purper & Ornellas (1991) e *Cyprideis indianensis* Sousa & Ramos (2023). Sendo assim, as espécies foram comparadas a seguir (espécie/fêmea/macho) de forma mais detalhada individualmente.

***Cyprideis javariensis* sp. nov x *Cyprideis marginuspinosa* Purper & Ornellas 1991
(Estampa 6, Figuras 17-20)**

Fêmea - as fêmeas das espécies mencionadas podem ser bem diferenciadas quando ao contorno, no qual *C. marginuspinosa* é menos oval e inflada; no padrão de reticulação, que em *C. javariensis* sp. nov se mostra mais forte, enquanto *C. marginuspinosa* é frequentemente pontuada; e nos espinhos, que são mais espessos e curvados em *C. javariensis* sp. nov.

Macho - os machos diferem principalmente quanto à reticulação, que em *Cyprideis marginuspinosa* tende a ocorrer um padrão mais frequente de pontuação; as costelas marginais são mais evidentes; a flange da margem anterior é mais espessa do que em *C. javariensis* sp. nov. Além disso, a linha dorsal é levemente côncava, o que dá um contorno mais subtriangular para a espécie, enquanto em *C. javariensis* sp. nov é reta. Na região ventral de *C. marginuspinosa* ocorre uma sinuosidade próxima a concavidade, diferindo de *C. javariensis* sp. nov que possui margem ventral reta, paralela à linha dorsal.

***Cyprideis javariensis* sp. nov x *Cyprideis indianensis* Sousa & Ramos 2023.**

Fêmea - apesar de terem algumas semelhanças em uma visão geral, as espécies podem ser distinguidas por: tamanho, uma vez *C. javariensis* sp. nov. é maior; contorno, onde *C. indianensis* mostra-se mais alongada e subretangular, enquanto *C. javariensis* sp. nov. possui um contorno mais arredondado; e por seus espinhos anteriores, que em *C. javariensis* sp. nov. ocorrem curvados e maiores e em *C. indianensis*, os mesmos são curtos e retos.

Macho - os machos de ambas espécies são bem distintos. *C. indianensis* é menor, mais afilado com contorno subtriangular, com margem ventral levemente côncava. Enquanto *C. javariensis* sp. nov. é maior e possui contorno subretangular, com margem dorsal e ventral quase paralelas, além de possuir espinhos maiores e curvados.

Distribuição geográfica e estratigráfica. No presente estudo: testemunhos 1AS-1-AM (90m) e 1AS-32-AM (41m, 50m, 70m, 107m).

***Cyprideis* sp. 1
(Estampa 3, Figuras 1-18)**

Material. 6 valvas.

Tabela 4 - Dimensões: material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	MPEG_RF_29	Figurado	0,82	0,43	-
Fêmea	MPEG_RF_30	Figurado	0,82	0,44	-
Macho	MPEG_RF_31	Figurado	0,83	0,41	-
Macho	MPEG_RF_32	Figurado	0,94	0,45	-
Macho	MPEG_RF_33	Figurado	0,84	0,42	-
Macho	MPEG_RF_34	Figurado	0,82	0,41	-

Observações. Espécie de contorno sub-oval (fêmea) a subtriangular (macho) em vista lateral. A margem dorsal é levemente convexa, com ângulo cardinal bem discreto na fêmea, enquanto no macho já é mais pronunciado, truncando para a região anterior. Margem anterior arredondada, com aproximadamente oito espinhos espaçados, longos e curvados para a região ventral, que podem estar associados a espinhos retos e curtos. A margem posterior também apresenta contorno oval, onde há uma flange bem pronunciada na região posteroventral, que comporta um grupo de quatro espinhos curtos e no macho ocorre um espinho maior na porção mais inferior. Margem ventral reta com concavidade oral muito discreta. Reticulação fortemente pontuada, com aparência robusta, que tende a ficar lisa na região anterior. Sulco discretamente marcado, que fica em posição diagonal, situado no meio da linha dorsal e está inclinado em direção região anterior. Forte dimorfismo sexual, com fêmeas mais infladas e machos mais afilados e com espinhos mais expressivos na região posteroventral.

Discussão. A única espécie que possui características morfológicas semelhantes à *Cyprideis* sp. 1 é a espécie *Cyprideis curucae*, por ambas terem reticulação grosseira, fortemente pontuada e espinhos marginais longos e curvados. No entanto, estas espécies divergem bastante em contorno, uma vez que *C. curucae* é mais subretangular, não possui sinuosidade na margem ventral, nem a flange posterior tão pronunciada com espinhos bem desenvolvidos, como ocorrem em *C. sp. 1*. Ainda, *Cyprideis curucae* possui uma reticulação bem forte por toda sua valva e já em *Cyprideis* sp. 1, a reticulação é quase lisa na região anterior.

Durante o estudo do material, foram encontradas apenas duas valvas da fêmea e quatro valvas do macho da presente espécie. Assim, devido a indisponibilidade de material suficiente para uma definição mais precisa e apropriada para a descrição de uma espécie nova, a mesma foi mantida em nomenclatura aberta.

Distribuição geográfica e estratigráfica. No presente estudo: testemunho 1AS-4-AM (39m).

6.1 DISCUSSÕES TAXONÔMICAS

Dentre as espécies de *Cyprideis* já descritas, 3 mostraram algumas peculiaridades morfológicas, distintas das características já registradas na literatura, desta forma, foram devidamente discutidas de forma individual a seguir. As discussões a respeito da espécie *Cyprideis marginuspinosa* foram tratadas nas discussões de *Cyprideis javariensis*.

6.1.1 *Cyprideis santaelenae* Sousa & Ramos, 2023 (Estampa 6, Figuras 5-8)

Discussão. Os espécimes de *Cyprideis santaelenae* Sousa & Ramos (2023), identificados no presente estudo, possuem grande compatibilidade com as características da espécie tipo, recentemente descrita em material proveniente da Formação Pebas (Peru), no entanto é possível observar algumas diferenças.

As valvas esquerdas da fêmea são bastante semelhantes quando comparadas em vista lateral, entretanto divergem em algumas estruturas morfológicas nas valvas direitas, onde os exemplares da Formação Pebas parecem ser mais inflados, com contorno anterior mais sub-retangular e a ocorrência de um grupo de pequenos espinhos, juntamente com um maior na região posteroventral; ainda, as valvas aqui estudadas apresentam costelas marginais mais marcadas e o grupo de espinhos posteroventrais na valva direita é sempre vestigial e o espinho maior está sempre ausente.

Quanto às valvas do macho, os espécimes da Formação Pebas possuem contorno mais subtriangular, reticulação mais forte e espinhos anteriores e postero-ventrais mais bem desenvolvidos. Nos espécimens da Formação Solimões apresentam os espinhos anteriores mais curtos e os postero-ventrais vestigiais mais discretos, e, o espinho mais alongado está sempre ausente.

Apesar das divergências morfológicas apontadas, estas não são suficientes para a separação de espécies. Com isto, este e o primeiro registro da espécie *Cyprideis santaelenae* na Formação Solimões.

6.1.2 *Cyprideis matorae* Gross *et al.* 2014 (Estampa 4, Figuras 1-25)

Discussão. De forma geral, as características taxonômicas internas e externas da espécie *Cyprideis matorae* se assemelham a todos os outros já figurados até o momento (Linhares *et al.* 2011, Gross *et al.* 2014 e Linhares & Ramos 2022). No entanto, algumas variações foram notadas.

Em alguns exemplares aqui ilustrados, foi possível observar que a reticulação em formato poligonal aparenta ser mais forte, com mures mais espessos, além da ocorrência de um ou dois espinhos posteroventrais maiores na valva esquerda da fêmea e três espinhos bem evidentes na valva direita do que ainda não havia sido observado em espécimes ilustrados em estudos anteriores. Desta forma, este novo morfotipo observado foi classificado como pertencente a espécie *Cyprideis matorae*, no entanto constitui uma variação da mesma.

Como já havia sido discutido por Gross *et al.* (2014), a espécie que mais se assemelha à *Cyprideis matorae* é a *Cyprideis ituiiae*, no entanto se diferencia por esta última “ser subretangular; os mures de sua reticulação serem mais grossos; não possuem espinhos posteroventrais na valva esquerda; a flange posteroventral é menos pronunciada; e por ser menor”, além de sua característica mais marcante que seria a forte ramificação de seus espinhos marginais anteriores, ausentes em *C. matorae*.

7 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA OSTRACOFAUNA

Dentre as 103 amostras analisadas dos 6 testemunhos (1AS-1-AM, 1AS-4-AM, 1AS-8-AM, 1AS-32-AM, 1AS-33-AM e 1AS-36-AM,) aqui estudados, foram contabilizadas 9353 valvas de ostracodes, onde foram identificados 8 gêneros: *Cypria*, *Cyprideis*, *Cytheridella*, *Paracypris*, *Pellucistoma*, *Penthesilenula*, *Perissocytheridea* e *Rhadinocytherura*.

No que se refere ao gênero *Cyprideis*, 22 espécies foram identificadas (Figura 7), sendo duas novas aqui descritas e uma mantida em nomenclatura aberta: *Cyprideis goeldiensis* sp. nov., *Cyprideis javariensis* sp. nov. e *Cyprideis* sp. 1.

A análise quantitativa e qualitativa dos ostracodes nos testemunhos analisados (Figura 7 e Apêndices A e B), permitiu verificar que o gênero *Cyprideis* predomina na área de estudo, representando 95,05% da composição genérica total identificada (Tabela 5).

De forma geral, as espécies mais abundantes do gênero *Cyprideis* (>600 valvas) são: *Cyprideis multiradiata* (1.934 valvas), *Cyprideis caraionae* (1.674 valvas), *Cyprideis javariensis* sp. nov. (1.385 valvas), *Cyprideis machadoi* (829 valvas), *Cyprideis ituiaie* (665 valvas) e *Cyprideis sulcosigmoidalis* (635 valvas). Dentre elas, as espécies mais frequentes são: *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis ituiaie* e *Cyprideis sulcosigmoidalis*, as quais ocorrem em todos os seis testemunhos estudados.

Vale ressaltar, que a espécie *Cyprideis santaelenae* Sousa & Ramos, 2023 originalmente registrada em Iquitos, no Peru, foi identificada pela primeira vez na Formação Solimões, entretanto mostrou-se restrita ao testemunho 1AS-33-AM, onde ocorre somente à profundidade de 197m.

No que se refere as novas espécies aqui descritas, *Cyprideis goeldiensis* sp. nov. e *Cyprideis javariensis* sp. nov. co-ocorrem nos testemunhos 1AS-1-AM, 1AS-4-AM, 1AS-8-AM e 1AS-32-AM, embora *Cyprideis javariensis* sp. nov. seja mais abundante (1385 valvas) do que *Cyprideis goeldiensis* sp. nov (81 valvas) .

Dentre os demais gêneros, *Perissocytheridea* e *Penthesilenula* são predominantes, com 244 e 119 valvas, respectivamente.

Tabela 5 - Percentual de valvas recuperadas por gênero.

<i>Cyprideis</i>	<i>Perissocytheridea</i>	<i>Penthesilenula</i>	Outros gêneros (<0.5%)
95,05%	2,61%	1,27%	1,07%
(8.890 valvas)	(244 valvas)	(119 valvas)	(100 valvas)

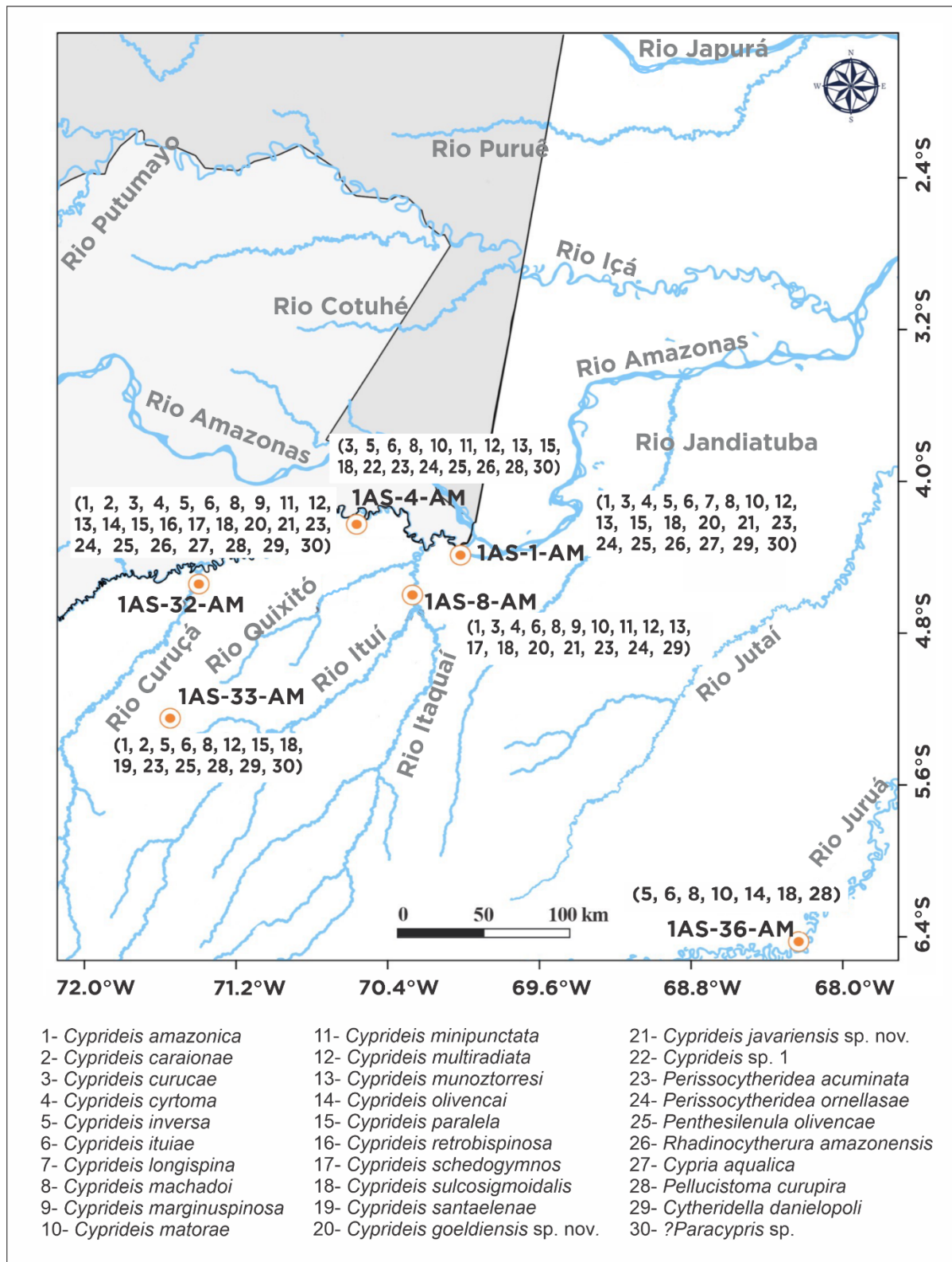


Figura 7 - Mapa de distribuição das espécies identificadas. Fonte: Autor.

8 IDADE E CORRELAÇÃO DOS TESTEMUNHOS DA FORMAÇÃO SOLIMÕES

Os estratos da Formação Solimões, na Bacia do Solimões, foram datados inicialmente por datação relativa com palinomorfos, moluscos e ostracodes provenientes de alguns testemunhos de sondagem perfurados na porção oeste do estado do Amazonas (Hoorn 1993, Wesselingh *et al.* 2006, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Linhares *et al.* 2019), os quais, em sua maioria estabelecem o intervalo do Aquitaniano ao Tortoniano. Raros são estudos que os estendem para o Plioceno (Silva-Caminha *et al.* 2010, Kachniasz & Silva-Caminha, 2016, Leite *et al.* 2017). Datações absolutas, ainda que sejam raras e localizadas para a região da Amazônia ocidental, incluindo datação por zircão, estabelecem idades do final do Mioceno médio ao superior e investigam idades até o Plioceno, com base nos testemunhos 1AS-33-AM (Horbe *et al.* 2019) e 1AS-14-AM (Kern *et al.* 2020).

Entretanto, Leite *et al.* (2021), ao revisarem o conteúdo palinológico do testemunho 1AS-33-AM, assim como material do 1AS-37-AM, verificaram que os mesmos se estendem do Mioceno médio ao superior, correspondendo as palinozonas T14 (~16 - 14.2 Ma), T15 (14.2 - 12.7 Ma) e T16 (12.7 - 7.1 Ma) *sensu* Jaramillo *et al.* (2011), e não mais até o Plioceno.

No que se refere aos ostracodes, a primeira proposta de biozoneamento foi realizado por Muñoz-Torres *et al.* (2006), os quais analisaram as mesmas amostras (testemunho 1AS-4a-AM) estudadas por Hoorn (1993) e Wesselingh (2006 d, e) para palinomorfos e moluscos, dentre outras 26 localidades das formações Pebas e Solimões. No estudo, foram identificadas 5 biozonas: *Cyprideis aulakos* (Burdigaliano ao Languiano), *Cyprideis caraionae* (Languiano), *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis obliquosulcata* (Serravaliano) e *Cyprideis cyrtoma* (Serravaliano/ Tortoniano). As biozonas identificadas foram então correlacionadas com as zonas de palinomorfos propostas por Hoorn *et al.* (1993) e as zonas de moluscos propostas por Wesselingh *et al.* (2006a), criando-se um biozoneamento integrado para os estratos do período Neógeno das formações Pebas e Solimões. Muñoz-Torres *et al.* (1998) também elaboraram um modelo filogenético para o gênero *Cyprideis* apontando uma maior radiação do gênero durante o Mioceno médio.

Gross *et al.* (2014), ao estudar os ostracodes do testemunho 1AS-10-AM, identificaram duas biozonas: a Zona *Cyprideis minipunctata* e Zona *Cyprideis cyrtoma*, *sensu* Muñoz-Torres *et al.* (2006), as quais são correspondentes a palinozona *Grimsdalea*, estabelecendo o intervalo Serravaliano-Tortoniano para este testemunho.

Entretanto, Linhares *et al.* (2019), ao analisarem o conteúdo palinológico e de ostracodes dos testemunhos 1AS-8-AM e 1AS-7D-AM, perceberam que os intervalos de idade atribuídos às biozonas de ostracodes propostas por Muñoz-Torres *et al.* (2006) estavam

equivocados em relação as idades atribuídas pelas palinozonas. Desta forma, os autores retificaram a idade das biozonas de ostracodes além de propor novas biozonas. Destas, cinco palinozonas foram identificadas: *Verrutricolporites* (Aquitiniano - Burdigaliano), *Psiladiporites-Crototricolpites* (Burdigaliano – Languiano), *Crassoretitriletes* (Languiano - Serravaliano), *Grimsdalea* (Serravaliano – Tortoniano) e *Asteraceae* (Tortoniano); e cinco biozonas de ostracodes: a Zona *Cyprideis aulakos* (= *sulcosigmoidalis*), anteriormente atribuída ao intervalo Burdigaliano-Serravaliano, equivalente a palinozona *Crassoretitriletes*, passou a ser restrita ao Languiano-Serravaliano; a Zona *Cyprideis caraionae* teve sua extensão, ajustada para o intervalo Serravaliano-Tortoniano, correspondendo as palizonas *Crassoretitriletes* e *Grimsdalea*; a Zona *Cyprideis minipunctata* teve seu limite estendido até o Tortoniano e associada a palinozona *Grimsdalea*; a Zona *Cyprideis cyrtoma* passou para o Tortoniano, sendo associada à palinozona *Grimsdalea* e a parte superior da zona *Astereceae*. Foi proposta ainda uma nova Zona *Cyprideis paralela*, correspondente à palinozona *Asteraceae* (Tortoniano). Para o testemunho 1AS-8-AM, a idade previamente atribuída com base no estudo de ostracodes e palinomorfos foi do Aquitaniano ao Tortoniano e para o 1AS-7D-AM foi do Burdigaliano ao Tortoniano.

9 PROPOSTAS DE BIOZONEAMENTO PARA OS TESTEMUNHOS AQUI ESTUDADOS

Com o objetivo de contribuir para o refinamento das idades e correlação dos estratos da Formação Solimões, no estado do Amazonas, assim como a correlação com os bioeventos, utilizou-se as espécies index e os biozonamentos prévios propostos para ostracodes, segundo Linhares *et al.* (2019, depois de Munoz-Torres *et al.* 2006) para refinar e inferir a idade dos intervalos amostrados dos testemunhos aqui estudados.

As palinozonas já estabelecidas por Hoorn (1993) e demais autores aqui citados foram também utilizadas para correlacionar com as biozonas de ostracodes e melhor estabelecer os limites temporais da zona de associação aqui proposta e correlacioná-la com os demais testemunhos previamente estudados.

Dentre os testemunhos aqui analisados, o testemunho 1AS-33-AM (Figura 8) teve sua idade previamente estabelecida com ostracodes (Medeiros *et al.* 2019), palinomorfos (Leite *et al.* 2021), e zircões (Horbe *et al.* 2019), conforme apresentado abaixo. E o testemunho 1AS-8-AM foi previamente datado com ostracodes e palinomorfos (Linhares *et al.* 2019).

O testemunho 1AS-32-AM, havia sido previamente datado com base em palinomorfos (Latrubesse *et al.* 2010) foi aqui datado pela primeira vez com ostracodes. Já os testemunhos 1AS-4-AM e o 1AS-1-AM têm aqui suas primeiras propostas de idade através de ostracodes. Não foi possível inferir o intervalo de idade para o testemunho 1AS-36-AM, devido à restrição no número de amostras disponíveis para este estudo.

9.1 DATAÇÃO DO TESTEMUNHO 1AS-33-AM

Leite *et al.* (2017) estudaram os palinomorfos de 32 amostras do testemunho 1AS-33-AM onde identificaram quatro biozonas: *Crassoretitriletes* (399.10m – 276.70m), Languiano ao Serravaliano; *Asteraceae* (276.70m – 262.0m), Tortoniano; *Psilatricolporites caribbiensis* (239.90m – 70.0m) Tortoniano ao Messiniano; e *Echitricolporites-Alnipollenites* (70.0m – 32.0m) do Plioceno. Entretanto, posteriormente em uma revisão do conteúdo palinológico deste testemunho Leite *et al.* (2021) estabeleceram o intervalo do Mioceno médio ao superior para este testemunho.

Medeiros *et al.* (2019) propuseram um biozoneamento local para este testemunho por meio do estudo de ostracodes, baseado e adaptado do biozoneamento de Muñoz-Torres *et al.* (2006), onde três biozonas foram propostas: a Zona *Cyprideis caraionae* (350.5m – 290.05m) do Serravaliano; Zona da *Cyprideis multiradiata* (290.05m – 136.35m) do Serravaliano ao Tortoniano; e a Zona da *Cyprideis sulcosigmoidalis* (136.35m – 89.3m) do Tortoniano.

Horbe *et al.* (2019) estudou dezesseis amostras do testemunho 1AS-33-AM, onde analisou as concentrações de elementos maiores e traços, além da composição de Sr-Nd das mesmas. Os autores observaram diferenças mineralógicas e isotópicas entre os sedimentos do Mioceno médio e do Plioceno, as quais foram interpretadas como reflexo da mudança de fonte de sedimentos causada pelo soerguimento da Cordilheira Oriental Peruana durante o Mioceno superior. Estas mudanças antecederam as alterações paleoambientais ressaltadas por Leite *et al.* (2017). A parte basal mais antiga (401.0m – 255.0m) possui idades de meados do Mioceno superior e a porção média e o topo correspondem a idades do Plioceno. Os dados obtidos corroboram com o estudo de Leite *et al.* (2017) sugerindo mudanças de um ambiente de “wetlands” com lagos e pântanos para um ambiente de sistema fluvial do Mioceno ao Plioceno, resultado da mudança de fontes sedimentares que antes era mais cratônica e passou a ser mais Andina.

Quanto aos resultados obtidos no presente estudo, foi observado que o testemunho 1AS-33-AM (Figura 10) se estende do Mioceno médio (Serravaliano) ao Mioceno superior (Tortoniano), concordantemente com os resultados anteriores de Mederios *et al.* (2019), devido a presença das espécies index *Cyprideis caraionae* e *Cyprideis paralela*. Na parte mais basal do testemunho (356.5m – 290.0m), a presença da espécie index *Cyprideis caraionae* infere Mioceno medio, correspondente a Zona *Cyprideis caraionae*. Neste intervalo, a espécie *Cyprideis caraionae* ocorre associada as espécies *Cyprideis sulcosigmoidalis* e *Cypria aqualica*.

A presença da espécie index *Cyprideis paralela* registrada aqui pela primeira vez na porção mediana do testemunho (186.0m) infere Tortoniano, com base na Zona *Cyprideis paralela* estabelecida por Linhares *et al.* (2019). Esta biozona ocorre no Mioceno superior (Tortoniano) e está associada, neste intervalo, às espécies *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata* e *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Figura 8).

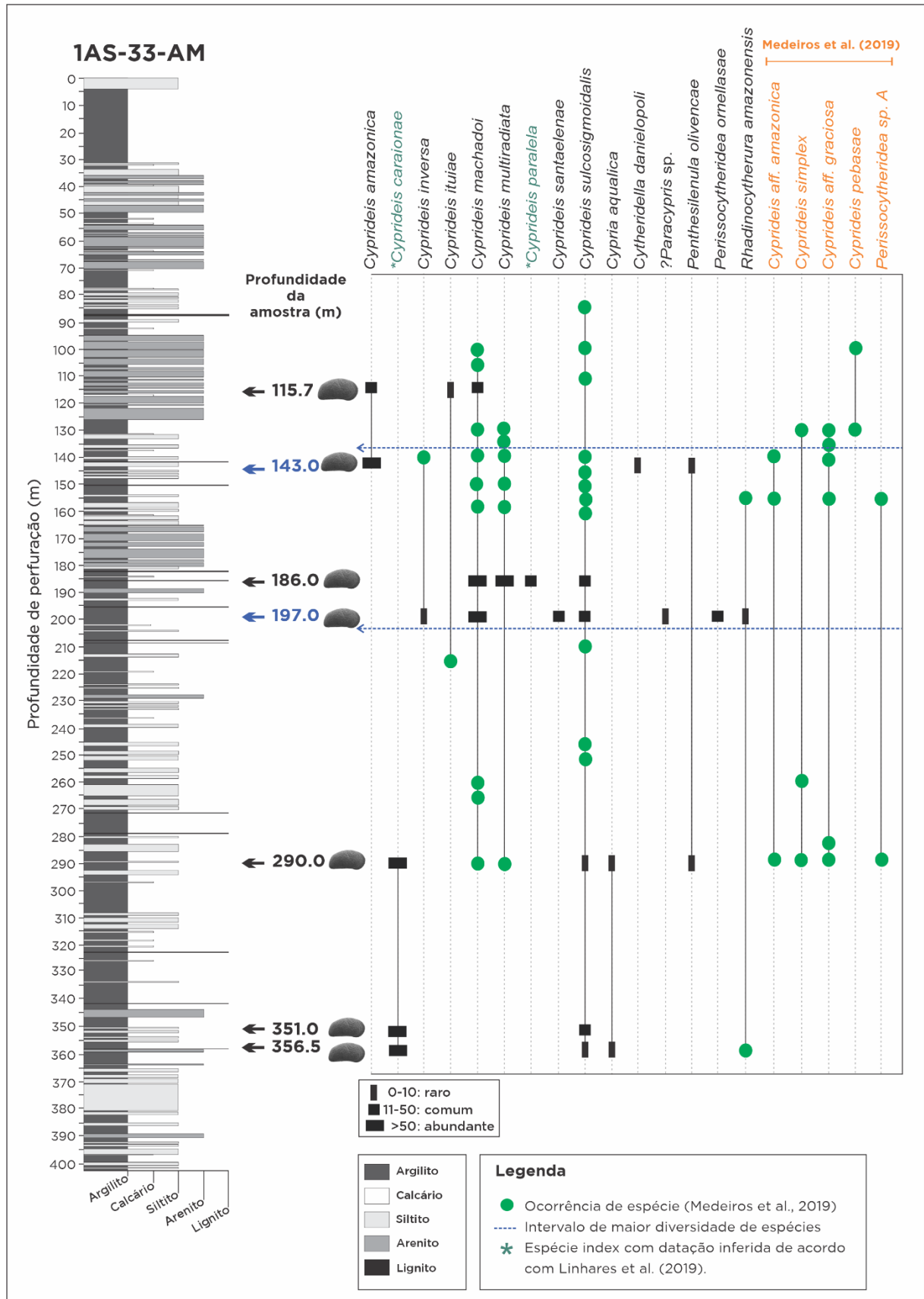


Figura 8 - Distribuição estratigráfica e abundância dos ostracodes identificados no testemunho 1AS-33-AM.
 Fonte: Autor.

9.2 BIOZONAS DO TESTEMUNHO 1AS-32-AM

No testemunho 1AS-32-AM (Figura 9) foram identificadas quatro biozonas: Zona *Cyprideis caraionae* (220.5m – 198.0m), Zona *Cyprideis minipunctata* (198.0m – 117.0m), Zona *Cyprideis cyrtoma* (117.0m – 54.0m) e Zona *Cyprideis paralela* (54.0m – 33.0m).

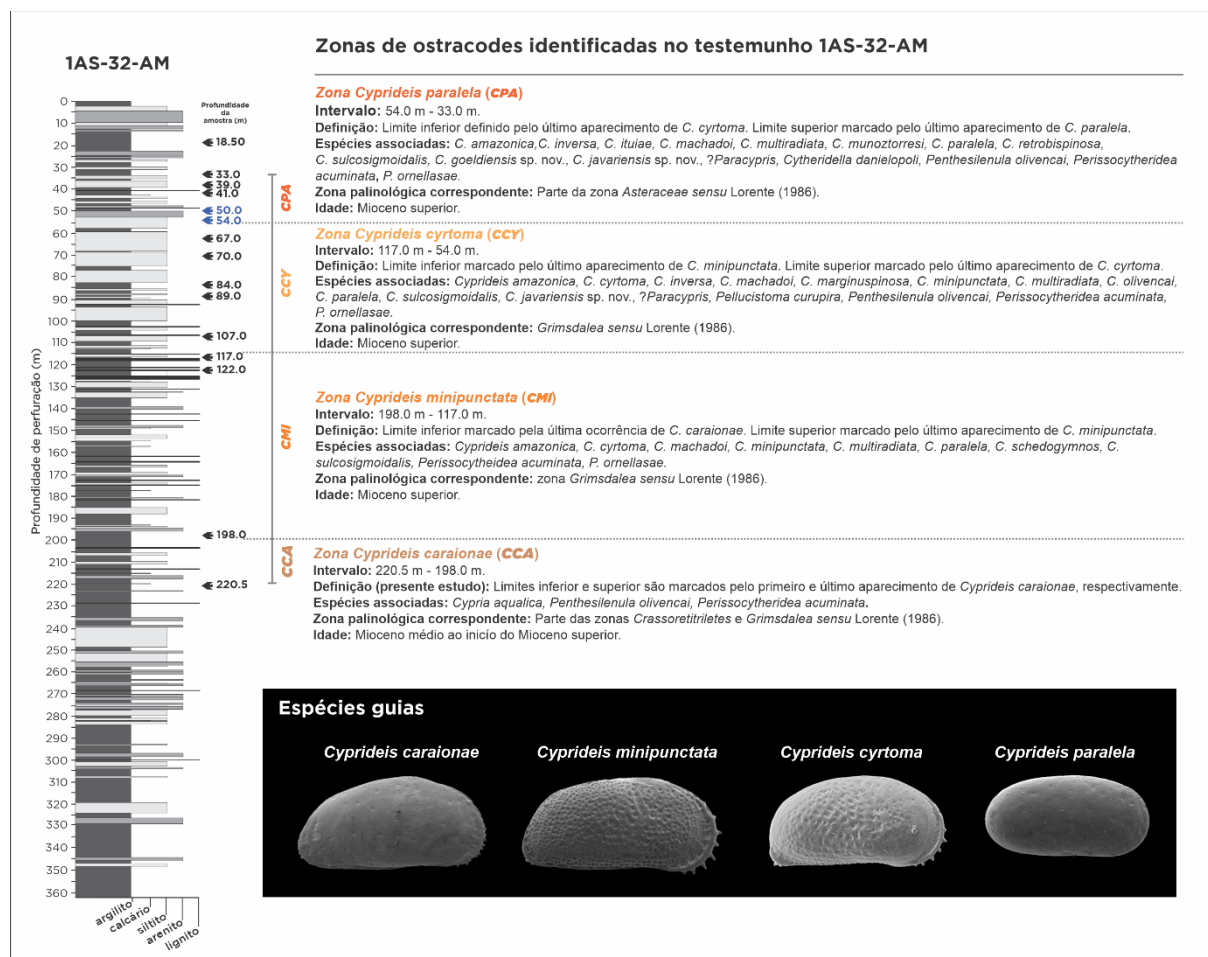


Figura 9 - Biozonas de ostracodes identificadas no testemunho 1AS-32-AM. Fonte: Autor.

De acordo com Linhares *et al.* (2019, depois de Muñoz-Torres *et al.* 2006) a Zona *Cyprideis caraionae* possui limite inferior definido pela primeira ocorrência da espécie *Cyprideis schedogymnos* e limite superior definido pelo último aparecimento de *Cyprideis caraionae* estendendo-se do Serravaliano ao Tortoniano. No entanto, no presente estudo, *Cyprideis schedogymnos* somente foi identificada na profundidade de 117.0m (Figura 10), muito acima da última ocorrência da espécie *Cyprideis caraionae*. Desta forma, a Zona *Cyprideis caraionae* foi aqui delimitada com base na primeira e última ocorrência da espécie

que dá nome à zona, as quais ocorrem em 220.5m e 198.0m, respectivamente, correspondendo ao Serravaliano.

A Zona *Cyprideis minipunctata* tem seu limite inferior marcado pelo último aparecimento de *Cyprideis caraionae* (198.0m) e seu topo é marcado pelo último aparecimento da espécie *Cyprideis minipunctata* (117.0m), a qual ocorre de forma pontual no testemunho. De acordo com Linhares *et al.* (2019), esta biozona corresponde à palinozona *Grimsdalea* (Hoorn *et al.* 1993), ambas associadas ao Tortoniano.

Além das espécies index, *Cyprideis caraionae* e *Cyprideis minipunctata*, neste intervalo também ocorrem as espécies *Cyprideis amazonica*, *Cyprideis cyrtoma*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis schedogymnos*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Perissocytheridea ornellasae*, *Penthesilenula olivencai* e *Cypria aqualica*. Na biozona também ocorre a espécie *Cyprideis marginuspinosa*, de ocorrência rara e que ainda não havia sido registrada na associação faunística desta biozona.

A Zona *Cyprideis cyrtoma* tem seu limite inferior caracterizado pelo último aparecimento de *Cyprideis minipunctata* (117.m) e seu limite superior, marcado pelo último aparecimento de *Cyprideis cyrtoma* (50.0m). Linhares *et al.* (2019) também associaram esta zona à palinozona *Grimsdalea* (Hoorn *et al.* 1993) e à idade que corresponde ao Tortoniano.

Também ocorrem neste intervalo as espécies *Cyprideis amazonica*, *Cyprideis currucae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis ituiiae*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis munoztorresi*, *Cyprideis olivencai*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis schedogymnos*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Perissocytheridea ornellasae*, *Penthesilenula olivencai*, *Pellucistoma curupira*, *Rhadinocytherura amazonensis*, ?*Paracypris* e *Cypria aqualica*. Além disso, a nova *Cyprideis javariensis* sp. nov. também ocorrem em três intervalos da biozona (107.0m, 84.0m e 70.0m), compondo pela primeira vez a sua associação faunística.

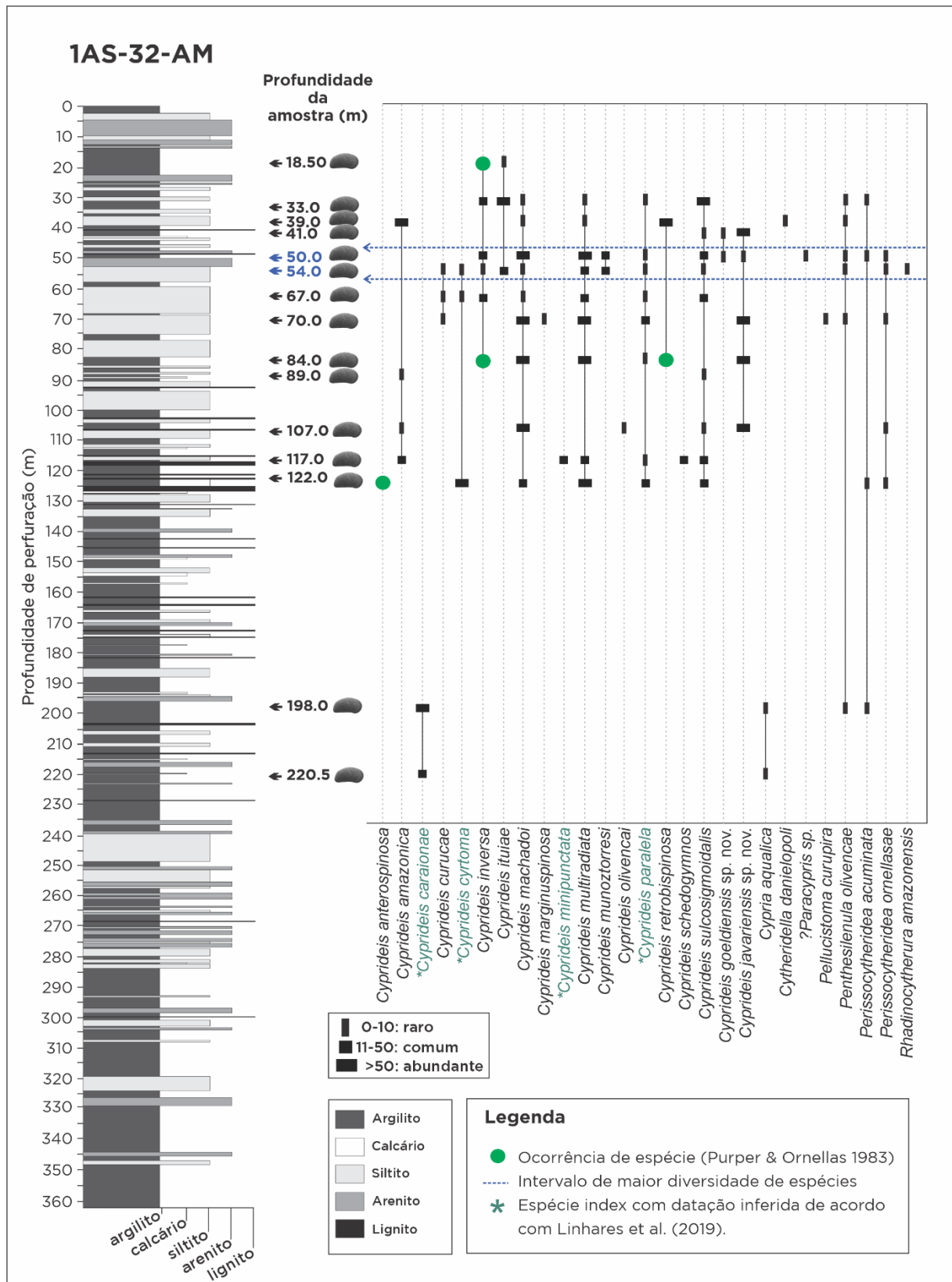


Figura 10 - Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes do testemunho 1AS-32-AM. Fonte: Autor.

A Zona *Cyprideis paralela*, definida por Linhares *et al.* (2019), tem seu limite inferior marcado pela última ocorrência de *Cyprideis cyrtoma* e limite superior pela última ocorrência de *Cyprideis paralela*. Ainda segundos os autores, esta biozona é correspondente à parte da palinozona *Asteraceae*, com idade no Tortoniano. Além das espécies index, as outras espécies associadas são *Cyprideis amazonica*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis ituiiae*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis munoztorresi*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Perissocytheridea acuminata*, *Penthesilenula olivencai*, ?*Paracypris*, *Cypria aqualica* e *Cytheridella danielopoli*.

O limite superior da Zona *Cyprideis cyrtoma* e o limite inferior da Zona *Cyprideis paralela* constituem o pico de diversidade e abundância de ostracodes presente no testemunho 1AS-32-AM (Figura 8); ambos os intervalos possuem um total de 12 espécies co-ocorrendo. Este intervalo é atribuído ao Tortoniano, estabelecido com base nos ostracodes e confere com a palinoestratigrafia, co-ocorrendo com parte da Zona de *Grimsdalea* e de *Asteracea*.

9.3 TESTEMUNHO 1AS-4-AM

O testemunho 1AS-4-AM (Figura 11) apresentou a ocorrência das espécies index: *Cyprideis minipunctata* (127.0m) e *Cyprideis paralela* (77.0m – 52.5m).

Cyprideis minipunctata ocorre associada às espécies *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Perissocytheridea acuminata*, *Perissocytheridea ornellasae* e *Penthesilenula olivencai*. Esta zona de ostracodes (Zona *Cyprideis minipunctata*) corresponde à palinozona de *Grimsdalea* com ocorrências registradas para o intervalo Tortoniano. Enquanto a espécie index *Cyprideis paralela* possui registro um pouco mais jovem, mas ainda dentro do Tortoniano, correspondente a palinozona *Asteracea*, como mencionado anteriormente. No testemunho em questão, esta espécie está associada às espécies *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis munoztorresi*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, ?*Paracypris* sp., *Pellucistoma curupira*, *Perissocytheridea acuminata*, *Perissocytheridea ornellasae*, *Penthesilenula olivencai* e *Rhadinocytherura amazonensis*.

Portanto, com a junção dos dados obtidos por meio das idades de ocorrência das espécies index *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis paralela*, atribuiu-se a idade Tortoniano (*Grimsdalea-Asteracea*) para o intervalo de amostragem analisado (133 a 39 metros) do testemunho 1AS-4-AM.

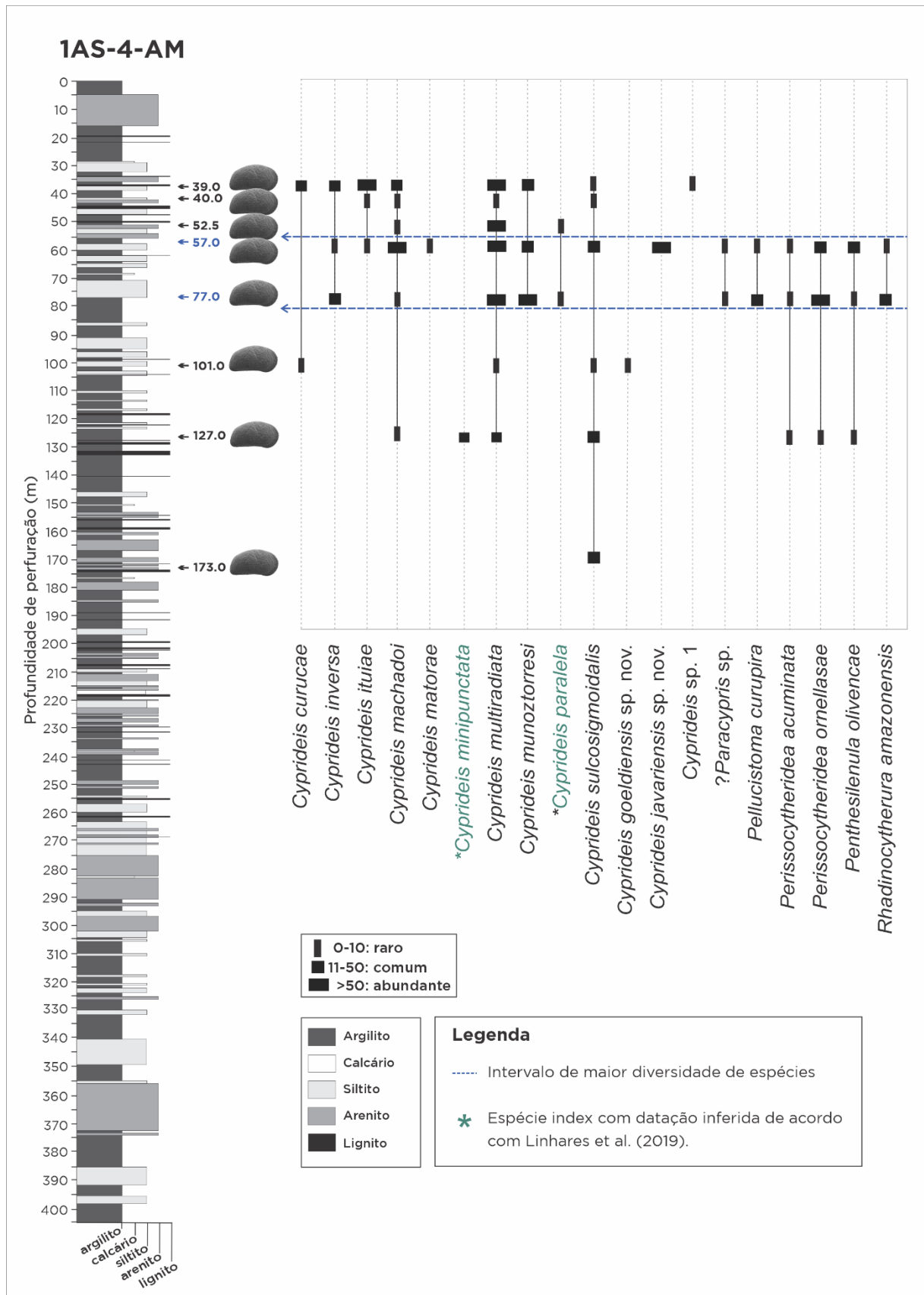


Figura 11 - Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes identificadas no testemunho 1AS-4-AM. Fonte: Autor.

9.4 TESTEMUNHO 1AS-1-AM (Figura 12)

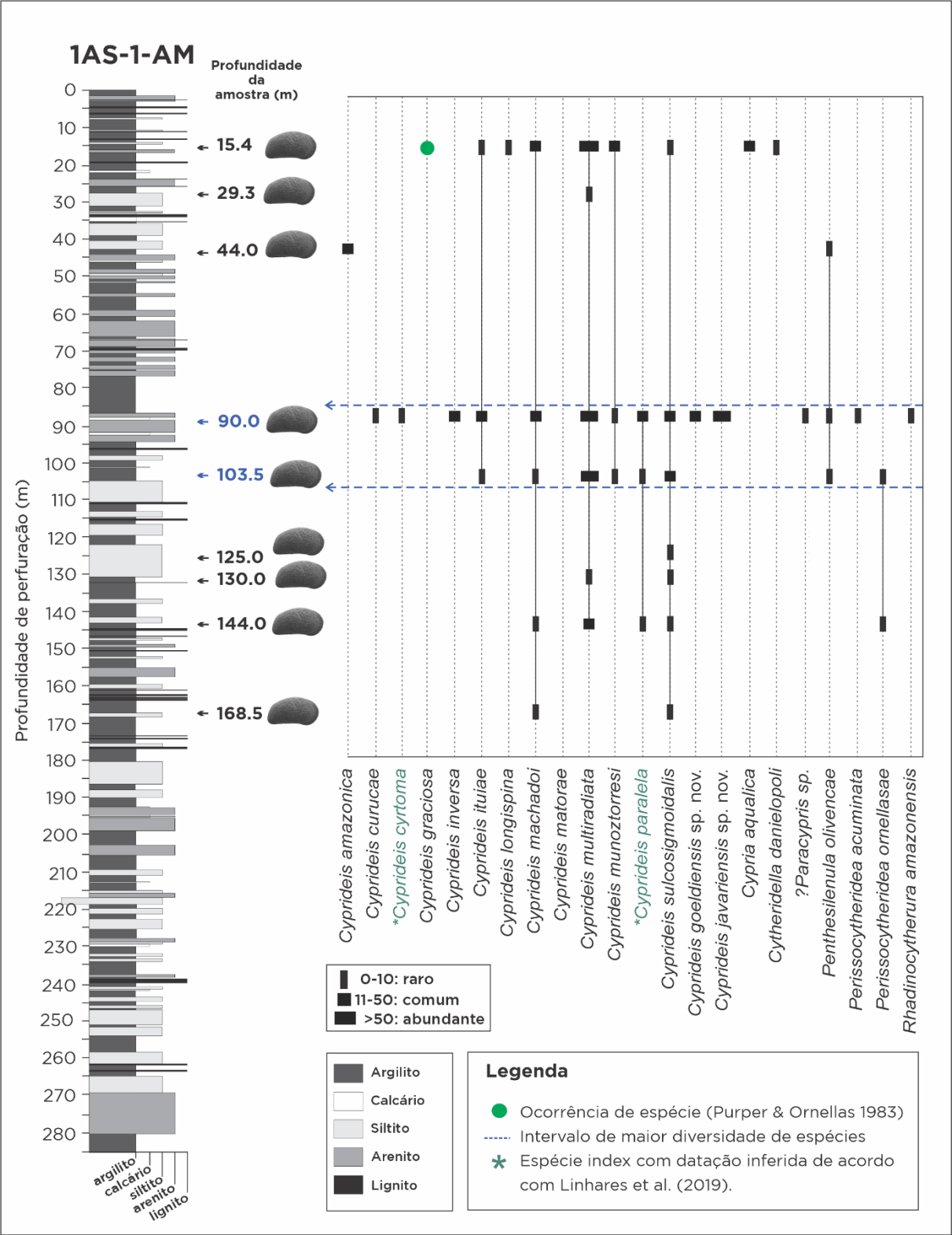


Figura 12 - Distribuição estratigráfica e abundância dos ostracodes identificados no testemunho 1AS-1-AM, com destaque para as espécies index e suas idades inferidas. Fonte: Autor.

No testemunho 1AS-1-AM as espécies index *Cyprideis cyrtoma* e *Cyprideis paralela* ocorrem no mesmo intervalo de amostragem (90.0m). Além destas, na amostra ocorrem outras 13 espécies, sendo estas: *Cyprideis curucae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis ituiuae*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis munoztorresi*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Cyprideis goeldiensis* sp. nov., *Cyprideis javariensis* sp. nov., ?*Paracypris* sp., *Penthesilenula olivencai*, *Perissocytheridea acuminata* e *Rhadinocytherura amazonensis*.

Estas espécies podem co-ocorrer conforme registrado em outros testemunhos dentro da Biozona *C. cyrtoma* (palinozonas *Grimsdalea-Asteracea*), no Tortoniano.

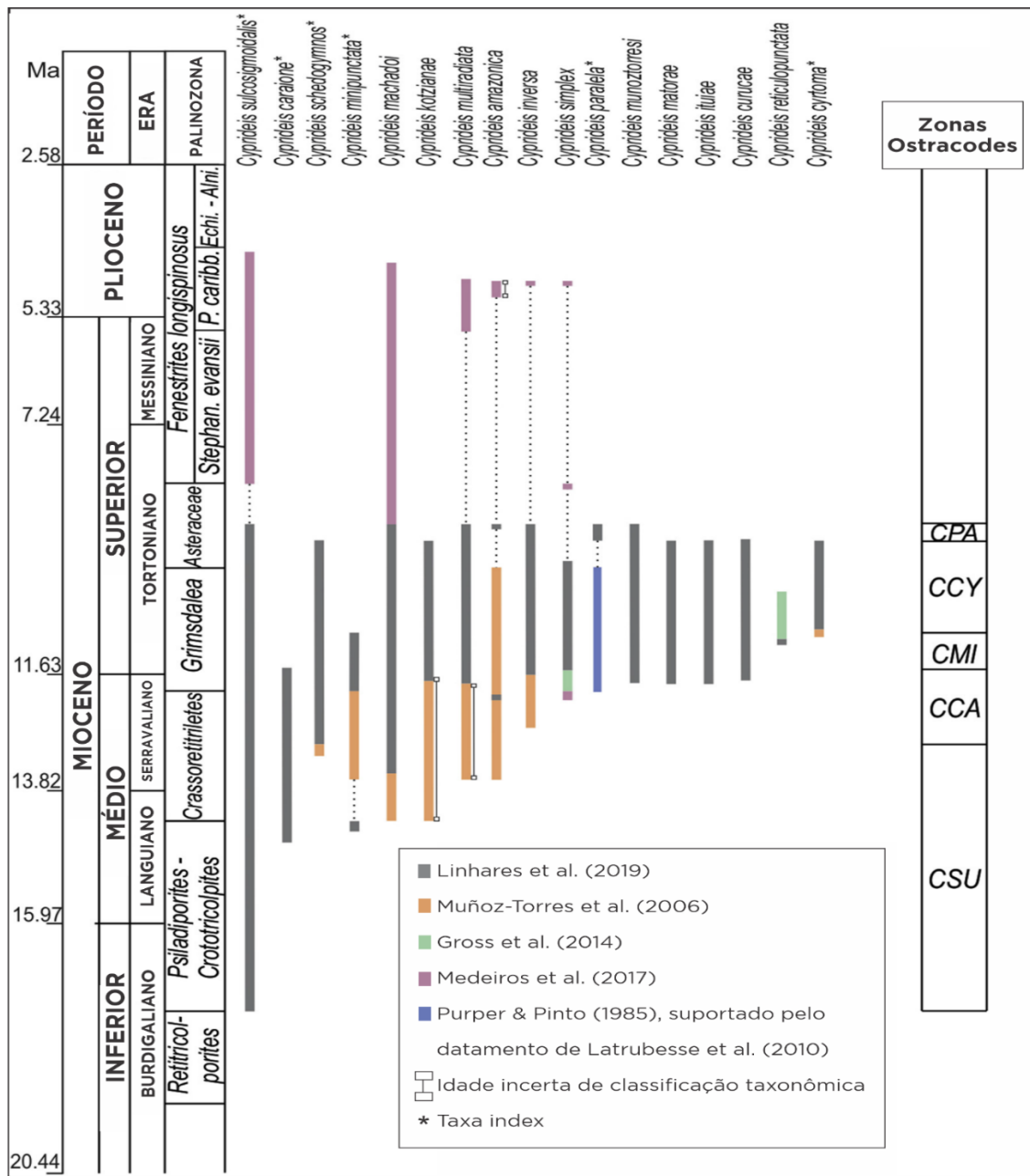


Figura 13 - Distribuição estratigráfica das espécies de *Cyprideis* da Formação Solimões, com base em testemunhos e afloramentos da Amazônia ocidental. Fonte: Modificado de Linhares *et al.* (2019).

9.5 PROPOSTA DE ZONA DE ASSOCIAÇÃO DE OSTRACODES PARA A FORMAÇÃO SOLIMÕES

Com base na definição disposta pela Comissão Internacional de Estratigrafia (<https://stratigraphy.org/guide/bio>), e de acordo com o International Code of Stratigraphic Nomenclature (ICSN), uma zona de associação está representada pela ocorrência comum de um grupo de espécies em um determinado intervalo de tempo marcado também pela maior abundância destas espécies.

Desta forma, a análise da distribuição estratigráfica, abundância e frequência das espécies de ostracodes, principalmente do gênero *Cyprideis*, nos testemunhos analisados no presente estudo (Figuras 7-12), bem como nos demais testemunhos já estudados, revelou a ocorrência de uma zona de associação de *taxa* aqui denominada de Zona de Associação – *Cyprideis cyrtoma* (Figura 14). Dados de outros trabalhos que realizaram a datação de alguns dos testemunhos aqui estudados, por meio de palinomorfos, foram também associados aos dados de ostracodes aqui analisados, com intuito de obter maior resolução para o estabelecimento do intervalo cronoestratigráfico da Zona de Associação aqui proposta.

Além disso, o testemunho 1AS-7D-AM, o qual está geograficamente próximo aos testemunhos estudados, foi utilizado como referencial para a correlação estratigráfica. Para fins de correlação entre os testemunhos, estes foram dispostos geograficamente no sentido Oeste-Leste, e o datum adotado foi o nível 0 do mar e as altitudes de cada testemunho.

A Zona de Associação – *Cyprideis cyrtoma*, caracteriza-se pela presença das seguintes espécies do gênero *Cyprideis*: *Cyprideis inversa*, *C. curucae*, *C. cyrtoma*, *C. matorae*, *C. ituiaie*, *C. munoztorrezi*, *C. machadoi*, *C. multiradiata*, *C. paralela* e *C. sulcosigmoidalis* (Figura 13), as quais ocorrem associadas nos diferentes testemunhos já estudados em um mesmo intervalo de tempo.

No testemunho 1AS-33-AM, a Zona de Associação vai de 197.0m até 186.0m. De acordo com as ocorrências registradas no presente estudo e o biozoneamento local de Medeiros *et al.* (2019), esta zona coincide com a biozona *Cyprideis multiradiata*, a qual corresponde as zonas *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis obliquosulcata* de Muñoz-Torres *et al.* (2006) com idades do Mioceno médio (Languiano) ao Mioceno superior (Tortoniano), coincidindo também com a subzona palinológica *Psilatricolporites*, definida para o testemunho por Leite *et al.* (2017), como Mioceno superior (Tortoniano).

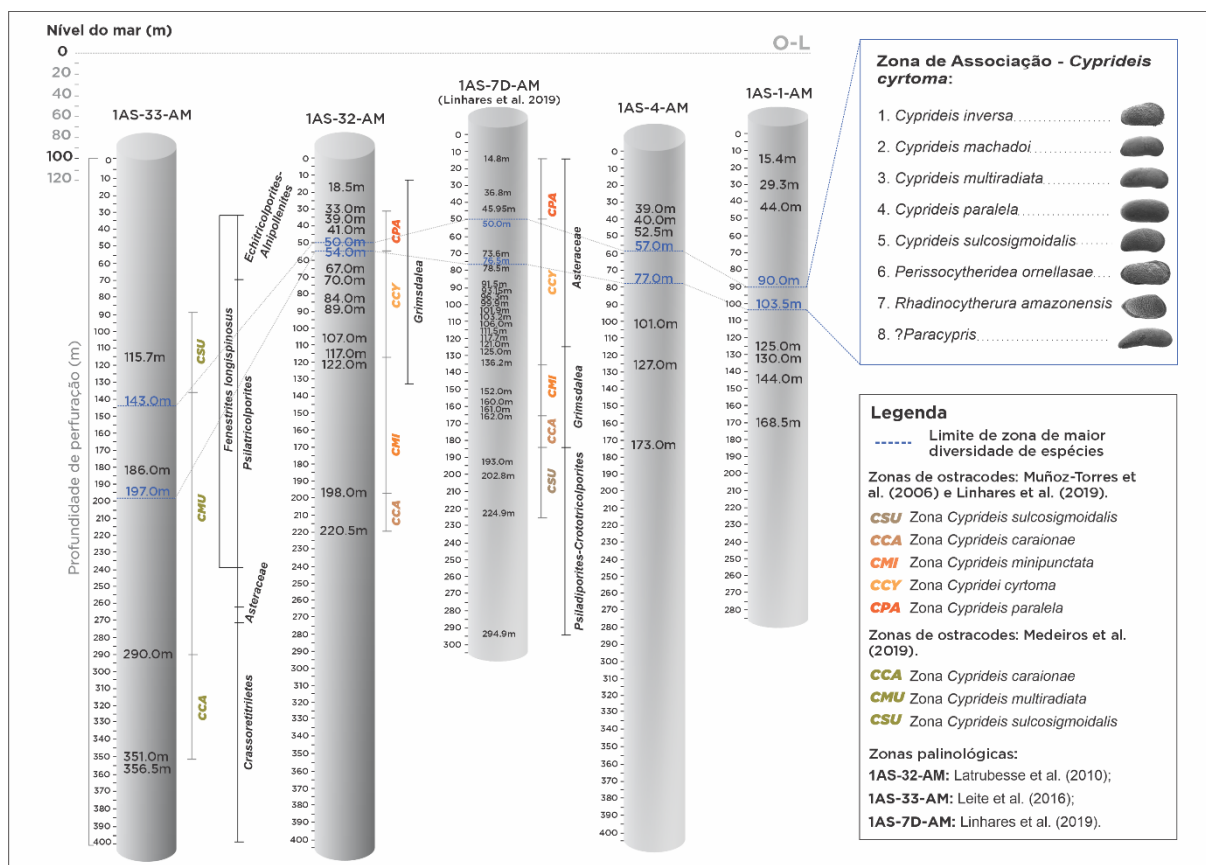


Figura 14 - Esquema de correlação bioestratigráfica e Zona de Associação – *Cyprideis cyrtoma*. O testemunho 1AS-7D-AM foi utilizado como referencial para inferências de datação.

No testemunho 1AS-32-AM, a Zona de Associação se estende de 54.0m a 50.0m e corresponde ao limite inferior da Zona *Cyprideis paralela* (Linhares *et al.* 2019) com idade do Mioceno superior (Tortoniano). O intervalo selecionado do testemunho de referência 1AS-7D-AM vai da profundidade de 76.5m até 50.0m, correspondendo ao limite superior da Zona *Cyprideis cyrtoma*, também posicionada no Mioceno superior.

Os testemunhos 1AS-4-AM e 1AS-1-AM, apesar da restrição de amostras por profundidade, registram seu pico de abundância de espécies e a ocorrência da Zona de Associação nos intervalos de 77.0m - 57.0m e 103.5m – 90.0m, respectivamente. Estes testemunhos ainda não haviam sido datados anteriormente.

No testemunho 1AS-4-AM foram registradas as espécies index *Cyprideis minipunctata* (127m) e *Cyprideis paralela* (77.0m e 52.5m), ambas com idades de distribuição do Mioceno médio ao superior. Já o testemunho 1AS-1-AM a ocorrência das espécies index *Cyprideis cyrtoma* (90m) e *Cyprideis paralela* (144.0m, 103.5m e 90m) é registrada no intervalo de pico de diversidade, ambas refletindo à idade do Mioceno superior (Tortoniano). Com os dados relacionados à Zona de Associação, ambos os testemunhos podem de fato ser datados com idades do Mioceno superior.

Desta forma, a integração dos dados da ostracofauna presente, principalmente nos intervalos que correspondem aos picos de diversidade em cada testemunho, juntamente com as idades das biozonas de ostracodes e palinomorfos permitiu inferir que o pico de diversidade ocorre no Tortoniano, correspondente à Zona de Associação - *Cyprideis cyrtoma* aqui estabelecida, e corresponde à Zona *Cyprideis cyrtoma* do Tortoniano (Tabela 6).

10 DISCUSSÕES

No presente estudo, por meio da análise do registro bioestratigráfico dos ostracodes, especialmente do gênero *Cyprideis* de quatro dos seis testemunhos estudados, bem como dos demais testemunhos já estudados da Formação Solimões, na Bacia do Solimões, foi possível identificar e estabelecer uma Zona de Associação comum nos mesmos embora em diferentes intervalos de profundidade em cada um dos testemunhos.

Estas ocorrências seguem um padrão de abundância e diversidade, não só do gênero *Cyprideis*, mas também dos demais gêneros que ocorrem associados (*Perissocytheridea*, *Rhadinocytherura*, *Cypria*, *Paracypris*, *Skopaecythere*, *Penthesilenula*, *Cytheridella* e *Pelluscistoma*). Tal padrão pode ser observado em diversos intervalos de testemunhos estudados por outros autores, como disposto na Tabela 6.

Tabela 6 - Intervalos de maior diversidade em testemunhos da Formação Solimões e suas respectivas idades.

Testemunho	Intervalo	Idade	Autores
1AS-1-AM	103.5m - 90.0m	Tortoniano	Presente estudo
1AS-4-AM	54.0m – 50.0m	Tortoniano	Presente estudo
1AS-7D-AM	76.5m – 50.0m	Tortoniano	Linhares <i>et al.</i> (2017, 2019);
1AS-8-AM	110.6m – 93.05m	Tortoniano	Linhares <i>et al.</i> (2017, 2019)
1AS-10-AM	141.2m – 116.4m	Tortoniano	Gross <i>et al.</i> (2014)
1AS-14-AM	106.3m – 102.7m	Tortoniano	Kern <i>et al.</i> (2020)
1AS-31-AM	~160.0m - ~180.0m	Tortoniano	Linhares <i>et al.</i> (2011)
1AS-32-AM	54.0m – 50.0m	Tortoniano	Presente estudo
1AS-33-AM	197.0m – 186.0m	Tortoniano	Presente estudo

11 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

A evolução paleoambiental da Amazônia ocidental tem sido alvo de diversos estudos e discussões há algumas décadas (Hoorn 1993, Leandro *et al.* 2022). Esta região comportava o Sistema Pebas, considerado como um grande sistema de lagos, situado em grande parte da região oeste da Amazônia durante o Neogeno (Wesselingh *et al.* 2006a). Esporádicas influências marinhas já foram registradas na área, por meio do estudo de fósseis como pólen, foraminíferos, moluscos e principalmente ostracodes (Hoorn *et al.* 1994b, Wesselingh *et al.* 2006^a, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Leandro *et al.* 2022).

Nos furos de sondagem aqui estudados, assim como nos demais do Projeto Carvão do Alto Solimões, é notado um floco de radiação do gênero eurihalino *Cyprideis* (95.05% - 8.890 valvas), (Munoz-Torres *et al.* 1998); este gênero é comumente encontrado em ambientes diversos como estuários, lagos e lagoas, com difentes gradientes de salinidade, e que facilmente se adapta a variações de salinidade causadas por ciclos sazonais (van Harten 2000, Sousa & Ramos 2023).

Durante a deposição do sistema Pebas, no Neogeno na Amazônia Ocidental, o gênero *Cyprideis* teve uma resposta de radiação muito intensa e rápida ainda não registrada em nenhuma outra bacia sedimentar lacustre do mundo. Esta radiação levou até o momento ao registro de aproximadamente 35 espécies do gênero (conforme levantamento neste estudo), em um período de tempo relativamente curto, desde o Burdigaliano ao Tortoniano, com evento máximo de radiação durante o Mioceno Superior (Tortoniano).

A análise da distribuição temporal e geográfica do gênero *Cyprideis* no presente estudo (1AS-1-AM, 1AS-4-AM, 1AS-32-AM, 1AS-33-AM) integrada aos diversos testemunhos de sondagem do Projeto Carvão do Alto Solimões já estudados anteriormente (1AS-8-AM, 1AS-10-AM, 1AS-4^a-AM, 1AS-14-AM, 1AS-33-AM e 1AS-31-AM) por outros autores (Munoz-Torres *et al.* 1998, 2006, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Medeiros *et al.* 2019, Gross *et al.* 2014, Kern *et al.* 2020) permitiu verificar um pico de maior diversidade do gênero, que apesar de não coincidirem em suas profundidades nos diferentes testemunhos, coincidem com o mesmo intervalo de tempo geológico, obtido por meio das datações relativas com ostracodes e palinomorfos.

Esta associação ocorre no intervalo referente às biozonas de ostracodes *Cyprideis cyrtoma* e *Cyprideis paralela*, correspondente ao Tortoniano, e correlacionadas com o limite das palinozonas *Grimsdalea-Asteracea*.

A elevada variabilidade morfológica intraespecífica dos ostracodes do gênero *Cyprideis* da Formação Solimões é interpretada como resultado dos bioeventos de radiação

pelos quais o gênero passou; estes bioeventos tem correlação com a configuração geológica da região da Amazônia ocidental, relacionadas ao evento de soerguimento e ao pico de elevação máxima da cordilheira andina durante o Mioceno. Isto resultou em abruptas mudanças e grande estresse ambiental hídrico e climático, que contribuiu para que táxons com elevada plasticidade ecofenotípica prosperassem de forma rápida, como foi o caso do gênero *Cyprideis*; desta forma, as particularidades do meio ambiente também impediram a concorrência com outros gêneros, uma vez que o nível de salinidade da água era baixo o suficiente para inibir gêneros marinhos e elevado o suficiente para inibir gêneros de água doce. outro gênero comum nos testemunhos é o gênero *Perissocytheridea* (2.61% - 244 valvas), o qual ocorre em ambientes mesohalinos e de caráter marinho marginal muito característico de águas salobras, mas que também pode ser encontrado em lagos continentais levemente salgados (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Nogueira & Ramos 2016, Gross *et al.* 2013, Gross & Piller 2020).

Gêneros dulcícolas são raros no material aqui estudado, com valvas frágeis e em ruim estado de preservação (*Cytheridella danielopolli*, *Cypria aqualica* e *Penthesilenula olivencae*), assim como os gêneros marinhos (*Rhadinocytherura amazonensis*, *Pellucistoma curupira* e ?*Paracypris* sp.) indicando a não adaptação dos mesmos às condições ambientais impostas.

Ainda, com base no estudo de ostracodes e vasto levantamento bibliográfico acerca das interpretações paleoambientais da região da Amazônia ocidental, é possível reiterar que a grande radiação do gênero *Cyprideis*, juntamente com a ocorrência rara de gêneros de água doce (*Cytheridella*, *Cypria* e *Penthesilenula*) e marinha (*Perissocytheridea*, *Rhadinocytherura*, *Pellucistoma* e ?*Paracypris*) representam um ambiente de lago semiconfinado, de caráter mesohalino com episódicas influências marinhas.

Portanto, é possível observar que o maior bioevento de radiação adaptativa do gênero *Cyprideis* ocorreu durante o Tortoniano resultante das mudanças ambientais provocadas pelos intensos pulsos tectônicos relacionados à elevação da cordilheira andina e aos concomitantes eventos de variações relativa do nível do mar.

12 CONCLUSÕES

A releitura de 103 lâminas provenientes de 6 furos de testemunhos de sondagem da região da Amazônia ocidental, oeste do estado do Amazonas, permitiu a contagem e revisão taxonômica de 9353 valvas de ostracodes, das quais foi possível identificar 8 gêneros e 30 espécies de ostracodes.

Desta assembleia, 22 espécies pertencem ao gênero *Cyprideis*, as quais correspondem à 19 espécies já descritas (*Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Cyprideis ituiaie*, *Cyprideis munoztorrezi*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis graciosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis amazonica*, *Cyprideis curucae*, *Cyprideis cyrtoma*, *Cyprideis schedogymnos*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis longispina*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis matorae*, *Cyprideis retrobispinosa*, *Cyprideis olivencai*, *Cyprideis santaelenae*). Ainda duas novas espécies são aqui descritas (*Cyprideis goeldiensis* e *Cyprideis javariensis*) e uma mantida com nomenclatura aberta (*Cyprideis* sp. 1).

Variações intra-específicas também foram verificadas em exemplares da espécie *Cyprideis matorae* e a mesma teve um novo morfotipo registrado, o qual apresenta, em geral, ornamentação mais forte e expressiva do que o morfotipo originalmente descrito por Gross *et al.* (2014). A espécie *Cyprideis santaelenae* Sousa & Ramos (2023), recentemente descrita na Formação Pebas, em Iquitos, no Peru, foi aqui registrada pela primeira vez nos depósitos sedimentares da Formação Solimões, no estado do Amazonas, Brasil, tendo desta forma sua distribuição geográfica ampliada constituindo um novo dado de correlação com os estratos da Formação Pebas.

No que se refere às idades dos testemunhos, no testemunho 1AS-32-AM, foi possível identificar quatro zonas de ostracodes (Zona *Cyprideis caraionae*, Zona *Cyprideis minipunctata*, Zona *Cyprideis cyrtoma* e Zona *Cyprideis paralela*), apresentando idades do Serravaliano ao Tortoniano.

Além disso, a análise integrada da distribuição estratigráfica das espécies de *Cyprideis* dos testemunhos aqui analisados permitiu estabelecer a Zona de Associação – *Cyprideis cyrtoma*. Esta zona, possui os maiores picos de diversidade generica e específica, a qual também foi reconhecida em outros estudos da porção oeste do estado do Amazonas, no Brasil, a qual teve sua idade inferida no Tortoniano.

Por fim, foi possível observar que a predominância e grande radiação do gênero *Cyprideis* em todos os testemunhos até então estudados, assim como a ocorrência associada de raros gêneros de água doce e marinha, sugerem um ambiente predominantemente lacustre com águas salobres, mesohalino, levemente confinado, para a região estudada.

REFERÊNCIAS

- Antoine P., Abello M.A., Adnet S., Altamirano Sierra A.J., Baby P., Billet G., Boivin M., Calderón Y., Candela A., Chabain J., Corfu F., Croft D.A., Ganerød M., Jaramilho C., Klaus S., Marivaux, L., Navarrete, R.E., Orliac, M.J., Parra, F., Pérez, M.E., Pujos, F., Rage, J., Ravel A., Robinet C., Roddaz M., Tejada-Lara J.V., Vélez-Juarbe J., Wesselingh F.P., Salas-Gismondi R. 2016. A 60-million-year Cenozoic history of Western Amazonian ecosystems in Contamana, eastern Peru. *Gondwana Res.* **31**: 30–59.
- Armstrong H. & Brasier M. 2005. *Microfossils*. Oxford, *Blackwell Publishing*, v.2, p. 1-296.
- Barata C. B. & Caputo M.V. 2007. Geologia do petróleo da Bacia do Solimões. “O estado da arte”. In: 4º Congresso Brasileiro de P & D em Petróleo e Gás, Campinas, *Anais[...]*. v. 1, p.147-157.
- Bennett C., Williams M., Leng M., Siveter D., Davies S., Sloane H., Wilkinson I. 2011. Diagenesis of fossil ostracods: Implications for stable isotope based palaeoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **305**: 150-16.
- Bergue C. T. A. 2006. A aplicação dos ostracodes (Crustacea) em pesquisas paleoceanográficas e paleoclimáticas. *Terra Didática*, **2** (1): 54-66.
- Bergue C. T. & Coimbra J. C. 2011. Faltou o título da parte. In: Carvalho I. S. (ed.). *Paleontologia: microfósseis e paleoinvertebrados*. Rio de Janeiro, Interciência, v.1, p. 35-49.
- Caputo M. V., Rodrigues R., Vasconcelos D. N. N. 1971. Litoestratigrafia da Bacia do Amazonas. *Petrobras*, (641-A): 99.
- Caputo M. V. 1984. *Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of Northern basins of Brazil*. PhD Thesis, Universidade da California, Santa Barbara. USA, 603p.
- Coimbra J. C., Costa K. B., Fauth G. 2006. Palaeoenvironmental significance of allochthonous vs. autochthonous late quaternary ostracodes from Imaruí Lagoon and D'una River, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **9** (3): 295-302.
- Cruz N. M. C. 1984. Palinologia do Linhito do Solimões, Estado do Amazonas. In: 2º Symposium Amazônico, Manaus, *Anais [...]*. p. 473-480.
- DeDeckker P. 2002. *Ostracod paleoecology. The Ostracoda: applications in quaternary research*. Washington, D.C., American Geophysical Union, p. 121-134. (Geophysical Monograph 131).
- Eiras J. F., Becker C. R., Souza E. M., Gonzaga J. G., Silva J. G. F., Daniel L. M. F., Matsuda N. S., Feijó F. J. 1994. Bacia do Solimões. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, **8**(1): 17-46.
- Friaes Y. S., Ramos M. I. F., Linhares A. P. 2022. New paleoenvironmental and palynostratigraphic data from Solimões Formation (Solimões Basin, Amazonas, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **115**: 103751.
- Gliozzi E., Rodriguez-Lazaro J., Pipik R. 2017. The Neogene Mediterranean origin of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850). *Journal of Micropalaeontology*, **36**: 80–93.

- Gross M., Piller W. E., Ramos M. I. F., Paz J. D. S. 2001. Late Miocene Sedimentary environments in south-western Amazonia (Solimões Formation, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **32**: 169-181.
- Gross M., Ramos M. I. F., Caporaletti M., Piller W. E. 2013. Ostracods (Crustacea) and their paleoenvironmental implication for the Solimões Formation (Late Miocene; Western Amazonia/Brazil). *Journal of South American Earth Science*, **42**: 216-241.
- Gross M., Ramos M. I. F., Piller W. E. 2014. On the Miocene *Cyprideis* species flock (Ostracoda; Crustacea) of Western Amazonia (Solimões Formation): Refining taxonomy on species level. *Zootaxa*, **3899**(1): 001-069.
- Gross M., Ramos M.I.F., Piller W.E. 2015. A minute ostracod (Crustacea: Cytheromatidae) from the Miocene Solimões Formation (western Amazonia, Brazil): evidence for marine incursions? *Journal of Systematic Palaeontology*, **14**:581–602.
- Gross, M., Piller, W.E., 2020. Saline waters in Miocene western Amazonia - an alternative view. *Front. Earth Sci.* 8, 116.
- Hoorn C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **105**: 267-309.
- Hoorn C. 1994a. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon river system (Middle–Late Miocene, NW Amazonia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**(3-4): 187-238.
- Hoorn C. 1994b. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **109**: 1-54.
- Hoorn C., Wesselingh, F. P., Hovikoski J., Guerrero J. 2010. The development of the Amazonian mega-wetland (Miocene; Brazil, Colombia, Peru, Bolivia). Hoorn C. e Wesselingh F. Amazonia: Landscape and species evolution, a look into the past. *Wiley-Blackwell publications, Oxford, UK*, **8**:123-142.
- Horbe, A. M. C, Martin Roddaz, Luciane Batista Gomes, Rodrigo Tokuta Castro, Elton Luiz Dantas, Dermeval A. do Carmo. 2019. Provenance of the Neogene sediments from the Solimões Formation (Solimões and Acre Basins), Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* **93**: 232–241.
- Jaramillo C., Hoorn C., Silva S., Leite F., Herrera F., Quiroz L., Dino R., Antonioli L. 2010. The origins of the modern Amazon rainforest: implications from the palynological and paleobotanical record. In: Hoorn M.C. & Wesselingh, F.P. (eds.). *Amazonia, landscape and species evolution*. Oxford, Wiley-Blackwell, p. 317–334.
- Jaramillo C., Romero I., D’Apolito C., Bayona G., Duarte E., Louwye S., Escobar J., Luque J., Carrillo-Briceño J D., Zapata V., Mora A., Schouten S., Zavada M., Harrington G., Ortiz J. Frank P. Wesselingh F.P. 2017. Miocene flooding events of western Amazonia. *Science Advances*. **3**(5): 1601693.

- Kachniasz, K.E., Silva-Caminha, S.A.F. 2016. Palinoestratigrafia da Formação Solimões: comparação entre bioestratigrafia tradicional e o método de Associações Unitárias. *Rev. Bras. Palaontol.* **19**: 481–490.
- Kern, A.K., Gross, M., Galeazzi, C.P., Pupim, F.N., Sawakuchi, A.O., Almeida, R.P., Piller, W.E., Kuhlmann, G.G., Basei, M.A.S. 2020. Re-investigating Miocene age control and paleoenvironmental reconstructions in western Amazonia (northwestern Solimões Basin, Brazil). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **545**, 109652.
- Latrubesse E. M., Cozzuol M., Silva-Caminha S. A. F., Rigsby C. A., Absy M. L., Jaramillo C. A. 2010. The late Miocene paleogeography of the Amazon basin and the evolution of the Amazon River system. *Earth-Science Reviews*, **99**: 99-124.
- Leite, F.P.R., Paz, J., Carmo, D.A., Caminha, S.A.S. 2017. The effects of the inception of Amazonian transcontinental drainage during the Neogene on the landscape and vegetation of the Solimões Basin. Brazil. *Palynol.* **41**(3), 412–422.
- Leite, F.P.R., Caminha, S.A.S., D’Apolito, C. 2021. New Neogene index pollen and spore taxa from the Solimões Basin (western Amazonia), Brazil. *Palynology* **45**: 115–141.
- Linhares A. P., Ramos M. I. F., Gross M., Werner E. P. 2011. Evidence for marine influx during the Miocene in southwestern Amazonia, Brazil. *Geologia Colombiana*, **36**(1): 91-103.
- Linhares A. P., Gaia V. C. S., Ramos M. I. F. 2017. The significance of marine microfossils for paleoenvironmental reconstruction of the Solimões Formation (Miocene), western, Amazonia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **79**: 57- 66.
- Linhares A. P., Ramos M. I. F., Gaia V. C. S., Friaes Y. S. 2019. Integrated biozonation based on palynology and ostracods from the Neogene of Solimões Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **91**: 57-70.
- Linhares A. P. & Ramos M. I. F. 2022. Neogene ostracods from the Solimões Formation (Atalaia do Norte, Amazonas State, Brazil), with the description of two new species. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **25**(1):61-75.
- Machado L. G., Scheel-Ybert R., Robson T. B., Araújo C. M. 2012. Lenhos fósseis do Neógeno da Bacia do Acre, Formação Solimões: contexto paleoambiental. *Rev. Bras. de Geociências*, **42**(1): 67-80
- Maia R. G. N., Godoy H. K., Yamaguti H. S., Moura P. A., Costa F. S. F., Holanda M. A., Costa J. A. 1977. *Projeto Carvão no Alto Solimões. Relatório Final*. Manaus, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Departamento Nacional da Produção Mineral, 142p.
- Martens K., De Deckker P., Rossetti G. 2004. On a new terrestrial genus and species of Scottiinae (Crustacea, Ostracoda) from Australia, with a discussion on the phylogeny and the zoogeography of the subfamily. *Zoologischer Anzeiger*, **243**: 21–36.
- Medeiros C. G., Carmo D. A., Antonietto L. S., Boush L. E. P. 2019. The Ostracods from Solimões Formation, Brazil: An Alternative Biostratigraphic Zonation for the Neogene of Amazonia. *Rev. Bras. de Paleontol.*, **22**(2): 97-205.

- Muñoz-Torres F., Whatley R. C., Harten Van. D. 1998. The endemic Non-marine Miocene ostracod fauna of the upper Amazon Basin. *Rev. Esp. de Micropaleontol.*, **30**(3): 89-105.
- Muñoz-Torres F., Whatley R. C., Harten Van. D. 2006. Miocene ostracod (Crustacea) biostratigraphy of the Upper Amazon Basin and evolution of the genus *Cyprideis*. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 75-86.
- Nogueira A. C. R., Arai M., Horbe A. M. C., Horbe M. A., Silveira R. R., Silva J. S., Motta M. B. 2003. A influência marinha nos depósitos da Formação Solimões na região de Coari (AM): registro da transgressão miocênica na Amazônia Ocidental. In: 8º Simpósio de Geologia da Amazônia, Manaus, Amazonas. *Resumos Expandidos*. v.1, p. 468-472.
- Nogueira A. A. E. & Ramos M. I. F. 2016. The genus *Perissocytheridea* Stephenson, 1938 (Crustacea: Ostracoda) and evidence of brackish water facies along the Oligo-Miocene, Pirabas Formation, eastern Amazonia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **65**: 101-121.
- Purper I. 1977a. Some Ostracodes from the Upper Amazon Basin. Brazil. Environment and age. In: Löffler, H. & Danielopol, D. (ed). *Aspects of Ecology and Zoogeography of Recent and Fossil Ostracoda*. The Hague. W. Junk Publishers. p. 353-67.
- Purper I. 1977b. Histórico e comentários sobre a paleontologia e idade da Formação Pebas. *Pesquisas do Instituto de Geociências*, Porto Alegre, **8**: 7-32.
- Purper I. 1979. Cenozoic Ostracodes of the Upper Amazon Basin, Brazil. *Pesquisas em Geociências*, **12**: 209-281.
- Purper I. & Pinto I. D. 1983. New genera and species of ostracodes of the Upper Amazon Basin. *Pesquisas em Geociências*, **15**:113–126.
- Purper I. & Pinto I. D. 1985. New data and new ostracodes from Pebas Formation – upper Amazon basin. In: 8º Congresso Brasileiro de Paleontologia, *Anais [...]*, Rio de Janeiro, p. 427–441.
- Purper I. & Ornellas, L. 1991. New ostracodes of endemic fauna of the Pebas Formation, Upper Amazon Basin Brasil. *Pesquisas em Geociências*, **18**:25–38.
- Radambrasil. 1977. Folha SB.19 Juruá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. DNPM, Brasil, p. 436.
- Ramos M. I. F. 2006a. Ostracods from the Neogene Solimões Formation (Amazonas, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 87-95.
- Ramos M. I. F. 2006b. Paleoecology and age of the Neogene Solimoes Formation, southwestern Amazonia state, Brazil, based on ostracods (Crustacea). In: 9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 2006, Córdoba, *Resúmenes [...]*, p. 234.
- Räsänen M. E., Linna A. M., Santos J. C., Negri F. R. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science*, **269**: 386-390.

- Rodriguez-Lazaro J. & Ruiz-Muñoz F. 2012. A general introduction to ostracods: morphology, distribution, fossil record and applications. In: Horne, D. J., Holmes, J. A., Rodriguez-Lazaro J., Viehberg, F.A. *Developments in Quaternary Sciences*. Elsevier, Oxford, UK, **17**: 1-14.
- Sandberg P. 1964. The Ostracod genus *Cyprideis* in the Americas. *Stockholm Contr. Geol.* **12**: 1-178.
- Sheppard L. & Bate R. 1980. Plio-Pleistocene ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru. *Palaeontology*, **23**(1): 97-124.
- Silva-Caminha, S.A.F., Jaramillo, C., Absy, M.L., 2010. Neogene palynology of the Solimões Basin. Brazilian Amazonia. *Palaeontogr. Abt. B: Paleobot.-Palaeophyt.* **283**: 1–67.
- Silveira R. R. & Souza P. A. 2017. Palinoestratigrafia da Formação Solimões na região do alto Solimões (Atalaia do Norte e Tabatinga), Amazonas, Brasil. *Geociências*, UNESP, **36**(1): 100-117.
- Smith A. J. & Delorme L. D. 2010. Ostracoda. In: J. H. Thorp, A. P. Covich. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, *Elsevier*, p. 725-771.
- Smith A. J. & Horne D. J. 2002. Ecology of marine, marginal marine and nonmarine ostracodes. In: Holmes, J.A. Chivas, A. R. The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, Geophysical Monograph 131. Washington: D.C., *American Geophysical Union*, p. 37-64.
- Sousa, F. S. D. & Ramos, M. I. F. 2023. Taxonomic study of the genus *Cyprideis* JONES, 1957 from the Pebas Formation (Miocene), Iquitos, with description of Three new species, *Journal of South American Earth Sciences*, **123**: 104126.
- Souza R. G., Cidade G. M., Campos D. D. A., Riff D. 2016. New crocodylian remains from the Solimões formation (Lower Eocene–Pliocene), state of Acre, southwestern Brazilian Amazonia. *Rev. Bras. de Paleontol.*, **19**(2): 217-232.
- Tibert, N.E., Rygel, M.C., Sanders, S.C., Elrick, S.D., Nelson, J. 2013. Temporal and spatial distribution of ostracods across the Pennsylvanian–Permian boundary interval in eastern North America. *International Journal of Coal Geology*, **119**: 9–105.
- Wanderley Filho J. R., Eiras J. F., Vaz P. T. 2007. Bacia do Solimões. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2): 217-225.
- Wanderley Filho J. R., Eiras J. F., da Cruz Cunha P. R., Van Der Ven P. H. 2010. The Paleozoic Solimões and Amazonas basins and the Acre foreland basin of Brazil. Amazonia: Landscape and Species. Evolution: A look into the past. *Wiley-Blackwell*, Oxford, p.29-37.
- Wesselingh F. P., Räsänen M. E., Irion G., Vonhof H. B., Kaandorp R. J. G., Renema W., Romero-Pittman L., Gingras M. K. 2002. Lake Pebas: a palaeoecological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia. *Cenozoic Research*, **1**(2): 35- 81.
- Wesselingh F. P., Ranzi A., Räsänen M. E. 2006a. Miocene freshwater Mollusca from western Brazilian Amazonia. *Scripta Geologica*, **133**: 419-437.

Wesselingh F. P., Hoorn M. C., Guerrero J., Räsänen M., Romero Pittmann L., Salo J. 2006b. The stratigraphy and regional structure of Miocene deposits in western Amazonia (Peru, Colombia and Brazil), with implications for Late Neogene landscape evolution. *Scripta Geologica*, **133**: 291-322.

Wesselingh F. P. & Ramos M. I. F. 2010. Amazonian aquatic invertebrate faunas (Mollusca, Ostracoda) and their development over the past 30 million years. *In*: Hoorn C. & Wesselingh F.P. (eds.). *Amazonia, landscape and species evolution: a look into the past*. Oxford, Wiley-Blackwell, p. 302–316.

Whatley R. C., Muñoz-Torres F., Harten Van. D. 1998. The Ostracoda of an isolated Neogene saline lake in the Western Amazon basin. *In*: Crasquin-Soleau S., Braccini, E., Lethiers F. *What about Ostracoda!* Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracodologistes, 1996. *Bulletin Centre Rech Elf Explor.* p. 231-245. (Prod. Mém, 20).

APÊNDICE A – Número de valvas por espécies do gênero *Cyprideis* recuperadas por testemunho.

ESPÉCIES	<i>Cyprideis amazonica</i>	<i>Cyprideis caraionae</i>	<i>Cyprideis currucae</i>	<i>Cyprideis cyrtoma</i>	<i>Cyprideis inversa</i>	<i>Cyprideis ituitae</i>	<i>Cyprideis longispina</i>	<i>Cyprideis machadoi</i>	<i>Cyprideis marginuspinosa</i>	<i>Cyprideis matorae</i>	<i>Cyprideis minipunctata</i>	<i>Cyprideis multiradiata</i>	<i>Cyprideis munoztorrezi</i>	<i>Cyprideis olivencai</i>	<i>Cyprideis paralela</i>	<i>Cyprideis retrobispinosa</i>	<i>Cyprideis santaelenae</i>	<i>Cyprideis schedogymnos</i>	<i>Cyprideis sulcosigmoidalis</i>
	TESTEMUNHOS																		
1AS-1-AM	13		5	4	15	33	1	81		1		562	21		20				75
1AS-4-AM			24		43	203		119		9	13	555	113		9				160
1AS-8-AM	10		5	20		26		118	2	9	36	364	98					34	162
1AS-32-AM	272	439	7	110	45	219		324	10		23	391	38	9	46	301		11	169
1AS-33-AM	180	1235			4	2		162				92			17		37		64
1AS-36-AM					7	182		25		2				24					5
TOTAL DE ESPÉCIMES	475	1674	41	134	114	665	1	829	12	21	72	1964	270	33	92	301	37	45	635

**APÊNDICE B - Ocorrência e quantidade de espécimes recuperados dos demais gêneros
nos testemunhos estudados.**

GÊNEROS	<i>Cypria</i>	<i>Cytheridella</i>	<i>Paracypria</i>	<i>Pellucistoma</i>	<i>Penthesilenulla</i>	<i>Perissocytheridea</i>	<i>Rhadinocytherura</i>
TESTEMUNHOS							
1AS-1-AM	14	1	2		8	10	2
1AS-4-AM			5	20	57	142	18
1AS-8-AM		2				12	
1AS-32-AM	3	2	5	1	37	38	2
1AS-33-AM	7	1	1		17	42	4
1AS-36-AM		10					
TOTAL DE ESPÉCIMES	24	16	13	21	119	244	26

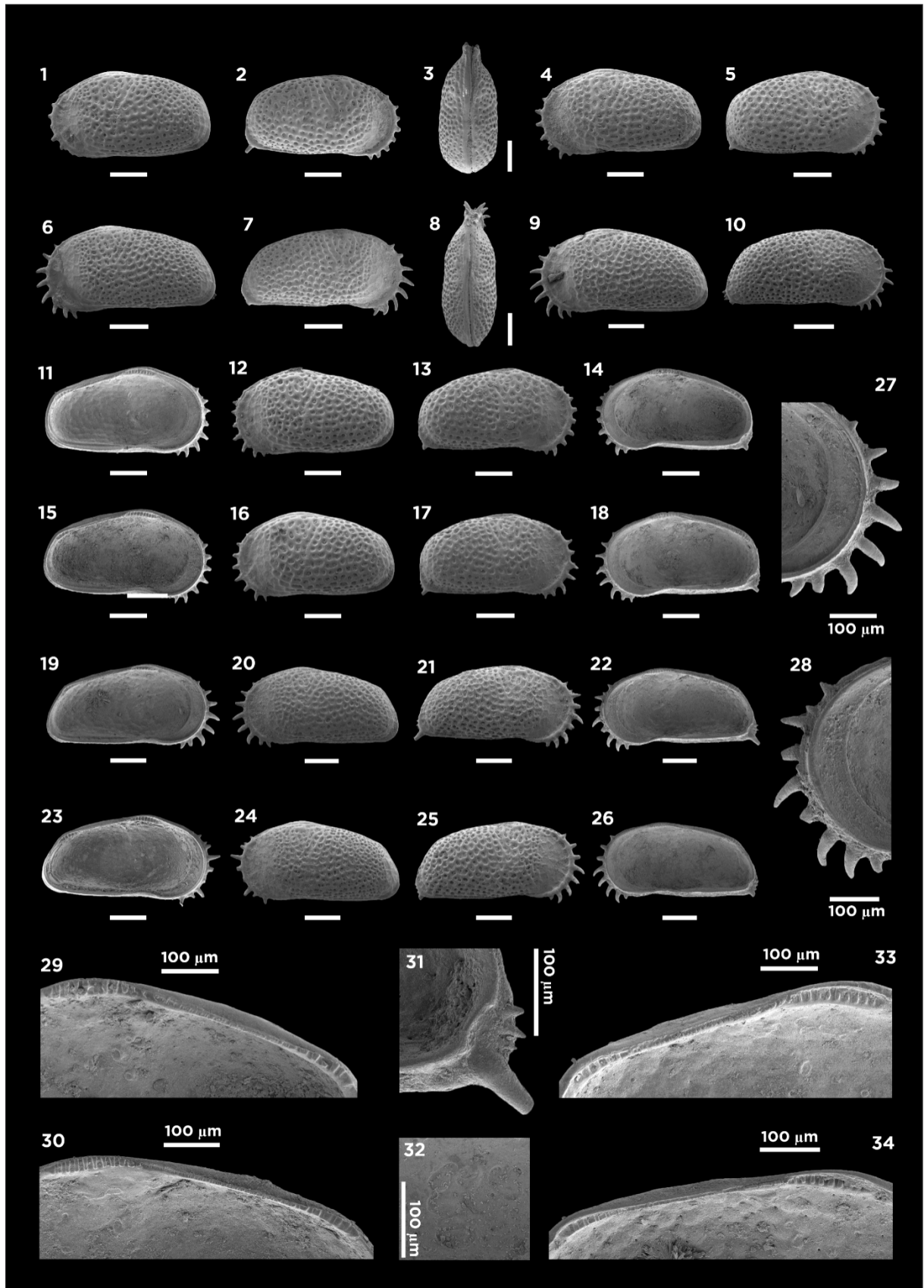
APÊNDICE C – ESTAMPAS (DE 1 A 7)

ESTAMPA 1

***Cyprideis goeldiensis* sp. nov**

- 1: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.87; 0.47/ MPEG_RF_01).
- 2: Fêmea, valva direita, vista externa (0.86; 0.47/ MPEG_RF_01).
- 3: Fêmea, vista dorsal (0.88; 0.39/ MPEG_RF_01)
- 4: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.85; 0.46/ MPEG_RF_02).
- 5: Fêmea, valva direita, vista externa (0.84; 0.45/ MPEG_RF_03).
- 6: Macho, valva esquerda, vista externa (0.88; 0.45/ MPEG_RF_04).
- 7: Macho, valva esquerda, vista externa (0.93; 0.47/ MPEG_RF_04).
- 8: Macho, vista dorsal (0.96; 0.35/ MPEG_RF_04).
- 9: Macho, valva esquerda, vista externa (0.92; 0.46/ MPEG_RF_05).
- 10: Macho, valva direita, vista externa (0.79; 0.38/ MPEG_RF_06).
- 11 e 12: Fêmea, valva esquerda, vista interna e externa (0.86; 0.47/ MPEG_RF_07).
- 13 e 14: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.83; 0.44/ MPEG_RF_08).
- 15 e 16: Fêmea, valva esquerda, vista interna e externa (0.87; 47/ MPEG_RF_09).
- 17 e 18: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.81; 0.43/ MPEG_RF_10).
- 19 e 20: Macho, valva esquerda, vista interna e externa (0.93; 0.46/ MPEG_RF_11).
- 21 e 22: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.91; 0.45/ MPEG_RF_12).
- 23 e 24: Macho, valva esquerda, vista interna e externa (0.90; 0.43/ MPEG_RF_13).
- 25 e 26: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.89; 0.43/ MPEG_RF_14).
- 27: Detalhes dos espinhos marginais anteriores (= Fig. 19/ MPEG_RF_11)
- 28: Detalhes dos espinhos marginais anteriores (= Fig. 22/ MPEG_RF_12)
- 29: Detalhes da charneira (= Fig. 14/ MPEG_RF_08)
- 30: Detalhes da charneira (= Fig. 22/ MPEG_RF_12)
- 31: Detalhes dos espinhos posteroventrais (= Fig. 22/ MPEG_RF_12)
- 32: Detalhes das cicatrizes musculares (= Fig. 19/ MPEG_RF_11)
- 33: Detalhes da charneira (= Fig. 11/ MPEG_RF_07)
- 34: Detalhes da charneira (= Fig. 19/ MPEG_RF_11)

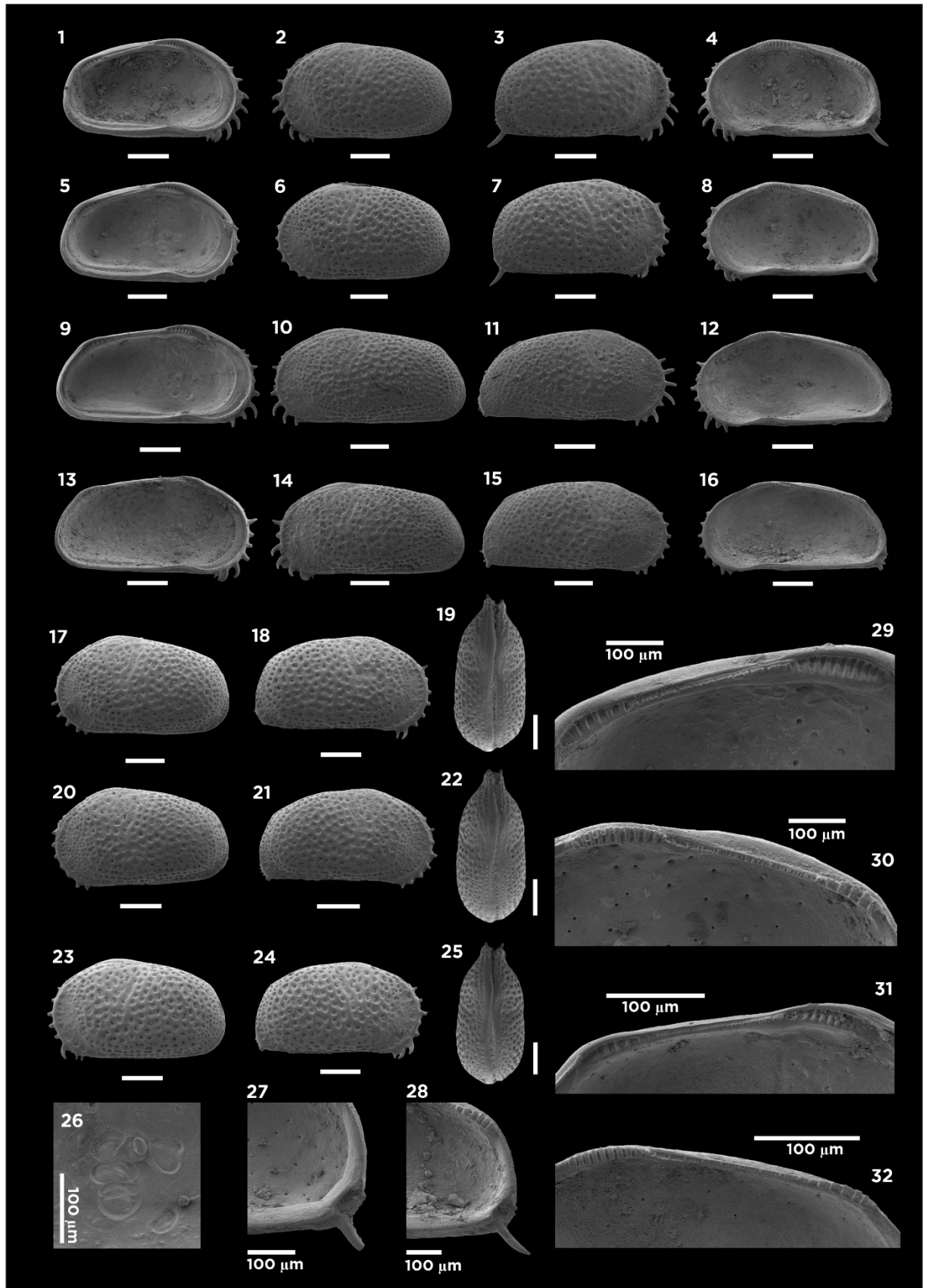
ESTAMPA 1



ESTAMPA 2***Cyprideis javariensis* sp. nov.**

- 01 e 02: Fêmea, valva esquerda, vista iterna e externa (0.88; 0.50/ MPEG_RF_15)
- 03 e 04: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.84; 0.48/ MPEG_RF_16)
- 05 e 06: Fêmea, valva esquerda, vista interna e externa (0.91; 0.52/ MPEG_RF_17)
- 07 e 08: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.84; 0.46/ MPEG_RF_18)
- 09 e 10: Macho, valva esquerda, vista interna e externa (0.98; 0.49/ MPEG_RF_19)
- 11 e 12: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.99; 0.46/ MPEG_RF_20)
- 13 e 14: Macho, valva esquerda, vista interna e externa (0.97; 0.48/ MPEG_RF_21)
- 15 e 16: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.98; 0.48/ MPEG_RF_22)
- 17: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.91; 0.52/ MPEG_RF_23)
- 18: Fêmea, valva direita, vista externa (0.86; 0.46/ MPEG_RF_24)
- 19: Fêmea, vista dorsal (= Figs. 17 e 18/ 0.90; 0.42/ MPEG_RF_23 e MPEG_RF_24)
- 20: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.84; 0.48/ MPEG_RF_25)
- 21: Fêmea, valva direita, vista externa (0.81; 0.44/ MPEG_RF_26)
- 22: Fêmea, vista dorsal (= Figs. 20 e 21/ 0.84; 0.38/ MPEG_RF_25 e MPEG_RF_26)
- 23: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.83; 0.40/ MPEG_RF_27)
- 24: Fêmea, valva direita, vista externa (0.83; 0.46/ MPEG_RF_28)
- 25: Fêmea, vista dorsal (= Figs. 23 e 24/ 0.88; 0.43/ MPEG_RF_27 e MPEG_RF_28)
- 26: Detalhes das cicatrizes musculares (= Fig. 05/ MPEG_RF_17)
- 27: Detalhes do espinho posteroventral (= Fig. 08/ MPEG_RF_18)
- 28: Detalhes do espinho posteroventral (= Fig. 04/ MPEG_RF_16)
- 29: Detalhes da charneira (= Fig. 05/ MPEG_RF_17)
- 30: Detalhes da charneira (= Fig. 08/ MPEG_RF_18)
- 31: Detalhes da charneira (= Fig. 09/ MPEG_RF_19)
- 32: Detalhes da charneira (= Fig. 12/ MPEG_RF_20)

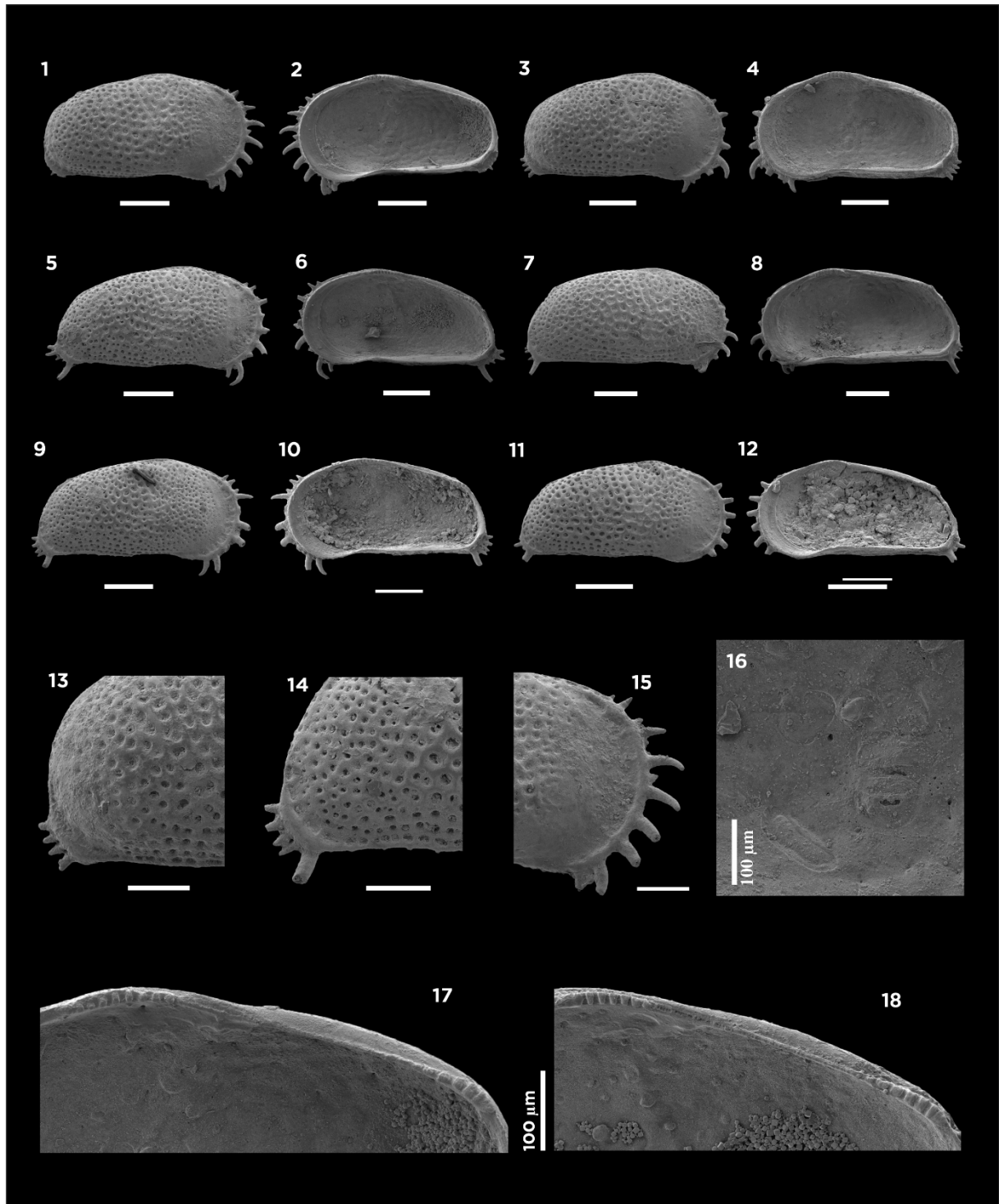
ESTAMPA 2



ESTAMPA 3***Cyprideis* sp. 1**

- 01 e 02: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.82; 0.43/ MPEG_RF_29)
- 03 e 04: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.82; 0.44/ MPEG_RF_30)
- 05 e 06: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.83; 0.41/ MPEG_RF_31)
- 07 e 08: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.94; 0.45/ MPEG_RF_32)
- 09 e 10: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.84; 0.42/ MPEG_RF_33)
- 11 e 12: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.82; 0.41/ MPEG_RF_34)
- 13: Detalhes dos espinhos posteroventrais (= Fig. 03/ MPEG_RF_30)
- 14: Detalhes dos espinhos posteroventrais (= Fig. 09/ MPEG_RF_33)
- 15: Detalhes dos espinhos marginais anteriores (= Fig. 01/ MPEG_RF_29)
- 16: Detalhes das cicatrizes musculares (= Fig. 02/ MPEG_RF_29)
- 17: Detalhes da charneira (= Fig. 02/ MPEG_RF_29)
- 18: Detalhes da charneira (= Fig. 06/ MPEG_RF_31)

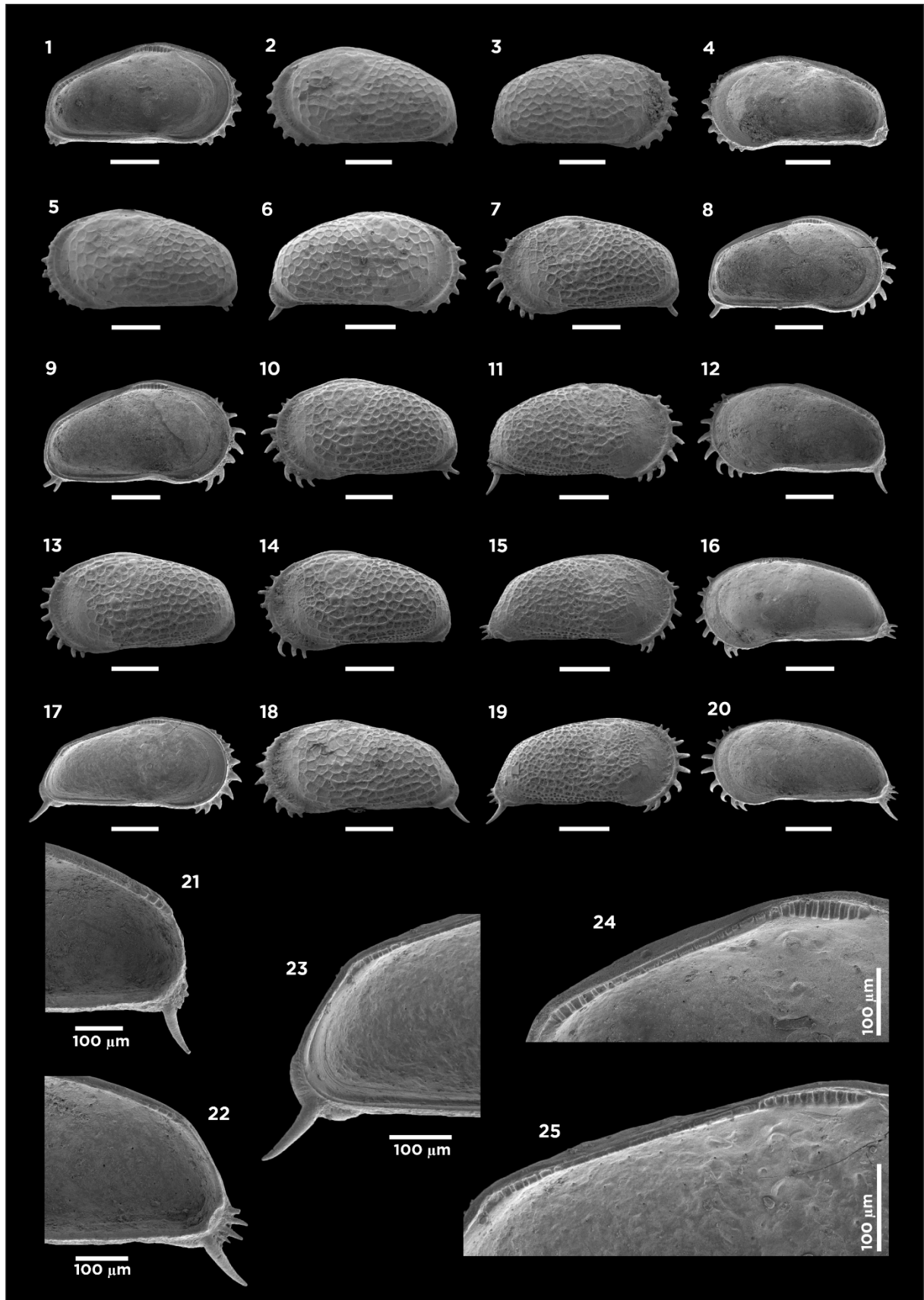
ESTAMPA 3



ESTAMPA 4***Cyprideis matorae* Gross et al. (2014)**

- 1 e 2: Fêmea, valva esquerda, vista interna e externa (0.78; 0.41/ MPEG_RF_35)
- 3 e 4: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.77; 0.41/ MPEG_RF_36)
- 5: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.78; 0.42/ MPEG_RF_37)
- 6: Fêmea, valva direita, vista externa (0.77; 0.40/ MPEG_RF_38)
- 7 e 8: Fêmea, valva esquerda, vista externa e interna (0.75; 0.40/ MPEG_RF_39)
- 9 e 10: Fêmea, valva esquerda, vista interna e externa (0.77; 0.43/ MPEG_RF_40)
- 11 e 12: Fêmea, valva direita, vista externa e interna (0.73; 0.38/ MPEG_RF_41)
- 13: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.77; 0.42/ MPEG_RF_42)
- 14: Fêmea, valva esquerda, vista externa (0.74; 0.41/ MPEG_RF_43)
- 15 e 16: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.74; 0.36/ MPEG_RF_44)
- 17 e 18: Macho, valva esquerda, vista externa e interna (0.80; 0.38/ MPEG_RF_45)
- 19 e 20: Macho, valva direita, vista externa e interna (0.75; 0.35/ MPEG_RF_46)
- 21: Detalhes do espinho posteroventral, vista interna (= Fig. 08/ MPEG_RF_33)
- 22: Detalhes do espinho posteroventral, vista interna (= Figs. 20/ MPEG_RF_46)
- 23: Detalhes do espinho posteroventral, vista interna (= Figs. 17/ MPEG_RF_45)
- 24: Detalhes da charneira (= Fig. 01/ MPEG_RF_35)
- 25: Detalhes da charneira (= Fig. 17/ MPEG_RF_45)

ESTAMPA 4

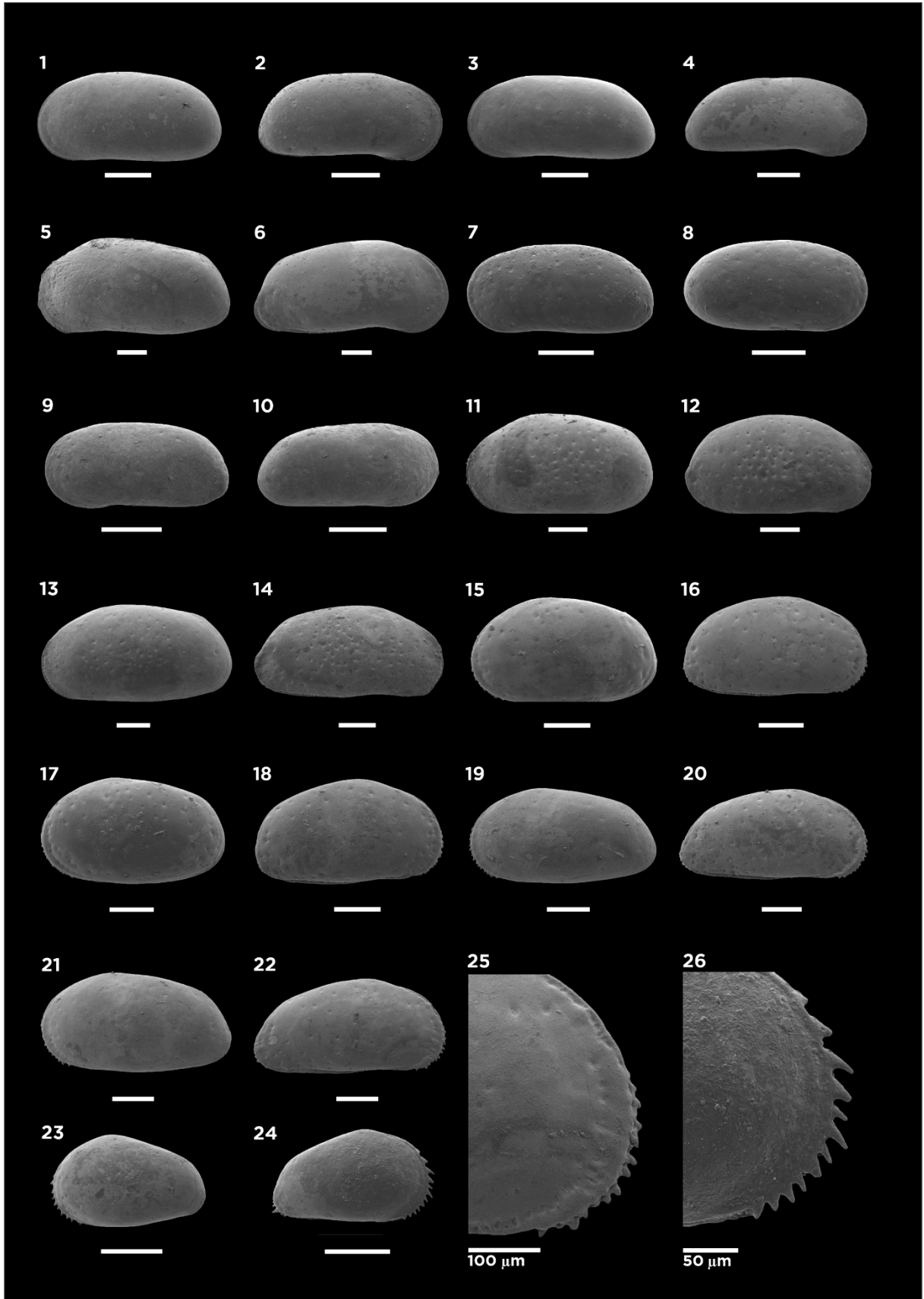


ESTAMPA 5

***Cyprideis* de superfície lisa**

- 1: *Cyprideis multiradiata*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.81; 0.39/ MPEG_RF_47).
- 2: *Cyprideis multiradiata*, fêmea, valva direita, vista externa (0.78; 0.38/ MPEG_RF_48).
- 3: *Cyprideis multiradiata*, macho, valva esquerda, vista externa (0.83; a: 0.39/ MPEG_RF_49).
- 4: *Cyprideis multiradiata*, macho valva direita, vista externa (0.85; 0.37/ MPEG_RF_50).
- 5: *Cyprideis machadoi*, macho, valva esquerda, vista externa (1.32; 0.65/ MPEG_RF_51).
- 6: *Cyprideis machadoi*, macho, valva direita, vista externa (1.31; 0.63/ MPEG_RF_52).
- 7: *Cyprideis paralela*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.69; 0.33/ MPEG_RF_53).
- 8: *Cyprideis paralela*, fêmea, valva direita, vista externa (0.70; 0.35/ MPEG_RF_54).
- 9: *Cyprideis paralela*, macho?, valva esquerda, vista externa (0.61; 0.29/ MPEG_RF_55).
- 10: *Cyprideis paralela*, macho, valva direita, vista externa (0.63; 0.29/ MPEG_RF_56).
- 11: *Cyprideis amazonica*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.96; 0.53/ MPEG_RF_57).
- 12: *Cyprideis amazonica*, fêmea, valva direita, vista externa (0.98; 0.54/ MPEG_RF_58).
- 13: *Cyprideis amazonica*, macho, valva esquerda, vista externa (1.11; 0.57/ MPEG_RF_59).
- 14: *Cyprideis amazonica*, macho, valva direita, vista externa (1.07; 0.53/ MPEG_RF_60).
- 15: *Cyprideis caraionae*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.83; 0.48/ MPEG_RF_61).
- 16: *Cyprideis caraionae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.81; 0.44/ MPEG_RF_62).
- 17: *Cyprideis caraionae*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.86; 0.50/ MPEG_RF_63).
- 18: *Cyprideis caraionae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.79; 0.45/ MPEG_RF_64).
- 19: *Cyprideis caraionae*, macho, valva esquerda, vista externa (0.88; 0.46/ MPEG_RF_65).
- 20: *Cyprideis caraionae*, macho, valva direita, vista externa (0.94; 0.46/ MPEG_RF_66).
- 21: *Cyprideis caraionae*, macho, valva esquerda, vista externa (0.92; 0.49/ MPEG_RF_67).
- 22: *Cyprideis caraionae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.90; 0.46/ MPEG_RF_68).
- 23: *Cyprideis caraionae*, juvenil, valva esquerda, vista externa (0.49; 0.30/ MPEG_RF_69).
- 24: *Cyprideis caraionae*, juvenil, valva direita, vista externa (0.47; 0.28/ MPEG_RF_70).
- 25: Detalhes dos espinhos marginais anteriores (= Fig. 22/ MPEG_RF_68)
- 26: Detalhes dos espinhos marginais anteriores (= Fig. 24/ MPEG_RF_70)

ESTAMPA 5

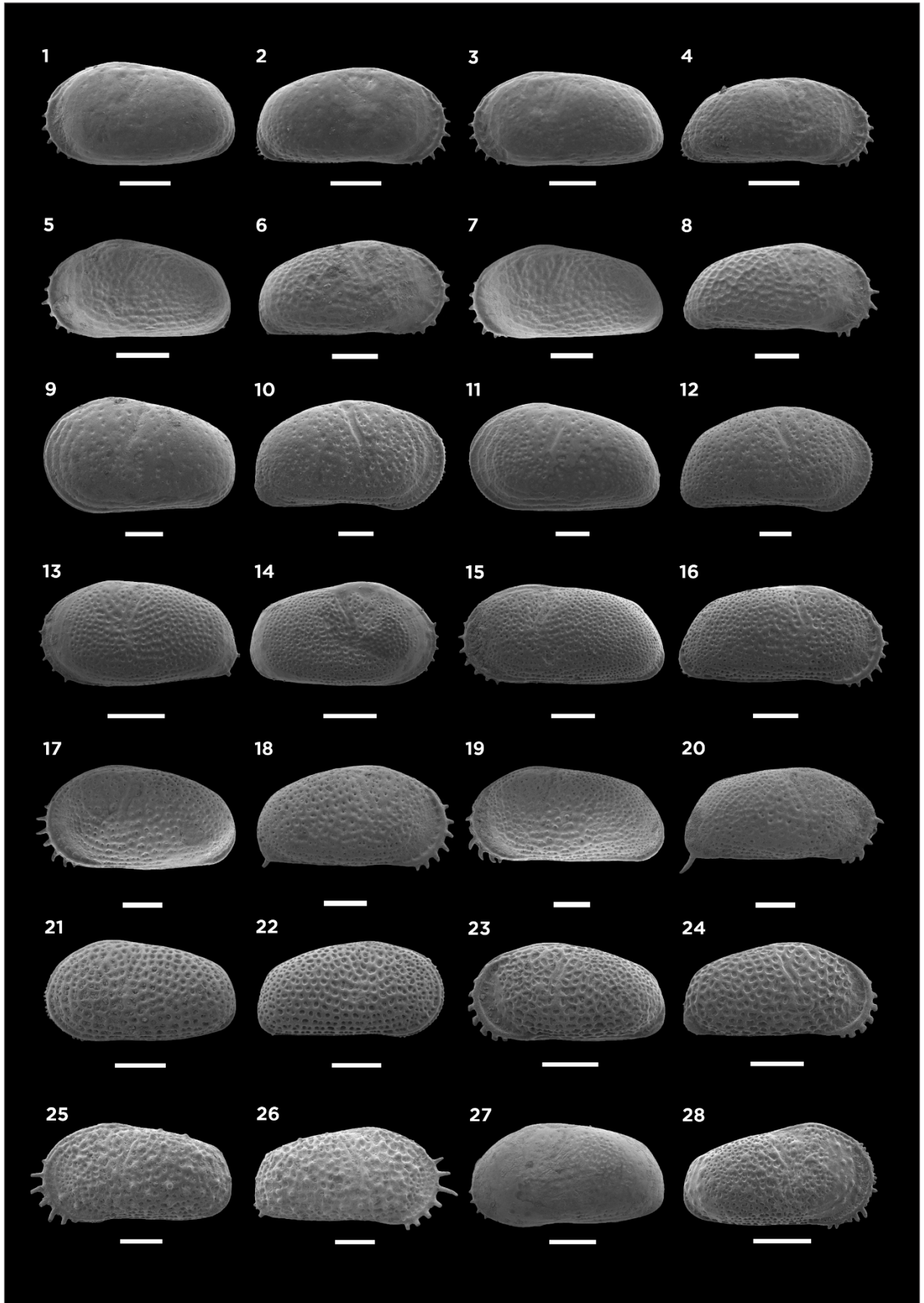


ESTAMPA 6

***Cyprideis* de superfície ornamentada**

- 1: *Cyprideis schedogymnos*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.76; a: 0.42/ MPEG_RF_71).
- 2: *Cyprideis schedogymnos*, fêmea, valva direita, vista externa (0.81; 0.41/ MPEG_RF_72).
- 3: *Cyprideis schedogymnos*, macho, valva esquerda, vista externa (0.93; 0.47/ MPEG_RF_73).
- 4: *Cyprideis schedogymnos*, macho, valva direita, vista externa (0.89; 0.42/ MPEG_RF_74).
- 5: *Cyprideis santaelenae*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.79; 0.43/ MPEG_RF_75).
- 6: *Cyprideis santaelenae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.81; 0.41/ MPEG_RF_75).
- 7: *Cyprideis santaelenae*, macho, valva esquerda, vista externa (0.91; 0.45/ MPEG_RF_76).
- 8: *Cyprideis santaelenae*, macho, valva direita, vista externa (0.87; 0.42/ MPEG_RF_76).
- 9: *Cyprideis sulcosigmoidalis*, fêmea, valva esquerda, vista externa (1.04; 0.63/ MPEG_RF_77).
- 10: *Cyprideis sulcosigmoidalis*, fêmea, valva direita, vista externa (1.10; 0.64/ MPEG_RF_78).
- 11: *Cyprideis sulcosigmoidalis*, macho, valva esquerda, vista externa (1.20; 0.69/ MPEG_RF_79).
- 12: *Cyprideis sulcosigmoidalis*, fêmea, valva direita, vista externa (1.23; 0.66/ MPEG_RF_80).
- 13: *Cyprideis retrobispinosa*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.69; 0.37/ MPEG_RF_81).
- 14: *Cyprideis retrobispinosa*, fêmea, valva direita, vista externa (0.71; 0.40/ MPEG_RF_82).
- 15: *Cyprideis minipunctata*, macho, valva esquerda, vista externa (0.93; 0.47/ MPEG_RF_83).
- 16: *Cyprideis minipunctata*, macho, valva direita, vista externa (0.93; 0.45/ MPEG_RF_84).
- 17: *Cyprideis marginuspinosa*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.97; 0.54/ MPEG_RF_85).
- 18: *Cyprideis marginuspinosa*, fêmea, valva direita, vista externa (0.91; 0.41/ MPEG_RF_85).
- 19: *Cyprideis marginuspinosa*, macho, valva esquerda, vista externa (1.03; 0.51/ MPEG_RF_86).
- 20: *Cyprideis marginuspinosa*, macho, valva direita, vista externa (0.97; 0.47/ MPEG_RF_86).
- 21: *Cyprideis munoztorresi*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.75; 0.40/ MPEG_RF_87).
- 22: *Cyprideis munoztorresi*, fêmea, valva direita, vista externa (0.76; 0.39/ MPEG_RF_88).
- 23: *Cyprideis ituiiae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.69; 0.35/ MPEG_RF_89).
- 24: *Cyprideis ituiiae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.71; 0.35/ MPEG_RF_90).
- 25: *Cyprideis curucae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.90; 0.47/ MPEG_RF_91).
- 26: *Cyprideis curucae*, fêmea, valva direita, vista externa (0.96; 0.51/ MPEG_RF_92).
- 27: *Cyprideis longispina*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.83; 0.45/ MPEG_RF_93).
- 28: *Cyprideis inversa*, fêmea, valva direita, vista externa (0.67; 0.36/ MPEG_RF_94).

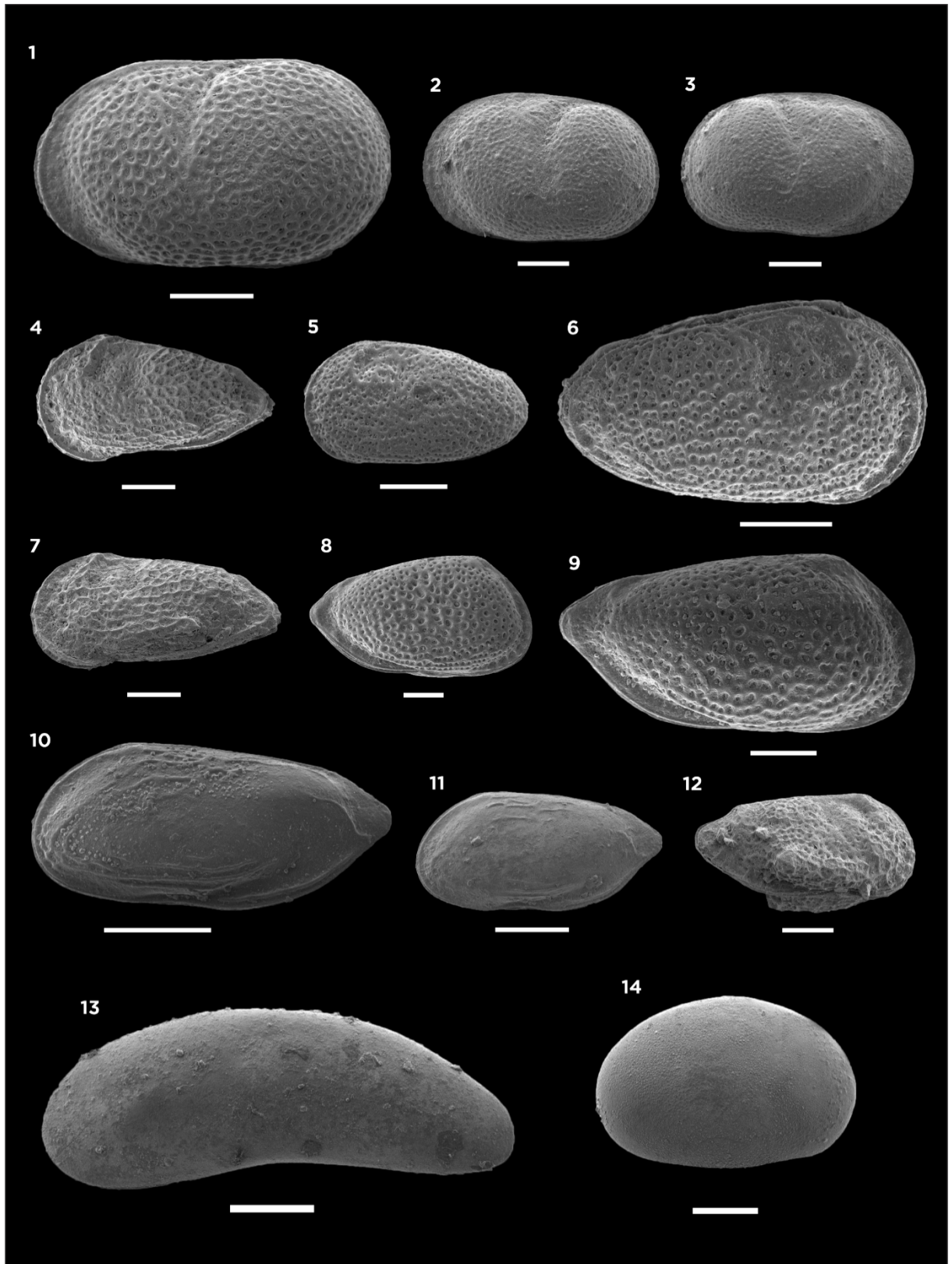
ESTAMPA 6



ESTAMPA 7**Outros gêneros e espécies**

- 1: *Cytheridella danielopoli*, valva esquerda, vista externa (0.88; 0.51/ MPEG_RF_95).
- 2: *Cytheridella danielopoli*, valva esquerda, juvenil, vista externa (0.47; 0.28/ MPEG_RF_96).
- 3: *Cytheridella danielopoli*, valva direita, juvenil, vista externa (0.45; 0.28/ MPEG_RF_97).
- 4: *Perissocytheridea acuminata*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.44; 0.24/ MPEG_RF_98).
- 5: *Perissocytheridea ornellasae*, fêmea, valva esquerda, vista externa (0.33; 0.18/ MPEG_RF_99).
- 6: *Perissocytheridea ornellasae*, fêmea, valva direita, carapaça, vista externa (0.32; 0.17/ MPEG_RF_100).
- 7: *Perissocytheridea acuminata*, macho, valva esquerda, vista externa (0.47; 0.22/ MPEG_RF_101).
- 8: *Rhadinocytherura amazonensis*., valva direita, vista externa (0.28; 0.15/ MPEG_RF_102).
- 9: *Rhadinocytherura amazonensis*, valva direita, vista externa (0.26; 0.13/ MPEG_RF_103).
- 10: *Pellucistoma curupira*, macho, valva esquerda, vista externa (0.33; 0.15/ MPEG_RF_104).
- 11: *Pellucistoma curupira*, fêmea, valva esquerda vista externa (0.33; 0.16/ MPEG_RF_105).
- 12: *Perissocytheridea* sp., valva direita, carapaça, vista externa (0.40; 0.19/ MPEG_RF_106).
- 13: ?*Paracypris*, valva esquerda, vista externa (0.57; 0.22/ 1 MPEG_RF_07).
- 14: *Cypria* sp., valva direita, vista externa (0.40; 0.26/ MPEG_RF_108).

ESTAMPA 7



APÊNDICE D – LISTAGEM DE ESPÉCIES DO GÊNERO CYPRIDEIS JÁ DESCRITAS NAS FORMAÇÕES SOLIMÕES E PEBAS

1. *Cyprideis amazonica* (Purper 1979)
2. *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas, 1991
3. *Cyprideis atalaiensis* Linhares & Ramos, 2022
4. *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985
5. *Cyprideis curucae* Gross, Ramos & Piller, 2014
6. *Cyprideis cyrtoma* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten, 1998
7. *Cyprideis dictyon* Linhares & Ramos, 2022
8. *Cyprideis graciosa* (Purper 1979)
9. *Cyprideis indianaensis* Sousa & Ramos, 2023
10. *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983)
11. *Cyprideis ituiiae* Gross, Ramos & Piller, 2014
12. *Cyprideis kroemmelbeini* Purper, 1979
13. *Cyprideis krsticae* (Purper & Pinto 1985)
14. *Cyprideis kotziane* Purper & Ornellas, 1991
15. *Cyprideis longispina* (Purper 1979)
16. *Cyprideis machadoi* (Purper 1979)
17. *Cyprideis marginuspinosa* (Purper & Ornellas 1991)
18. *Cyprideis matorae* Gross, Ramos & Piller, 2014
19. *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991)
20. *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979)
21. *Cyprideis munoztorresi* Gross, Ramos & Piller, 2014
22. *Cyprideis obliquosucata* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten, 1998
23. *Cyprideis olivencai* (Purper 1979)
24. *Cyprideis paralela* (Purper 1979)
25. *Cyprideis pebasae* (Purper 1979)
26. *Cyprideis p. colombianaensis* Sheppard & Bate, 1980
27. *Cyprideis reticulopunctata* (Purper 1979)
28. *Cyprideis retrobispinosa* (Purper & Pinto 1983)
29. *Cyprideis santaelenae* Sousa & Ramos. 2023
30. *Cyprideis schedogymnos* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten, 1998
31. *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980)
32. *Cyprideis soledadensis* Sousa & Ramos, 2023
33. *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper 1979)
34. *Cyprideis goeldiensis* sp. nov. Ferreira & Ramos (in prep.)
35. *Cyprideis javariensis* sp. nov. Ferreira & Ramos (in prep.)



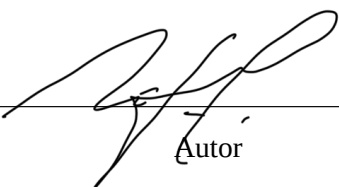
Ministério da Educação
Universidade Federal do Pará
Sistema de Bibliotecas

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Autor: Renato Rafael Martins Ferreira.
CPF: 832233802-30 Matrícula: 202101770002
Telefone (91) 99158-4283 e-mail: renatoraf823@gmail.com
Curso/Programa: Programa de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica
Orientador: Maria Inês Tejo Ramos
Coorientador: _____
Data da Defesa: 07 de Julho de 2023.
Título/Subtítulo: Taxonomia do gênero *Gymnoides* (Crustacea; Detritivora), Formação Solimões (Mioceno), Bacia do Solimões, Estado do Amazonas, Brasil.
Tipo do documento: () TCC¹ () TCCE² (☒) Dissertação () Tese () Artigo Científico
() Livro () Capítulo de livro () Outro: _____

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

- Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;
- Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;
- Do Regimento Interno da Universidade Federal do Pará;
- Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;
- Da utilização da licença pública internacional *Creative Commons 4.0*;
- Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de ideias, textos, tabelas ou ilustrações transcritos de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.


Autor

Belém, 21/12/2023.
Local e Data

¹ Trabalho de Conclusão de Curso

² Trabalho de Conclusão de Especialização



Ministério da Educação
Universidade Federal do Pará
Sistema de Bibliotecas

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO E DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA PARA
PUBLICAÇÃO DIGITAL NO PORTAL INSTITUCIONAL DE ACESSO ABERTO DA UFPA**

1. Tipo de documento: () TCC³ () TCCE⁴ (✓) Dissertação () Tese () Artigo
Científico () Livro () Capítulo de Livro () Trabalho Apresentado em evento

2. Informações sobre a obra:

Autor: Renato Rafael Martins Ferreira

RG: 6874501 CPF: 832233802-30

E-mail: Renato.rafael823@gmail.com

Telefone: (91) 99158-4283 Curso/Programa: Programa de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica.

Orientador: Maria Inês Fajó Ramos.

Coorientador: _____

Título do documento:

Taxonomia do gênero Gypsioides (Gastropoda; Ostreacoda), Formação Solimões (Mioceno), Bacia
do Solimões, Estado do Amazonas, Brasil

Data da defesa: 07/07/2023 Área do Conhecimento: Análise de Bacias Sedimentares.

Agência de Fomento (se houver): CAPES.

3. Informação de disponibilização do documento:

Restrição para publicação: () Total () Parcial (✓) Sem restrição

Justificativa de restrição total*: _____

Em caso de restrição parcial, especifique os capítulos restritos: _____

A partir de qual data esse documento poderá ser disponibilizado: 01/03/2024

4. Permissões⁵

Permite o uso comercial da obra? () Sim (✓) Não / Permitir modificações na obra? () Sim (✓) Não

O documento está sujeito a patentes? () Sim (✓) Não

5. T&D defendidas fora da instituição

É Tese ou Dissertação defendida fora da UFPA? () Sim (✓) Não

Belém, 21/12/2023
Local e Data

[Assinatura]
Assinatura do autor

³ Trabalho de Conclusão de Curso

⁴ Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização

⁵ Creative Commons Internacional 4.0