



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 593

**ESTUDO TAXONÔMICO DO GÊNERO *CYRIDEIS*, FORMAÇÃO
PEBAS, REGIÃO DE IQUITOS, PERU**

Dissertação apresentada por:

FABRICIA SILVA DE SOUSA

Orientadora: Prof. Dra. Maria Inês Feijó Ramos (MPEG)

**BELÉM-PARÁ
2020**

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)

S725e Sousa, Fabricia Silva de.

Estudo taxonômico do gênero *Cyprideis*, Formação Pebas, região de Iquitos, Peru / Fabricia Silva de Sousa. — 2020.

xii, 153 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dr. Maria Inês Feijó Ramos

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

1. Ostracodes. 2. *Cyprideis*. 3. Taxonomia. 4. Formação Pebas. 5. Mioceno. I. Título.

CDD 560.47



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

**ESTUDO TAXONÔMICO DO GÊNERO *CYRIDEIS*,
FORMAÇÃO PEBAS, REGIÃO DE IQUITOS, PERU**

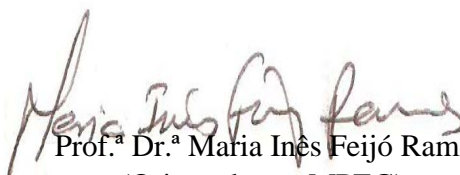
DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:

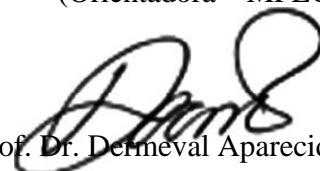
FABRICIA SILVA DE SOUSA

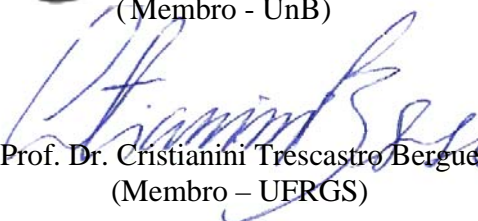
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA, Linha de pesquisa ANÁLISE DE BACIAS SEDIMENTARES**

Data de Aprovação: 16 / 12 / 2020

Banca Examinadora:


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


Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo
(Membro - UnB)


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

Às pequenas e satisfatórias alegrias da vida adulta ao lado da família e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar e proteger a cada amanhecer.

À minha família, em especial meus pais João e Erminia por me ensinarem a ser forte e persistente. Verdadeiro oásis nas piores fases.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À minha orientadora Dr. Maria Inês Feijó Ramos por aceitar me orientar, pelos ensinamentos, paciência, bem como por me introduzir ao estudo dos ostracodes.

Ao Campus de Pesquisa do Museu Emilio Goeldi (MPEG) e à Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (COCTE) por toda infraestrutura para a realização do trabalho de pesquisa.

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

A Lucia Imbiriba da Biblioteca de Geociências pelo auxílio nas normas de formatação do texto.

Ao Dr. Hilton Tulio Costi e Laura pelo auxílio no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura.

Às amigas, Katiane Santos e Wilma Cleia pela amizade de anos e por estarem ao meu lado em todos os momentos. Katiane, você ganhou uma família e eu ganhei uma irmã.

Aos amigos, Adriana, Lorena Lisboa e Renato Ferreira, mas principalmente ao Luiz Corrêa por escutar minhas dores e por me aconselhar em momentos de dúvida. Imensa satisfação de ter convivido com vocês.

Aos meus babys de quatro patas Zidane e Dimitri, em especial ao Dimitri (*in memoriam*) que viverá para sempre em minhas lembranças e em meu coração.

Obrigada!

“Farei um altar pra comunhão/ nele, eu serei um com o mundo/ até ver o ponto da emancipação.”

Emicida (Principia)

RESUMO

O Gênero *Cyprideis* pertencente à Família Cytherideidae é reconhecido pela sua plasticidade ecofenotípica, influenciada por diversos parâmetros físico-químicos (*e.g.* salinidade, temperatura, hidroquímica, teor de oxigênio dissolvido e nível de energia) que influenciam consideravelmente em suas características morfológicas. Além disto, as várias radiações adaptativas do gênero são registradas principalmente em sistemas lacustres antigos, por exemplo, no lago Tanganyika, lago Pannon, PaleoMediterraneo, Caribe e “lago Pebas” na Amazônia Ocidental. Pesquisas a respeito da ostracofauna do Neógeno da Amazônia Ocidental foram focadas principalmente em estudos taxonômicos que contribuíram para o reconhecimento de uma grande variedade de táxons, mas principalmente do Gênero *Cyprideis*. Entretanto a elevada variabilidade intraespecífica do gênero dificulta o reconhecimento e individualização de algumas espécies, uma vez que as características morfológicas entre algumas espécies do gênero são muito similares, o que dificulta o reconhecimento do número real de espécies fósseis que ocorrem na Amazônia Ocidental. Deste modo, o presente trabalho visa o estudo taxonômico do Gênero *Cyprideis* da Formação Pebas, região de Iquitos (Peru), inserida entre a borda oeste da bacia de Marañon e o arco de Iquitos. As amostras analisadas são provenientes de nove afloramentos localizados as margens do rio Amazonas e rio Napo, o que proporcionou no reconhecimento taxonômico de oito gêneros (*Cyprideis*, *Cypria*, *Penthesilenula*, *Heterocypris*, *Macrocypris*, *Pelocypris*, *Perissocytheridea* e *Skopaeocythere*) e 22 espécies de ostracodes. Dentre os gêneros identificados *Cyprideis* corresponde a 92,5% da ostracofauna, com 15 espécies identificadas, sendo três espécies novas. Dentre estas têm-se o primeiro registro de *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis retrobispinosa* e *Cyprideis krsticae* para a Formação Pebas, antes registradas somente na Formação Solimões. Adicionalmente as associações identificadas permitiu inferir um ambiente predominantemente lacustre, cujas taxas de salinidade, provavelmente, foram influenciadas pelas variações sazonais, sem evidências de influência marinha; além de inferir o intervalo de idade entre o Mesomioceno e Neomioceno.

Palavras-chave: Ostracodes. *Cyprideis*. Taxonomia. Formação Pebas. Mioceno

ABSTRACT

The Genus *Cyprideis* belongs to the Cytherideidae Family and recognized for its ecophenotypic plasticity, influenced by several physical-chemical parameters (eg. Salinity, temperature, hydrochemistry, dissolved oxygen content and energy level) that considerably influence its morphological characteristics. In addition, the various adaptive radiation of the genus is recorded mainly in ancient lake systems, for example, on lake Tanganyika, lake Pannon, PaleoMediterraneo, Caribbean and "lake Pebas" in the Western Amazon. Previous researches were mainly focused on taxonomic studies that contributed to the recognition of a wide variety of taxa; *Cyprideis*, however the high intraspecific variability of the genus makes it difficult to recognize some species, since the morphological characteristics between them are very similar, which makes it difficult to recognize the actual number of species that currently occur in the Neogene of Western Amazon. Thus, the present work aims the taxonomic study of the Genus *Cyprideis* of the Pebas Formation, region of Iquitos (Peru), located between the border west of the Marañón basin and the Iquitos arch. The studied samples come from nine outcrops located on the banks of the Amazon River and the Napo River, which provided recognition of eight genera (*Cyprideis*, *Cypria*, *Penthesilenula*, *Heterocypris*, *Macrocypris*, *Pelocypris*, *Perissocytheridea* and *Skopaeocythere*) and 22 species of ostracodes. Among these genera, *Cyprideis* corresponds to 92.5% of the ostracofauna, with 15 species identified, and three are new. Among these are the first record of *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis retrobispinosa* and *Cyprideis krsticae* for the Pebas Formation, previously recorded only in the Solimões Formation. Additionally, the associations identified allowed to infer a predominantly lacustrine environment, which sazonal variations probably influenced in the salinity rate, without evidence of marine influence; besides inferring the age interval between the Middle Miocene and Late Miocene.

Keywords: Ostracods. *Cyprideis*. Taxonomy. Pebas Formation. Miocene.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo com a plotagem das amostras do presente trabalho e de amostras analisadas por Whatley <i>et al.</i> (1998) e Muñoz-Torres <i>et al.</i> (1998).	5
Figura 2- Mapa do contexto geológico da bacia de Marañon (Modificado de Rebata <i>et al.</i> (2006) e Parra <i>et al.</i> (2019)). Escala: 1:6000.000	6
Figura 3- Coluna estratigráfica da bacia de Marañon. Fonte: Modificado de Calderon <i>et al.</i> (2017).....	10
Figura 4- Características morfológicas do Gênero <i>Cyprideis</i> , Jones (1857). Modificado de Gliozzi <i>et al.</i> 2016).....	14
Figura 5- Esquema filogenético do Gênero <i>Cyprideis</i> proposto por Whatley <i>et al.</i> (1998) e complementado por Muñoz-Torres <i>et al.</i> (2006).....	18
Figura 6- Mapa de distribuição das espécies identificadas na área de estudo.....	49
Figura 7- Perfil litológico do afloramento Indiana com destaque para as amostras analisadas. Modificado de Vonhof <i>et al.</i> (2003).	55
Figura 8- Distribuição estratigráfica dos afloramentos na área de estudo. (1) Indiana; (2) Pebas; (3) Buen Pasa, Tarapoto e St. Clotilde; (4) Santa Elena e Soledad. Modificado de Linhares <i>et al.</i> (2019), Vonhof <i>et al.</i> (2003) e Kaandorp <i>et al.</i> (2006).....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Quantidade de amostras por afloramento.....	22
Tabela 2- (Dimensões) Material figurado.	24
Tabela 3- (Dimensões) Material figurado.	25
Tabela 4- (Dimensões) Material figurado.	26
Tabela 5- (Dimensões) Material figurado.	27
Tabela 6- (Dimensões) Material figurado.	28
Tabela 7- (Dimensões) Material figurado.	29
Tabela 8- (Dimensões) Material figurado.	30
Tabela 9- (Dimensões) Material figurado.	31
Tabela 10- (Dimensões) Material figurado.	32
Tabela 11- (Dimensões) Material figurado.	33
Tabela 12- (Dimensões) Material figurado.	34
Tabela 13- (Dimensões) Material figurado.	35
Tabela 14- (Dimensões) Material figurado.	37
Tabela 15- (Dimensões) Material figurado.	39
Tabela 16- (Dimensões) Material figurado.	40
Tabela 17- (Dimensões) Material figurado.	41
Tabela 18- (Dimensões) Material figurado.	42
Tabela 19- (Dimensões) Material figurado.	43
Tabela 20- (Dimensões) Material figurado.	43
Tabela 21- (Dimensões) Material figurado.	45
Tabela 22- (Dimensões) Material figurado.	46
Tabela 23- Porcentagem dos gêneros identificados no material analisado.	47

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS	3
2 ÁREA DE ESTUDO	5
2.1 GEOLOGIA REGIONAL	5
2.1.1 Bacia de Marañon	7
2.1.2 Arco de Iquitos	8
2.1.3 Formação Pebas	8
2.1.3.1 Paleontologia da Formação Pebas	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 O GÊNERO <i>CYPRIDEIS</i> JONES (1857)	14
3.1.2 A ostracofauna no Neógeno da Amazônia Ocidental	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 MATERIAL	22
4.2 MÉTODOS	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1 SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA	24

5.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA OSTRACOFUNA NA ÁREA DE ESTUDO	46
5.3 IDADE E CORRELAÇÃO	50
5.3.1 Afloramento Indiana	53
5.3.2 Propostas de limites para os demais afloramentos	55
5.4 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL	58
6 CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES EM ORDEM CRONOLÓGICA E DAS ESPÉCIES DE <i>CYPRIDEIS</i> JÁ REGISTRADAS PARA O NEÓGENO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL	69
APÊNDICE B - ABUNDÂNCIA DOS ESPÉCIMES RECUPERADOS	70
APÊNDICE C - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS POR AFLORAMENTO	71
APÊNDICE D - (ESTAMPAS DE 1 A 9)	72
APÊNDICE E - MEDIDAS DOS ESPÉCIMES FIGURADOS	90
APÊNDICE F - ARTIGO - TAXONOMIC STUDY OF THE GENUS <i>CYPRIDEIS</i>, PEBAS FORMATION, IQUITOS REGION, PERU	97

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Os ostracodes são microcrustáceos constituídos por uma carapaça bivalve de composição quitino-calcítica, sendo encontrados nos mais variados ambientes aquáticos e terrestres úmidos (Smith & Horne 2002). Com registro fóssil documentado desde o Ordoviciano ao Recente, estes microcrustáceos apresentam sensibilidade às mudanças ambientais (i.e. salinidade, temperatura, profundidade e composição química da água), o que permite a sua utilização em estudos bioestratigráficos, paleoecológicos, paleoclimáticos, biogeográficos e filogenéticos (Rodríguez-Lazaro & Ruiz-Muñoz 2012).

Alguns gêneros suportam condições ambientais extremas, que influenciam diretamente em suas características morfológicas, como por exemplo, o Gênero *Cyprideis* que pode ocorrer nas mais diversas escalas de salinidade devido ao seu potencial de osmorregulação. Quando as variações são muito abruptas, este pode vir a sofrer modificações ou variações intraespecíficas, expressas em suas partes mineralizadas das mais diversas formas, seja externamente ou internamente. Externamente pode variar, mais comumente, no padrão de ornamentação, a qual pode variar de lisa a ornamentada, presença ou ausência de espinhos marginais ou alteração no contorno; enquanto internamente variam nos elementos da charneira, a qual se pode apresentar de forma inversa; ambas de grande importância taxonômica (Gliozzi *et al.* 2016, Gross *et al.* 2014). Além disto, o Gênero *Cyprideis* apresenta suas valvas dimórficas, o que dificulta muitas vezes à associação de ambas as valvas à mesma espécie, quando estas depois de mortas, encontram-se desarticuladas.

Assim, o Gênero *Cyprideis* é reconhecido pelo elevado número de espécies (fóssil e Recente), assim como pelas várias radiações adaptativas registradas principalmente em sistemas lacustres antigos, ambiente propício para o desenvolvimento de espécies endêmicas e surgimento de formas intermediárias durante o Neógeno; a exemplo disto temos diversos estudos, como os realizados no lago Tanganyika (África) (Wouters & Martens 2001), lago Pannon (Gitter *et al.* 2015), Paleomediterrâneo (Decima 1964, Ligios & Gliozzi 2012), região do Caribe (Van den Bold 1976) e na Amazônia Ocidental (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Whatley *et al.* 1998,).

Em particular, o Neógeno da Amazônia Ocidental é marcado pela instalação de um grande sistema enigmático e complexo, denominado “Sistema Pebas”, até hoje pouco

compreendido e muito debatido (Gross & Piller 2020, Hoorn *et al.* 2010, Wesselingh *et al.* 2002). Estudos apontam que este sistema foi propício para a grande radiação da biota, assim como na evolução *in situ* de taxa endêmicos como o Gênero *Cyprideis* (Muñoz-Torres *et al.* 1998, 2006, Nuttal 1990, Wesselingh *et al.* 2002, Wesselingh *et al.* 2006b).

Este gênero é comumente encontrado em ambiente salobre ou marinho raso e de fácil adaptação em ambientes com taxas de salinidade, temperatura e oxigenação variáveis (Gross *et al.* 2013, 2014, Muñoz-Torres *et al.* 1998, 2006, Whatley *et al.* 1998); esta fácil adaptação ambiental associada a um ambiente de águas calmas proporcionou a rápida radiação do gênero e consequentemente a sua alta taxa de especiação durante o Neógeno da Amazônia Ocidental (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998).

Deste modo o Gênero *Cyprideis* compõe a ostracofauna abundante e diversa referente ao Neógeno da Amazônia Ocidental, foco de pesquisas taxonômicas no Brasil (Formação Solimões) desde o final da década de 70, iniciando-se com Purper (1977, 1979), seguidos por Purper & Pinto (1983, 1985) e Purper & Ornellas (1991), e no Peru (Formação Pebas), com a pesquisa inicial de Sheppard & Bate (1980).

Posteriormente, em pesquisa mais abrangente Whatley *et al.* (1998) destacam a predominância e diversidade morfológica do Gênero *Cyprideis*, durante o Mioceno, ressaltada pelo modelo de evolução filogenética proposto pelos autores; separando-as em duas linhagens distintas, uma lisa e outra ornamentada. Apesar da proposta deste modelo, os autores não souberam definir a existência de uma ancestral comum. Tibert *et al.* (2003) propõem que o Gênero *Fossocytheridea* possa ser o possível ancestral de espécies modernas do Gênero *Cyprideis*, com ampla distribuição em ambientes marginais durante o Neocretáceo.

Assim, em sua maioria, as pesquisas a respeito da ostracofauna do Neógeno da Amazônia Ocidental foram focadas em estudos taxonômicos que contribuíram para o reconhecimento de uma grande variedade de taxons, mas principalmente do Gênero *Cyprideis*; assim como para estudos bioestratigráficos e paleoecológicos (Gross *et al.* 2013, 2014, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Muñoz-Torres *et al.* 2006).

Em complemento aos trabalhos de Muñoz-Torres *et al.* (1998) e ao modelo filogenético de Whatley *et al.* (1998), Muñoz-Torres *et al.* (2006) propõem cinco zonas baseadas em ostracodes, para a Formação Pebas configurando-se como um modelo de zoneamento para o Neógeno da Amazônia Ocidental, com intervalo do Eomioceno ao Neomioceno.

Apesar dos avanços nas pesquisas taxonômicas, paleoecológicas e bioestratigráficas; Gross *et al.* 2013, 2014, Gross & Piller 2020, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Medeiros *et al.* 2019, Ramos 2006), a elevada variabilidade intraespecífica do Gênero *Cyprideis* deixa em aberto algumas questões, o que dificulta o reconhecimento do número real de espécies que ocorrem na Amazônia Ocidental.

Assim, Gross *et al.* (2014) realizam uma revisão taxonômica das espécies do Gênero *Cyprideis*, encontradas no testemunho 1AS-10-AM, Amazônia, Brasil, sugerindo que muitas das variações morfológicas (principalmente forma, tamanho e ornamentação) possam vir a ser influenciadas por fatores ecológicos, apresentando uma ampla discussão sobre o conceito de espécie e de suas variações. Ainda, os autores para evitar a determinação equivocada de espécies novas, reorganizam as espécies em subgrupos de acordo com as semelhanças morfológicas e adotam a sinonímia de algumas espécies (ex. *Cyprideis aulakos* = *Cyprideis sulcosigmoidales*).

Estas variações vieram a interferir no modelo filogenético bem como na determinação das espécies guias e nas zonas correspondentes propostas por Muñoz-Torres *et al.* (2006). Como exemplo temos a espécie guia *Cyprideis aulakos*, a qual foi sinonimizada à *Cyprideis sulcosigmoidales* por Gross *et al.* (2014), perdendo assim a validade da zona. Proposta por Muñoz-Torres *et al.* (1998), *Cyprideis aulakos* possui uma distribuição estratigráfica mais restrita que *Cyprideis sulcosigmoidales*, a qual costuma ter ampla distribuição nos testemunhos; o padrão ornamental bem como a distribuição estratigráfica diferenciados entre estes morfotipos, deve-se, provavelmente às modificações paleoambientais desenvolvendo ecofenótipos.

Tendo em vista esta grande diversidade do Gênero *Cyprideis* durante o Neógeno da Amazônia Ocidental, este trabalho, torna-se imprescindível para a continuidade das pesquisas de aprimoramento taxonômico do Gênero *Cyprideis* contribuindo para uma reavaliação das espécies já registradas para a Formação Pebas, permitindo assim auxiliar nas propostas de modelos evolutivos bem como nas bioestratigráficas.

1.2 OBJETIVOS

Geral:

Estudo taxonômico do Gênero *Cyprideis* Jones, 1857 (Ostracoda), em depósitos sedimentares da Formação Pebas, aflorantes na região de Iquitos, no Peru, e sua correlação com a Formação Solimões.

Específicos:

- a) Identificar a ostracofauna da Formação Pebas inserida na área de estudo;
- b) Verificar a distribuição paleobiogeográfica das espécies identificadas;
- c) Investigar a similaridade da ostracofauna da área de estudo com a Formação Solimões.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende nove afloramentos (Buen Pasa, Indiana, Paraiso, Pebas, Porvenir, Santa Elena, Santa Clotilde, Soledad e Tarapoto) referentes à Formação Pebas, que afloram na região de Iquitos, capital do Departamento de Loreto, Peru; sendo distribuídos ao longo do rio Amazonas e rio Napo, entre o arco de Iquitos e à borda oeste da bacia de Marañon (Figura 1).

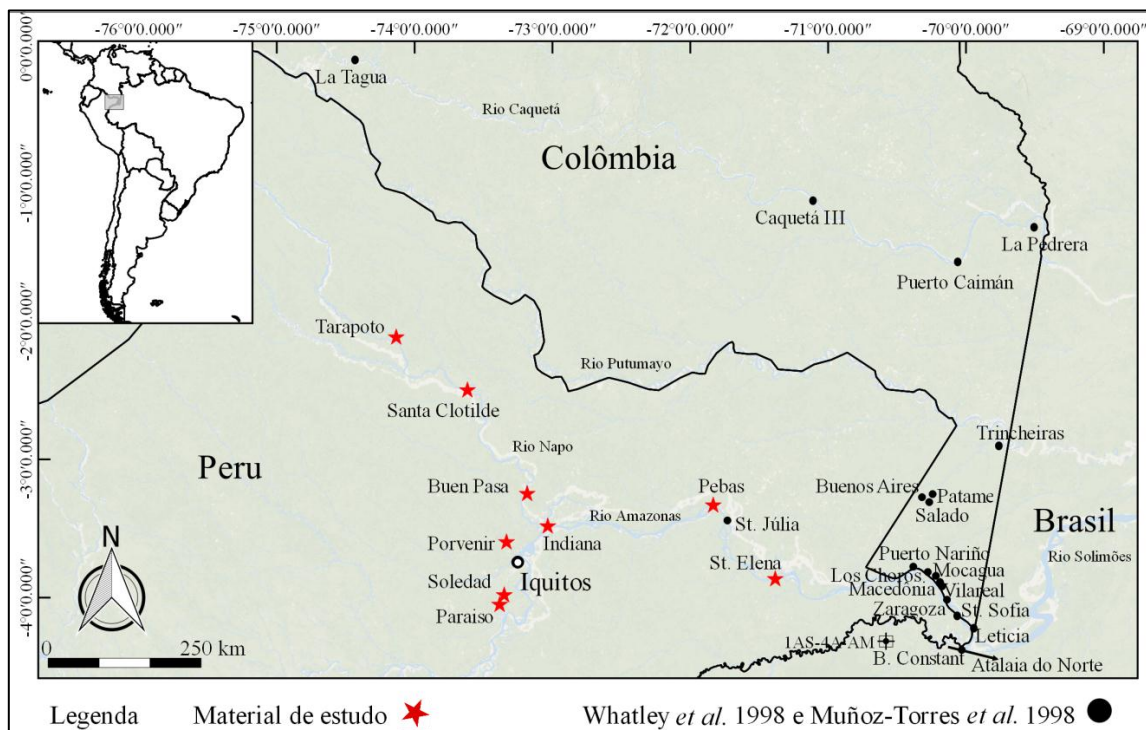


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo com a plotagem das amostras do presente trabalho e de amostras analisadas por Whitley *et al.* (1998) e Muñoz-Torres *et al.* (1998).

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

A margem ocidental da placa Sul Americana possui uma complexa história geológica, incluindo movimentos tectônicos que geraram transformações significativas na crosta continental, como o soerguimento andino e consequentemente na formação de uma grande bacia de *foreland* compreendendo os escudos da Guiana e do Brasil, denominada de bacia de *foreland* Amazônica (Rebata *et al.* 2006, Roddaz *et al.* 2005, 2010); esta última compartimentada em dois sistemas de bacias de *foreland*: bacia Amazônica de *foreland* do Sul e bacia Amazônica de *foreland* do Norte, separadas pelo arco Fitzcarrald (Roddaz *et al.* 2010). A configuração destes sistemas de bacias de *foreland* é baseada no proposto por DeCelles & Giles (1996), com as seguintes depozonas: *wedge-top*, *foredeep*, *forebulge* e *backbulge* (Roddaz *et al.* 2005).

O sistema de bacia Amazônica de *foreland* do Sul compreende quatro depozonas inseridas nas bacias de *foreland* do sul do Peru e norte da Bolívia, denominadas de Madre Dios e Beni-Mamoré, respectivamente. Ambas são consideradas depozona *foredeep*; já as depozonas *forebulge* e *backbulge* são agrupadas na depozona *forebulge-backbulge*, devido a sua configuração topográfica o que dificulta a separação destas depozonas (Roddaz *et al.* 2010).

O sistema de bacia Amazônica de *foreland* do Norte compreende bacias de *foreland* do norte do Peru, Colômbia e Equador, com bacia de Huallaga correspondendo a depozona *wedge-top*; bacia de Marañon e bacia do Oriente, ambas correspondentes a depozona *foredeep*; a leste destas depozonas esta o arco de Iquitos, equivalente a depozona *forebulge* e Pebas referente à depozona *backbulge* (Roddaz *et al.* 2005, 2010). Dentre estas, a formação Pebas aflora na bacia de Marañon e arco de Iquitos (Figura 2).

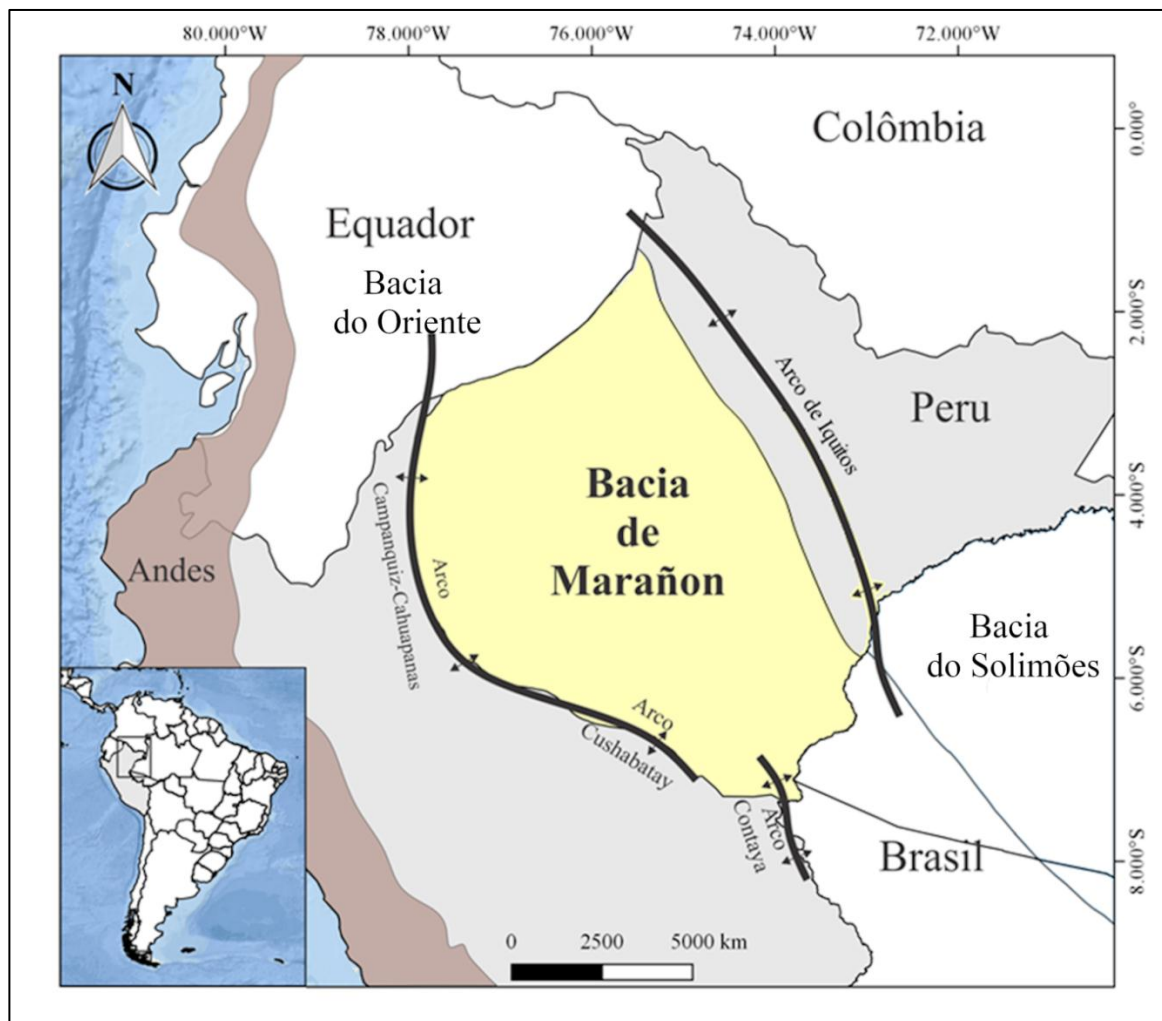


Figura 2- Mapa do contexto geológico da bacia de Marañon (Modificado de Rebata *et al.* (2006) e Parra *et al.* (2019)). Escala: 1:600.000

2.1.1 Bacia de Marañon

A bacia de Marañon faz parte de um conjunto de bacias subandinas de antepais que ocorre na Amazônia Peruana, com uma área de aproximadamente 320.000km² (Mathalone & Montoya 1995), sendo situada geograficamente ao norte do Peru e geologicamente limitada a oeste pelos altos estruturais Campanquiz-Cahuapanas e Cushabatay; ao sul pelo arco Contaya e a leste, pelo arco de Iquitos (Parra *et al.* 2019, Rebata *et al.* 2006, Roddaz *et al.* 2005), este que a separa da bacia do Solimões (Caputo 1991, Roddaz *et al.* 2005) (Figura 2). Do Cretáceo ao Eoceno, é marcada por um depocentro localizado entre os Andes e domínios cratônicos (Eude *et al.* 2015), com embasamento atingindo sua espessura mínima a leste, em direção ao arco de Iquitos (Sanchez *et al.* 1999).

A estratigrafia da bacia de Marañon (Figura 3) é conhecida através de poços de exploração de petróleo desenvolvido pelo grupo PARSEP e divulgado por PeruPetro em 2000 (PARSEP 2001) e sintetizada por Roddaz *et al.* (2010), sendo constituída por duas séries deposicionais: 1) séries pré-andinas composta por depósitos sedimentares do Paleozóico-Mesozóico Inferior e 2) série pós-andina composta por sequências sedimentares do Mesozóico Superior ao Presente (Roddaz *et al.* 2005, 2010). Calves *et al.* (2018), com base em informações anteriores, correlações estratigráficas e inconformidades regionais, descrevem quatro sequências deposicionais para a bacia de Marañon.

A primeira sequência representada por depósitos do Albiano ao Cretáceo Superior (110-65 Ma), composta por quatro sequências transgressivas cíclicas marinhas fluviais a rasas limitadas por uma inconformidade regional basal composta por arenitos do Paleoceno (Formação Casa Blanca). A segunda sequência com intervalo entre o Paleoceno ao Eoceno Inferior (65-45 Ma) é caracterizada por um ambiente continental, com o registro do primeiro suprimento silisiclástico andino. A espessura desta sequência diminui em direção ao Sul, esta associada à superfície erosiva da Formação Pozo. A terceira sequência que recobre esta inconformidade é representada por um período de intensa descarga sedimentar, no intervalo entre o Eoceno ao Oligoceno Médio (43-23 Ma). Esta sequência marca a evolução da bacia de Marañon, alternando entre ambientes marinhos marginais e fluviais. A quarta e última sequência (23-0 Ma) referente ao Neógeno, marca a evolução da bacia de Marañon para depozona *foredeep*, com maior taxa de sedimentação, e com evolução contemporânea à formação do arco de Iquitos referente à depozona *forebulge*. Este período é marcado por condições lacustres alternadas com episódios

marinho marginais e fluviais devido ao nível global do mar e da rápida subsidência da bacia; assim como na mudança de direção do rio Amazonas, ao final do Mioceno, tornando a sedimentação da bacia de Marañon exclusivamente fluvial (Calves *et al.* 2018).

2.1.2 Arco de Iquitos

O arco de Iquitos, definido como uma estrutura anticlinal que desempenhou um papel importante na evolução de bacia de *foreland* Amazônica corresponde a maior estrutura inserida na Amazônia que separa a bacia de Marañon (Peru) da bacia do Solimões (Brasil) (Roddaz *et al.* 2005). Sua origem é registrada a partir do Mioceno Superior, refletindo diretamente na mudança da paisagem e nos depósitos Mio-Pliocenicicos (Roddaz *et al.* 2005).

Para Räsänen *et al.* (1998) a área do arco de Iquitos compreende seis unidades sedimentares (Unidade Pebas, Unidade canalizada de Porvenir, Unidade canalizada Nauta, Unidade de Areia de Iquitos, depósitos de terraço e planície de inundação), com diferentes características mineralógicas, geoquímicas e geomorfológicas.

Entretanto, Roddaz *et al.* (2005) reconheceram cinco unidades deposicionais na região de Iquitos, algumas já reconhecidas por Räsänen *et al.* (1998), entre elas Formação Pebas, Membro Nauta 1, Membro Nauta 2, Formação Areias Brancas (*White sands*), Formação Amazonas e depósitos Quaternarios (planície de inundação). Os autores propõem ainda que o arco de Iquitos funcionou como um divisor de drenagens, entre o sistema de drenagem andino e cratônico, durante o Neomioceno e o Plioceno.

Rebata *et al.* (2006), em estudo realizado na região do arco de Iquitos, denominam o topo da Formação Pebas como “*Uppermost Pebas*”, caracterizada pela ausência de moluscos fósseis, além de representar a transição da Formação Pebas (rica em moluscos) para a Formação Nauta, marcada por uma inconformidade regional. O topo desta da Formação Nauta foi preliminarmente descrita como “Unidade Canalizada de Porvenir”, por Räsänen *et al.* (1998) e Formação Ipururo nos mapas e boletins geológicos regionais (INGEMENT)(Sanchez *et al.* 1999); ambas são consideradas unidades diferentes da Formação Pebas, pela ausência de moluscos fósseis e matéria orgânica (Roddaz *et al.* 2005).

2.1.3 Formação Pebas

O termo Pebas foi introduzido pela primeira vez no Século XIX, devido a localidade tipo ser na Vila Pevas situada ao longo do rio Amazonas (Hoorn 1994b) e formalmente descrita por

Antonie *et al.* (2016). Os sedimentos da Formação Pebas estão inseridos na sequência pós-Andina da bacia de Marañon, no Peru (Roddaz *et al.* 2005, 2010), se estendendo por milhares de quilômetros, incluindo Brasil, Colômbia e Equador, sendo denominada por Formação Solimões, Terciário Amazônico e Formação Curaray, respectivamente (Antonie *et al.* 2016, Hoorn *et al.* 2010, Roddaz *et al.* 2010, Wesselingh *et al.* 2002).

A Formação Pebas é constituída por arenitos finos de coloração amarela, esbranquiçados e imaturos, ricos em feldspato, com camadas alternadas de argilas vermelhas e azuladas, além de camadas de linhitos com nódulos de pirita, ricas em matéria orgânica e esmectita (Antonie *et al.* 2016, Räsänen *et al.* 1998, Wesselingh *et al.* 2006a) (Figura 3). Com base em um conjunto de dados palinológicos, paleontológicos e estratigráficos, sua sedimentação se deu em ambiente lacustre com certa influência marinha (Hoorn 1994, Gingras *et al.* 2002, Räsänen *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998, Wesselingh *et al.* 2002).

A idade da Formação Pebas foi inferida a partir de estudos palinológicos e bioestratigráficos baseados em ostracodes e moluscos. Hoorn (1993) inferiu três zonas palinológicas para a formação, com idade do Eomioceno ao Neomioceno: *Psiladiporites/Crototricolpites* equivalente ao Mioceno Inferior (Burdigaliano), *Crassoretitriletes* equivalente ao final do Mioceno Inferior ao Mioceno Médio (Burdigaliano ao Serravaliano) e *Grimsdalea* Mioceno Médio ao Mioceno Superior.

Esta datação foi corroborada por Wesselingh *et al.* (2006a) com base em moluscos, com a identificação de 12 zonas, o qual posicionou a formação entre o Eomioceno/Neomioceno: MZ1 *Aylacostoma ava*, MZ2 *Dyris denticulatus*, MZ3 restritas ao Eomioceno; MZ4 *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*, MZ6 *Onobops communis*, MZ7 *Dyris pebasensis*, MZ8 *Dyris lanceolatus*, MZ9 *Pachidon trigonalis*, MZ10 *Dyris mattii-Tryonia minuscula*, restritas ao Mesomioceno; MZ11 *Pachydon obliquus-Dyris megacarinata* e MZ12 *Dyris bicarinatus*, restritas ao Neomioceno. Assim como com base em ostracodes inferindo uma idade de deposição restrita ao Mesomioceno ao Neomioceno (Muñoz-Torres *et al.* 2006).

Antoine *et al.* (2016) fornecem pesquisa abrangente a partir das assembleias fossilíferas dos últimos 60 Ma, baseado nos depósitos Cenozóicos das formações Pebas, Huchpayacu, Pozo, Ipururo e Chambira, inseridas ao longo de Quebrada, próximo a região de Contamana, na Amazônia Peruana. Estas formações forneceram o reconhecimento de 485 espécies (vertebrados,

invertebrados, plantas e microorganismos), com diversidade constante e incursões marinhas durante o Mioceno.

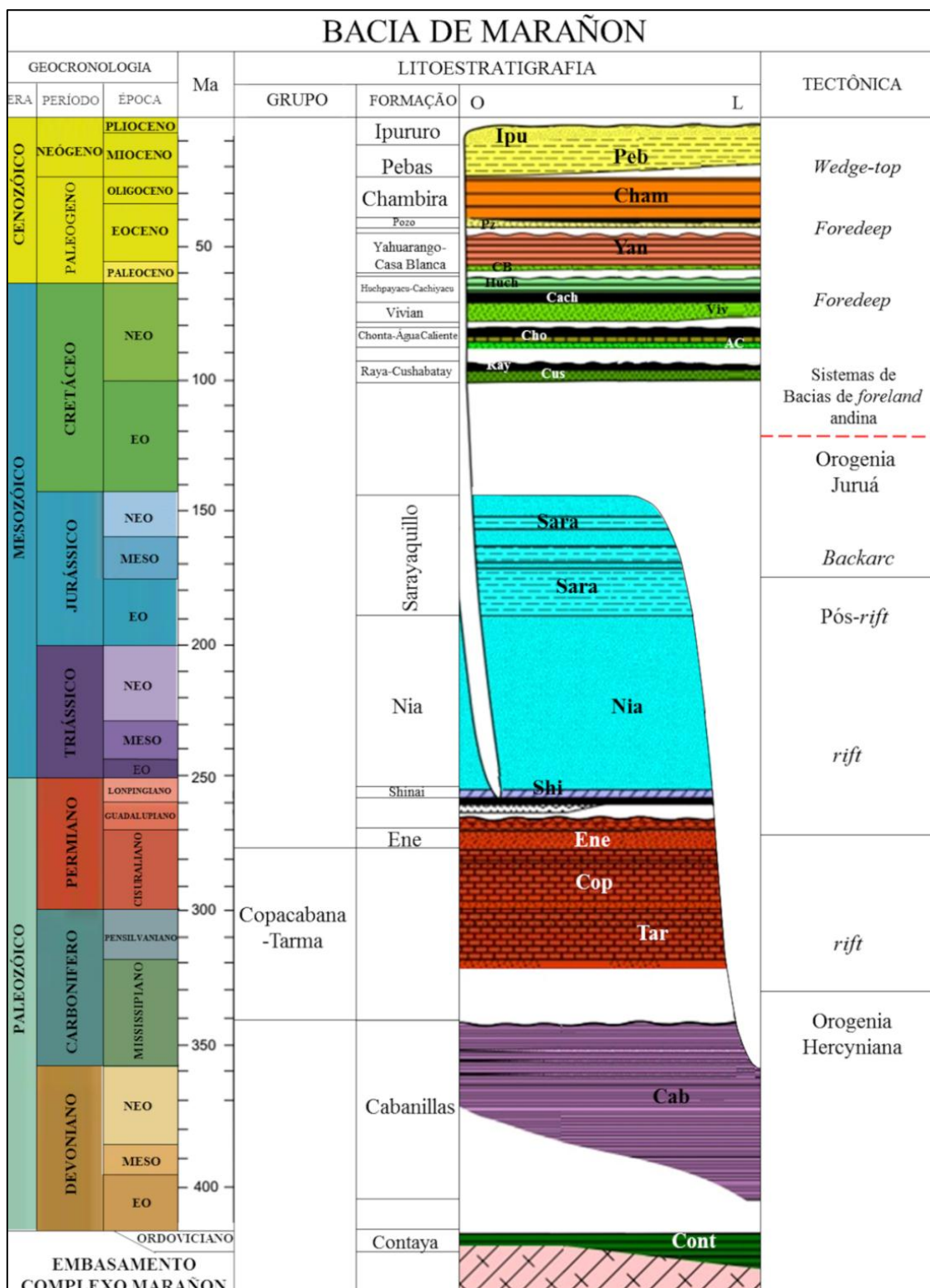


Figura 3- Coluna estratigráfica da bacia de Marañon. Fonte: Modificado de Calderon *et al.* (2017).

2.1.3.1 Paleontologia da Formação Pebas

O registro fóssil desta formação é bastante diversificado, sendo foco de estudo desde o final de 1800, no Peru, Brasil, Colômbia e Bolívia (Rebata *et al.* 2006). O conteúdo fossilífero abrange moluscos (Gabb 1868, Nuttall 1990, Wesselingh *et al.* 2002, 2006, Wesselingh & Ramos 2010), sendo os de ambiente salobre encontrados localmente na porção superior da formação (Rebata *et al.* 2006); além de ostracodes (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Whatley *et al.* 1998), peixes (Monsch 1998), icnofósseis (Gingras *et al.* 2002), pólenes, esporos e sementes carbonizadas (Antonie *et al.* 2016) e uma rica fauna de vertebrados (mamíferos, tartarugas, peixes e crocodilianos) que foram registrados principalmente na região de Iquitos, no Peru (Salas-Gismondi *et al.* 2015).

Entre estes se destacam os trabalhos de Gabb (1868), Nuttall (1990) e Wesselingh *et al.* (2002, 2006), baseados em moluscos, e Sheppard & Bate (1980), Whatley *et al.* (1998) e Muñoz-Torres *et al.* (2006), em ostracodes, todos de suma importância para a determinação da idade e ambiente desta formação.

A partir do estudo pioneiro de Sheppard & Bate (1980), com ostracodes recuperados em Pichua (Colômbia) e Pebas (Peru), uma associação mista composta por táxons de água doce, salobra e marinha foi identificada; através desta associação os autores sugerem a formação de um complexo sistema transicional, formado por lagos salobres, que devido à ocorrência de espécies marinhas, sugerem incursões marinhas pontuais durante o Plio-Pleistoceno.

Nuttall (1990), em análise da malacofauna da Formação Pebas (Brasil, Colômbia, Equador e Peru), descreve e revisa um grande número de espécies, assim como também esclarece muitas incertezas quanto à idade e interpretações ambientais; a partir da correlação estratigráfica o autor atribui Mioceno Médio para a fauna identificada, assim como a um ambiente com lagos e pântanos de salinidade variável, que seria decorrente da influência marinha vinda do norte, pelo portal do Caribe.

Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998) descrevem quatorze espécies do gênero *Cyprideis* de diferentes localidades do Brasil, Colômbia e Peru além de destacar a predominância e diversidade do gênero nos depósitos da Formação Pebas. Devido ao ótimo estado de conservação dos espécimes identificados, os autores atribuem à diversidade do gênero à um ambiente fechado e de baixa energia, durante o Mioceno. Apesar do registro de incursões

marinhas episódicas em trabalhos anteriores, os autores não citam a ocorrência de táxons marinhos nas amostras analisadas.

Monsch (1998), a partir de um amplo levantamento a respeito da ictiofauna da Formação Pebas, identifica uma associação de táxons típicos de água doce, marinha e salobre (*Dasyatoidea*, *Myliobatoidea*, *Characiformes*, *Siluriformes* e *Sciaenidae*) o que forneceu dados adicionais para modelos paleoambientais e paleogeográficos da porção noroeste da bacia Amazônica. A partir dos resultados obtidos, o autor conclui que a ictiofauna é associada a um ambiente flúvio-lacustre com incursões marinhas episódicas durante o Mioceno, discordando de uma possível conexão entre o Atlântico e o Mar do Caribe.

Dados isotópicos apresentados por Vonhof *et al.* (1998), a partir da fauna de moluscos recuperada dos afloramentos Puerto Nariño (Peru) e Buenos Aires (Colômbia), indicam que o ambiente deposicional da Formação Pebas corresponde às condições lacustre com evidências de incursão marinha episódica.

Gingras *et al.* (2002) realizam uma análise detalhada de afloramentos (Santa Julia e Tamshiyacu) próximos de Iquitos (Peru), o que permitiu a identificação de icnogêneros (*Chondrites* e *Planolites*; *Scolicia*, *Thalassinoides* e *Ophiomorpha*; *Thalassinoides* e *Glossifungites*) característicos de ambiente marinho marginal corroborando com dados isotópicos em estudos prévios, reforçando a hipótese de influência marinha durante o Mioceno Médio.

Wesselingh *et al.* (2002) realizam uma extensa análise da malacofauna endêmica da Formação Pebas, em amostras de diferentes localidades do Peru, e identificam espécies típicas de água doce, assim como de outros táxons tipicamente marinhos além da análise isotópica das conchas. A partir da junção de dados taxonômicos e isotópicos, os autores atribuem a ocorrência da fauna e deposição da formação a um grande sistema de lago, com incursões marinhas episódicas, sendo caracterizado como um mega-lago paramarinho.

Wesselingh *et al.* (2006a) com base na malacofauna de diferentes localidades da Colômbia e Peru, propõem um biozoneamento para os depósitos miocênicos da Amazônia Ocidental (Formação Pebas), com a determinação de doze zonas com intervalo do Eomioceno ao Neomioceno (Aquitânico ao Tortonian). O biozoneamento proposto foi correlacionado com o biozoneamento já proposto por Hoorn *et al.* (1994) com base em palinomorfos e Muñoz-Torres *et al.* (2006) com base em ostracodes. Desta forma, nestas correlações bioestratigráficas os autores

inferem que a duração do Sistema Pebas seria do Mioceno Inferior ao início do Mioceno Superior.

Muñoz-Torres *et al.* (2006) destacam a diversidade do Gênero *Cyprideis* com 21 espécies identificadas, além de complementar o modelo filogenético anteriormente proposto para o gênero (Whatley *et al.* 1998) o que levou a proposta de biozoneamento para a Formação Pebas, com a determinação de cinco zonas, com intervalo do final do Mioceno Inferior ao início do Mioceno Superior.

Antoine *et al.* (2016) fornecem uma pesquisa abrangente a partir das assemblagem fossilíferas dos últimos 60 Ma, com base nos depósitos cenozóicos das formações Pebas, Huchpayacu, Pozo, Ipururo e Chambira, inseridas ao longo de Quebrada, próximo a região de Contamana, na Amazônia Peruana. Os autores forneceram uma diversidade de informações como o reconhecimento de 485 espécies (vertebrados, invertebrados, plantas e microorganismos), com diversidade constante durante o Mesomioceno e incursões marinhas durante o Mioceno.

3 FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O GÊNERO *CYPRIDEIS* JONES (1857)

O Gênero *Cyprideis*, pertencente à Família Cytherideidae, é comumente encontrado em ambientes lacustres, estuarinos e costeiros (Keyser 1978, Sandberg 1964); foi descrito inicialmente por Jones (1857) cuja diagnose compreende um conjunto de cicatrizes musculares (Figura 4) que se distribuem como: uma cicatriz frontal em formato de V, um ponto fulcral em formato circular; quatro cicatrizes adutoras alinhadas verticalmente, duas cicatrizes mandibulares próximas à margem ventral, e cicatrizes na região dorsal; ainda a charneira é do tipo entomodonte com quatro elementos bem estruturados. Suas características externas (Figura 4) incluem um sulco na região médio-dorsal, a presença ou ausência de dentículos na margem anterior, espinhos presentes ou não na região póstero-ventral, forte dimorfismo sexual com região posterior da fêmea inflada e poros canais do tipo C (Gliozzi *et al.* 2016).

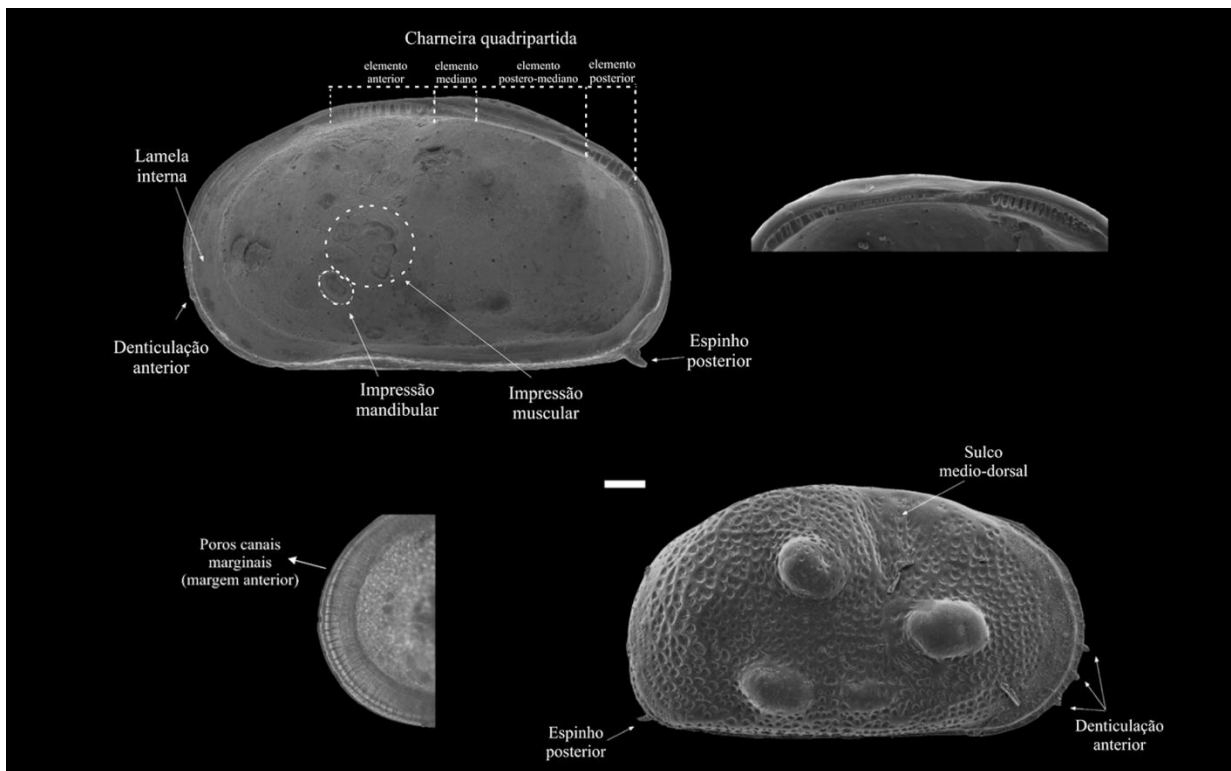


Figura 4- Características morfológicas do Gênero *Cyprideis*, Jones (1857). Modificado de Gliozzi *et al.* (2016).

Dentre as suas características morfológicas, o desenvolvimento de nódulos é um ponto importante, uma vez que surgem a partir de uma falha no processo de osmorregulação, quando

submetidos em águas de baixa salinidade (<5%) (Keyser 2005, Keyser & Aladin 2004), estes presentes em espécies fósseis e Recentes (Van Harten 2000).

Além das características diagnósticas, o gênero é reconhecido por sua elevada plasticidade ecofenotípica, influenciada por diversos parâmetros físico-químicos (*eg.* salinidade, temperatura, hidroquímica, teor de oxigênio dissolvido e nível de energia) (Grossi *et al.* 2016, Meyer *et al.* 2016) que influenciam consideravelmente no formato, ornamentação, tamanho dentre outras características (Van Harten 1975). Dentre estes parâmetros destaca-se a salinidade, uma vez que o gênero tolera uma ampla variação nas taxas de salinidade (Sandberg 1964).

Apesar de sua plasticidade ecofenotípica ser considerada um problema na identificação das espécies do Gênero *Cyprideis*, devido a diferentes morfotipos, pertencentes ou não a mesma espécie (Wouters 2002), o gênero vem sendo investigado ao longo dos anos por diversos autores, principalmente em espécies recentes como *Cyprideis torosa* (Jones 1857) (Heip 1976, Sywula 1995, Van Harten 2000, Wouters 2002, entre outros); esta vem sendo utilizada em estudos de paleosalinidade, uma vez que a baixa taxa de salinidade do ambiente influencia no desenvolvimento de nódulos na superfície externa das valvas (Keyser 2005, Sandberg 1964, Van Harten 2000).

As espécies deste gênero possuem um amplo registro estratigráfico do Oligoceno (Chatian superior) ao Recente, sendo seu registro mais antigo (*Cyprideis traisensis*) na Bacia Mainz, Alemanha (Sandberg 1964). Este gênero possui um elevado número de espécies reconhecidas (fóssil e Recente), amplamente distribuídas em regiões das Américas, África, Europa e Ásia (Decima 1964, Hajek *et al.* 2009, Glitter *et al.* 2015, Ligios & Gliozzi 2012, Medici *et al.* 2011, Sandberg 1964, Van den Bold 1976, Wouters 2016, Wouters & Martens 1994,1999, 2001,2007).

Além disso, o Gênero *Cyprideis* é reconhecido pelas várias radiações adaptativas registradas principalmente em sistemas lacustres antigos, uma vez que nesses ambientes o processo evolutivo de espécies endêmicas, reflete diretamente no registro fóssil e recente; assim como a probabilidade de encontrar formas intermediárias é mais elevada quando comparadas com lagos recentes (Gitter *et al.* 2015, Wouters & Martens 2001). Estes eventos de especiação são registrados, por exemplo, no Lago Tanganyika (África) (Wouters & Martens 2001), Lago Pannon (Gitter *et al.* 2015, Van Harten 1990), PaleoMediterraneo (Decima 1964, Ligios & Gliozzi 2012), região do Caribe (Van den Bold 1976) e na Amazônia Ocidental (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Whatley *et al.* 1998).

3.1.2 A ostracofauna no Neógeno da Amazônia Ocidental

A Amazônia Ocidental é marcada por consideráveis mudanças no ambiente durante o Neógeno, como elevação da Cordilheira Andina e variações no nível do mar, que influenciaram no sistema climático, hidrográfico e ecológico da região (Shephard *et al.* 2010); assim como na diversidade regional das espécies, entre elas moluscos (Wesselingh *et al.* 2002, Wesselingh & Ramos 2010), peixes e aves (Latrubesse *et al.* 2010, Monsch 1998) e ostracodes (Gross *et al.* 2014, Muñoz-Torres *et al.* 1998, Purper 1979).

Entre as mudanças ambientais na Amazônia Ocidental durante o Neógeno destaca-se a instalação de um grande sistema flúvio-lacustre com pântanos e deltas associados, denominado de Sistema Pebas (Wesselingh *et al.* 2002) e/ou mega-wetland (Hoorn *et al.* 2010). Este é caracterizado como um sistema influenciado por incursões marinhas esporádicas e ocupado por águas de curta duração com taxas de salinidade variáveis. Estas características teriam proporcionado à abundância e diversidade das espécies ao longo do Mioceno (Hoorn *et al.* 2010, Jaramilo *et al.* 2017, Wesselingh *et al.* 2002).

O estabelecimento deste sistema é comprovado a partir das características sedimentares, paleontológicas e geoquímicas, registradas nos depósitos sedimentares da Formação Pebas, em território peruano, assim como em sua correlata Formação Solimões, em território brasileiro (Antoine *et al.* 2016, Hoorn *et al.* 2010, Wesselingh *et al.* 2002, 2006).

Assim, os extratos da Formação Pebas e de sua correlata Formação Solimões, possuem um rico conteúdo paleontológico que engloba uma grande variabilidade de táxons, principalmente de invertebrados como os ostracodes, que se destacam pela sua abundância e diversidade (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Wesselingh *et al.* 2002) (Apêndice A).

Trabalhos relacionados à ostracofauna de ambas as formações, são provenientes de afloramentos e testemunhos de sondagem, que proporcionaram no reconhecimento taxonômico de novos gêneros e espécies (Gross *et al.* 2014, Muñoz-Torres *et al.* 1998, Purper 1979), assim como interpretações bioestratigráficas e paleoambientais (Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Purper 1979) conforme apresentado abaixo.

No Brasil, os estudos taxonômicos dos ostracodes iniciaram-se com Purper (1979), com a identificação de seis novos gêneros e nove espécies a partir de testemunhos e afloramentos nas cidades de Poreré e Atalaia do Norte, na porção oeste do Estado do Amazonas. Com a

identificação a autora caracterizou a ostracofauna como endêmica, de ambiente mixohalino de baixa energia, com idade provavelmente associada ao Plioceno.

No início da década de 80, os estudos ampliaram-se com as contribuições de Sheppard & Bate (1980), com análise de afloramentos de La Tagua, a margem do rio Caqueta (Colômbia), e Pichua, a margem do rio Amazonas (Peru), o que permitiu a identificação e descrição de quinze espécies de ostracodes, atribuídos a um sistema fluvial de baixa energia, associados a lagos de água doce e lagunas. Os autores registram além de taxa de água doce e salobra, a ocorrência de espécies marinhas, sugerindo uma possível transgressão marinha durante o Plio-Pleistoceno, o que foi corroborado anos mais tarde por Purper & Ornellas (1991).

Purper & Pinto (1983), com análise do testemunho 1-AS-32-AM foi possível a identificação de dois novos gêneros e quatro espécies de ostracodes, sendo a ostracofauna caracterizada como autóctone, endêmica e mixohalina, como sugerido anteriormente por Sheppard & Bate (1980).

Purper & Pinto (1985) descrevem duas novas espécies, assim como uma comparação com trabalhos de Purper (1979) e Sheppard & Bate (1980). A partir da análise preliminar à cerca das variações morfológicas entre as espécies anteriormente identificadas, foi possível sugerir uma tendência evolutiva das espécies distribuídas verticalmente no testemunho 1-AS-32-AM (18,5m-132m), o que levou os autores concluir que apesar das diferenças morfológicas ao longo do testemunho, os espécimes pertencem a uma mesma linhagem, como sugerido para o Gênero *Amazonacytheridea*.

Após um longo período sem publicações a cerca da ostracofauna da Fm. Pebas e sua correlata Fm. Solimões, nas pesquisas taxonômicas, Swain (1998) registra a ocorrência de seis espécies e subespécies do Gênero *Cyprideis*, na região de Iquitos, no Peru, considerando-as duvidosamente do Plioceno.

Posteriormente, Whatley *et al.* (1998) realizam uma revisão taxonômica do Gênero *Cyprideis*, com amostras de diferentes localidades do Brasil, Colômbia e Peru, o que levou a identificação de quatorze espécies do gênero, consideradas anteriormente pertencentes a outros gêneros (Purper 1979). A partir desta revisão foi possível destacar a predominância e diversidade do gênero, sendo este, de acordo com os autores, associada a um ambiente estável como um amplo lago salino que favoreceu a sua diversidade morfológica durante o Mioceno; além disso, os autores ressaltam a diversidade e variabilidade intraespecífica do gênero propondo um modelo

de evolução filogenética para as espécies identificadas separando-as em duas linhagens distintas, uma lisa e outra ornamentada (Figura 5).

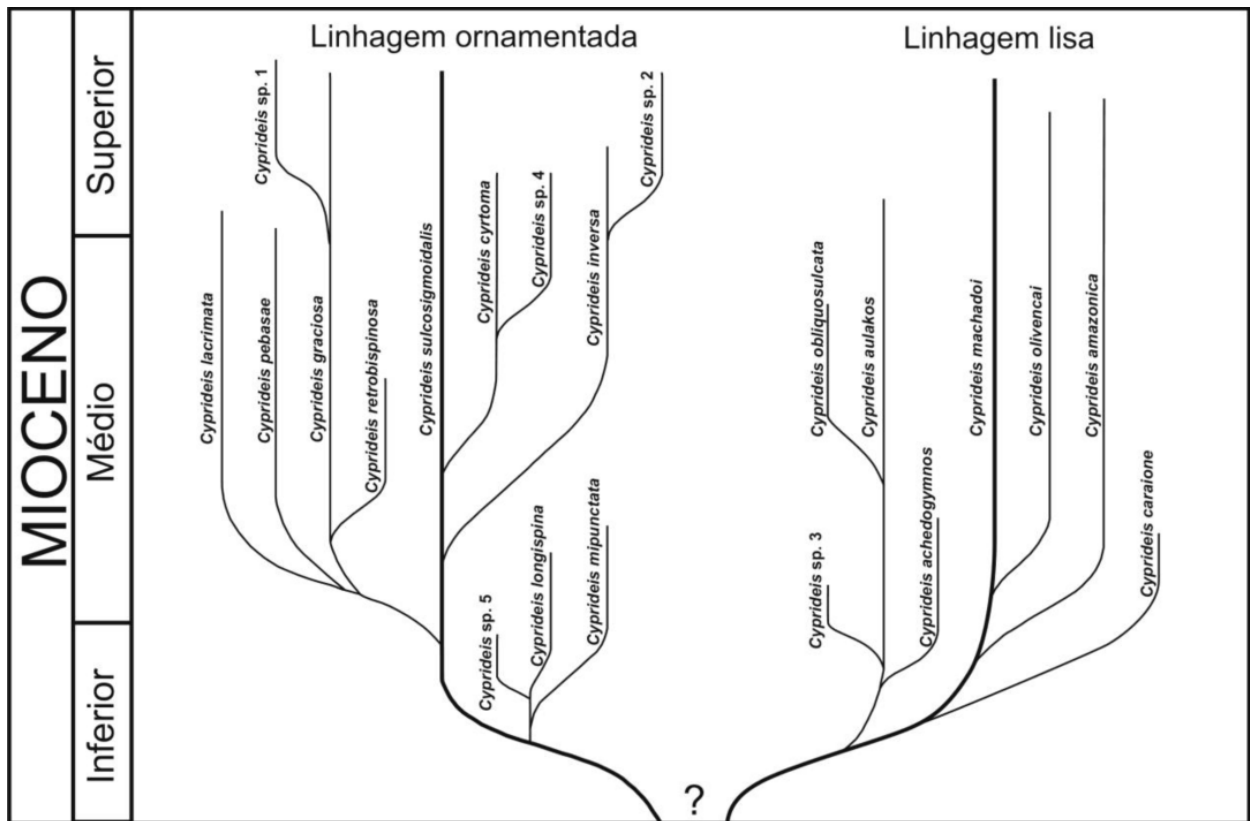


Figura 5- Esquema filogenético do Gênero *Cyprideis* proposto por Whatley *et al.* (1998) e complementado por Muñoz-Torres *et al.* (2006).

Muñoz-Torres *et al.* (1998) apresentam uma ostracofauna diversa com trinta e uma espécies identificadas, provenientes de diferentes localidades do Brasil, Colômbia e Peru; entre estas dezessete pertencentes ao Gênero *Cyprideis*; que complementando o trabalho de Whatley *et al.* (1998) destacam a predominância do mesmo que passam a representar 90% da ostracofauna registrada para o Neógeno da Amazônia Ocidental.

Devido a diversidade e abundância deste gênero, Muñoz-Torres *et al.* (2006), com base em 125 amostras provenientes de diferentes localidades do Brasil, Colômbia e Peru, e com a identificação de 21 espécies endêmicas do Gênero *Cyprideis*, complementam o modelo filogenético proposto por Whatley *et al.* (1998) e propõem cinco zonas (final do Mioceno Inferior ao início do Mioceno Superior) baseadas em ostracodes (Quadro 1), para a Formação Pebas configurando-se como um modelo de zoneamento para o Neógeno da Amazônia Ocidental.

ÉPOCA	IDADE	Ma	Zona de ostracodes Caribenhos	Zonas palinológicas Hooen 1993	Zonas de ostracodes Muñoz-Torres <i>et al.</i> 2006
MIOCENO	SUPERIOR	Tortoniano	<i>Cyprideis pascagoulaensis</i>	<i>Grimsdalea</i>	Indefinida
	MÉDIO	Serravalliano	<i>Cyprideis aff. ovata</i>		<i>Crassoretitriletes</i>
			<i>Cyprideis pascagoulaensis</i>	<i>Cyprideis obliquosulcata</i>	
			Langhiano	<i>Cyprideis aff. ovata</i>	
	Burdigaliano	<i>Cyprideis aff. ovata</i>		<i>Cyprideis caraionae</i>	
				<i>Cyprideis aulakos</i>	
INFERIOR	Burdigaliano		<i>Psiladiporite/ Crototricolpites</i>		

Quadro 1- Biozoneamento proposto por Muñoz-Torres *et al.* (2006) para a Formação Pebas.

A partir do afloramento (Torre da Lua) localizado a sudoeste do Estado do Amazonas, Ramos (2006) identifica uma espécie nova, assim como seis espécies endêmicas do Neógeno da Amazônia Ocidental, além de uma não identificada. A partir da integração dos dados taxonômicos e faciográficos, a autora sugere a deposição *in situ* em um ambiente flúvio-lacustre de baixa energia, uma vez que a ostracofauna autóctone em ótimo estado de preservação.

O trabalho de Wesselingh & Ramos (2010) compreende um levantamento da fauna de ostracodes e moluscos da Amazônia Ocidental o qual destacam que a rápida diversificação da fauna endêmica foi favorecida devido ao estabelecimento de um sistema de lagos e pântanos, com influência marinha episódica, durante o Mioceno Inferior a Médio.

Linhares *et al.* (2011), realiza estudo de reconstrução paleoambiental do sudoeste da Amazônia, durante o Mioceno da Formação Solimões a partir da ostracofauna identificada no

testemunho 1AS-31-AM, localizado no sudoeste do Estado do Amazonas. Os autores também apontam a predominância do Gênero *Cyprideis*, representando 96% da ostracofauna analisada, coocorrendo com taxons marinhos, marinhos marginais e dulcícolas (e.g. *Paracypris*, *Pontocypris*, *Perissocytheridea*, *Cytheridella*, *Cypria*, *Darwinula* e *Heterocypris*). Além da ocorrência de outros taxons identificados (foraminíferos, briozoários e decapodas) para a Formação Solimões, o que permitiu a identificação de três intervalos de salinidade: fase lacustre, fase marinha transicional e fase flúvio-lacustre concordante com a sequência evolutiva dos estratos do Neógeno da Amazônia Ocidental proposta por Hoorn *et al.* (2010).

Gross *et al.* (2011), com base em amostras de afloramentos próximo ao Município de Eirunepé, realizam a análise faciológica e geoquímica dos ostracodes recuperados, onde a partir dos resultados obtidos os autores indicam condições exclusivamente de água doce, descartando a influência marinha para a região estudada. Estes dados são corroborados por Gross *et al.* (2013), com a análise taxonômica dos ostracodes, a ocorrência de espécies dulcícolas concomitante com espécies de água salobra, apesar de não considerarem este fato, necessariamente, um indicador de influxo marinho.

Gross *et al.* (2014), realizam uma extensiva revisão taxonômica em 70% das espécies do Gênero *Cyprideis*, já identificadas para a Amazônia Ocidental, a partir do testemunho 1AS-10-AM, proveniente do Município de Atalaia do Norte, além de proporem novas espécies. Com o refinamento taxonômico das espécies, os autores ressaltam a grande variabilidade intraespecífica e endemismo do gênero, além de proporem para o testemunho estudado, com base no biozoneamento de ostracodes de Muñoz-Torres *et al.* (2006), o intervalo do Mioceno Médio ao Mioceno Superior.

Gross *et al.* (2015) registram para o mesmo testemunho (1AS-10-AM), a ocorrência inédita da espécie *Pellucistoma curupira*, pertencente a um gênero típico de águas marinhas rasas; os autores associaram sua ocorrência com as incursões marinhas da bacia de Llanos (Colômbia), durante o início do Mioceno. Apesar da ocorrência desta espécie, os autores ressaltam que sua migração para o sistema flúvio-lacustre da Formação Solimões, estaria associada a uma forésia aquática e que a espécie teria se adaptado as condições de água doce; o que levou os autores a concluírem que o registro desta espécie não seria indicativo de incursões marinhas para a região.

Linhares *et al.* (2017) realizam um estudo micropaleontológico nos testemunhos 1AS-8-AM e 1AS-7D-AM provenientes do Município de Atalaia do Norte. As informações micropaleontológicas evidenciam a ocorrência de incursões marinhas durante o Mioceno da Amazônia Ocidental, com três eventos associados à estas incursões; o primeiro no Eomioceno para o Mesomioceno, com a ocorrência de taxa de mangue; o segundo no Mesomioceno para o Neomioceno (1AS-8-AM) e o terceiro no Neomioceno (1AS-7D-AM), ambos com táxon típicos de água marinha, doce e salobra.

Linhares *et al.* (2019), realizam estudo bioestratigráfico integrado a partir da ostracofauna e palinomorfos identificados nos testemunhos 1AS-8-AM e 1AS-7D-AM, provenientes do Município Atalaia do Norte. Com a análise dos testemunhos foi possível identificar cinco zonas palinomorfas (*Verrutricolporites*, *Psiladiporites–Crototricolpites*, *Crassoretitriletes*, *Grimsdalea* e *Asteraceae*); e quatro zonas de ostracodes (*Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis cyrtoma*), além de proporem uma nova Zona *Cyprideis paralela*. Assim foi possível comprovar a predominância, assim como a ocorrência de dois eventos de radiação do Gênero *Cyprideis* como produto da influência marinha durante o final do Mioceno Médio e início do Mioceno Superior.

Medeiros *et al.* (2019) com base no material recuperado do testemunho 1-AS-33-AM, proveniente do Município de Atalaia do Norte (Amazonas), identificam 12 espécies de ostracodes, com predominância do Gênero *Cyprideis*. Assim, os autores propuseram um zoneamento bioestratigráfico local, que integra informações bioestratigráficas anteriores para a Formação Solimões, no Brasil e na Colômbia e para a Formação Pebas, no Peru o que permitiu a identificação de três zonas (*Cyprideis caraionae*, *Cyprideis multiradiata* e *Cyprideis sulcosigmoidales*) equivalentes ao Mesomioceno e Neomioceno (Serravaliano-Tortoniano), apesar de dados palinológicos estenderem a idade da formação para o Plioceno.

Gross & Piller (2020) investigam a ocorrência de assemblagem de ostracodes e foraminíferos, em afloramento inserido na localidade de Porvenir (Peru), além de dados isotópicos de carbono e oxigênio. Os resultados obtidos corroboram com a ocorrência de espécies endêmicas do Gênero *Cyprideis*, assim como, em menor proporção, de taxons de água doce e marinho; além da hipótese de que o Sistema Pebas sofreu influência marinha esporádica, assim como de água doce. Tais influências proporcionaram a presença de espécies de ostracodes endêmicas, e raramente de ostracodes marinhos, de água doce e foraminíferos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

As 14 amostras analisadas (Tabela 1) são referentes a nove afloramentos localizados ao longo dos rios Amazonas e Napo, próximos às regiões de Iquitos e Pebas, no Peru (Figura 1). Estas coletadas durante campanha de campo realizada no ano de 1996 e cedidas pelo pesquisador Frank Wesselingh (Museum Naturalis, Holanda), para o presente estudo. Informações adicionais das localidades podem ser encontradas em Wesselingh *et al.* (2002).

Tabela 1- Quantidade de amostras por afloramento.

Afloramentos	Total de amostras	Litotipo	Microfósseis
Buen Pasa	2	Argilito cinza esverdeado	X
Indiana	5	Siltito cinza claro com materia orgânica	X
Paraiso	1	Siltito cinza	X
Pebas	1	Argilito esverdeado com materia orgânica	X
Porvenir	1	Arenito esbranquiçado	-
Santa Clotilde	1	Argilito cinza claro	X
Santa Elena	1	Siltito esverdeado	X
Soledad	1	Arenito cinza claro	X
Tarapoto	1	Argilito	X

Para o estabelecimento da idade da área estudada e as devidas correlações com outras localidades já estudadas, utilizou-se como referência o perfil estratigráfico do afloramento Indiana apresentado no capítulo 5 (Figura 7), como este é o único com perfil estratigráfico disponível para o presente estudo, possibilitando melhor controle estratigráfico das espécies. Segue-se aqui os biozoneamentos de Muñoz-Torres *et al.* (2006) e Linhares *et al.* (2019) os quais ajustam os limites das biozonas propostas anteriormente.

4.2 MÉTODOS

1. Preparação das amostras

As amostras foram processadas pelos métodos usuais para recuperação de microfósseis calcários, baseando-se em Wanderley (2010). Todas as etapas de preparação foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia, da Coordenação Ciências da Terra e Ecologia (COCTE), do Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG).

- Pesagem: coloca-se a amostra em recipiente para a pesagem e padronização do peso bruto em aproximadamente 60 gramas para cada amostra, em balança de precisão;

- Desagregação: amostras colocadas em béquer com água por um período de 24 horas;
- Lavagem e peneiramento: antes do peneiramento é recomendada a lavagem das peneiras com azul de metileno por aproximadamente 15 minutos para evitar qualquer tipo de contaminação e posteriormente lavadas em água corrente. Após a lavagem realiza-se o peneiramento das amostras por via úmida, utilizando-se quatro frações de malhas (32, 60, 80 e 115 *mesh*);
- Secagem: posterior ao peneiramento o material residual é colocado em recipientes com suas respectivas identificações, e em seguida colocado para secagem em estufa a 60°C;
- Pesagem: após a secagem das amostras, estas são pesadas em balança de precisão de cada fração da peneira e armazenadas com suas devidas identificações, para análises semiquantitativas.

2. Triagem e seleção dos microfósseis

A triagem dos microfósseis foi realizada com o auxílio de pincéis 00 e de lupa da marca Leica S8A, para análises quantitativas e qualitativas, em seguida é realizada a colagem dos microfósseis com cola arábica em lâminas de “Células Franke”.

3. Fotografias

Para a obtenção das fotomicrografias realizou-se a seleção dos melhores espécimes com características taxonômicas bem preservadas para a preparação de *stubs* e sua utilização no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV- Modelo Mirae3 Tescan). A utilização deste equipamento se fez necessária para a melhor visualização das características morfológicas dos espécimes que não puderam ser observadas com precisão por meio de microscópio estereoscópico.

4. Identificação taxonômica

A classificação supragenérica segue Liebau (2005); a classificação específica segue a bibliografia complementar de Purper (1977, 1979), Purper & Pinto (1983, 1985), Purper & Ornellas (1991), Whatley *et al.* (1998), Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Gross *et al.* (2013, 2014); além de comparação com material tipo da Coleção de Microfósseis do Museu Emilio Goeldi. A terminologia morfológica segue Kesling (1951).

5. Material figurado

Os espécimes figurados compreendem 131 espécimes, com medidas de comprimento, largura e altura adquiridas com o auxílio do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (Anexo D). Todos os espécimes estão depositados na coleção paleontológica do MPEG (Museu Paraense Emilio Goeldi), com a numeração provisória MPEG-FAB-01 a MPEG-FAB-131.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

No presente trabalho foram identificadas 22 espécies de ostracodes nas localidades analisadas da Formação Pebas. Destas, 15 correspondem à espécies do Gênero *Cyprideis*, sendo três espécies novas, aqui descritas como *Cyprideis soledae* sp. nov., *Cyprideis santaelanae* sp. nov. e *Cyprideis indianae* sp. nov., respectivamente; além de outras já descritas na literatura: *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas (1991), *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto (1985), *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983), *Cyprideis krsticæ* Purper & Pinto (1985), *Cyprideis machadoi* (Purper 1979), *Cyprideis marginuspinosa* Purper & Ornelas (1991), *Cyprideis minipunctata* Purper & Ornelas (1991), *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979), *Cyprideis paralela* (Purper 1979), *Cyprideis retrobispinosa* Purper & Pinto (1983), *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980), *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979). Dentre estas, ocorrem também *Cypria aqualica* (Sheppard & Bate 1980), *Penthesilenula olivencae* (Purper 1979), *Heterocypris* sp. 1 (Muñoz-Torres *et al.* 1998), *Macrocypris* (Muñoz-Torres *et al.* 1998), *Pelocypris zilchi* (Triebel 1953), *Perissocytheridea ornelasae* (Purper 1979) e *Skopaeocythere tetrakanthos* (Whatley *et al.* 2000).

Classe Ostracoda Latreille, 1802

Ordem Podocopida Sars, 1866

Superfamília Cytheroidea Baird, 1850

Família Cytherideidae Sars, 1925

Subfamília Cytherideinae Sars, 1925

Gênero *Cyprideis* Jones, 1857

Espécie tipo: *Candona torosa* Jones, 1850

Cyprideis anterospinosa Purper & Ornellas 1991

Estampa 1, Figuras 01-04

* 1991 *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas, sp. nov.- Purper & Ornellas: 25-26; Est.1, Fig.1-6.

Material: 1 valva.

Tabela 2- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VE /MPEG-FAB-01	Homótipo	0,84	0,46	-

Discussões: O material tipo de *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas (1991), registrada para a Formação Solimões (1-AS-32-AM) não possui qualquer distinção com o espécime identificado no presente trabalho, especialmente na forma, contorno e ornamentação da valva. Apesar de apenas uma valva ter sido recuperada, o registro geográfico da espécie é aqui ampliado deixando de ser restrita a estratos da Formação Solimões, no Brasil, possuindo agora o primeiro registro para a Formação Pebas.

Ocorrência: Afloramento St. Elena, as margens do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunho 1-AS-32-AM, bacia do Alto Amazonas, Brasil (Purper & Ornellas 1991).

Cyprideis caraionae Purper & Pinto, 1985
Estampa 1, Figuras 05-29; Estampa 2, Figuras 01-06.

- * 1985 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, sp. nov.- Purper & Pinto: 430; Est. 1, Fig.1-13.
- 1998 *Cyprideis* sp. aff. *C. machadoi* Purper, 1979 - Swain: 10; Est. 4, Figs. 1-4.
- 1998 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 - Whatley *et al.*: 234; Est. 1, Fig.6-10.
- 1998 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 - Muñoz-Torres *et al.*: 94; Est. 2, Fig. 12-14.
- 2011 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 - Linhares *et al.*: 96; Figs. 3/5-6.
- 2019 *Cyprideis caraionae* Puper & Pinto, 1985 - Medeiros *et al.*:101; Fig.3/B

Material: 755 valvas e 64 carapaças recuperadas.

Tabela 3- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-06	Homótipo	0,74	0,41	-
	C / MPEG-FAB-08	Homótipo	0,82	0,48	0,39
Macho	C / MPEG-FAB-15	Homótipo	0,87	0,46	0,36

Discussões: Os espécimes identificados como *Cyprideis caraionae* compartilham as mesmas características do material tipo de Purper & Pinto (1985), assim como o ilustrado por Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998) e Medeiros *et al.* (2019). Swain (1998) realiza uma breve descrição da espécie, entretanto a identifica equivocadamente como *Cyprideis?*sp. aff. *machadoi* (Pl. 4, figs, 1-2) e *Cyprideis* sp. aff. *Cyprideis retrobispinosa* (Pl.4, figs. 3-4), uma vez que as espécies ilustradas possuem as mesmas características descritas por Purper & Pinto (1985). Linhares *et al.* (2011) ilustra a espécie, no entanto esta difere das demais (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Purper & Pinto 1985, Whatley *et al.* 1998) e dos espécimes aqui identificados; por apresentar uma maior protuberância na margem dorsal, com um aspecto mais triangular, e a margem dorsal com um leve ângulo cardinal na região posterior.

Ocorrência: Afloramentos Indiana, as margens do rio Amazonas; e St. Clotilde, Tarapoto e Buen Pasa, as margens do rio Napo, todos no Peru.

Distribuição: Testemunhos: 1-AS-33-AM, a sudoeste de Benjamin Constant (Purper & Pinto 1985); 1-AS-31-AM, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2011); rio Curuçá, Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brasil. Afloramentos: Iquitos e Pebas (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998), no Peru.

Cyprideis inversa (Purper & Pinto 1983)
Estampa 2, Figuras 07-13.

- * 1983 *Sohnicythere inversa* Purper et Pinto sp. nov. - Purper & Pinto:119-120; Est.3, Figs.12-24.
- 1998 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Muñoz-Torres *et al.*: 96; Est. 3, Figs.4-6.
- 1998 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Whatley *et al.*: 234-235; Text-fig. 2; Est.1, Figs. 16-20.
- 2011 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Linhares *et al.*: 95, 98; Fig. 3/11.
- 2014 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Gross *et al.*:31,32; Fig. 6n; Est. 12, Figs. 15-19
- 2017 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Linhares *et al.*: 17; Fig.6/d.
- 2019 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/G
- 2020 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Gross & Piller: 116-117; Figs.3Y e Figs.4Y.

Material: 45 valvas e 3 carapaças recuperadas.

Tabela 4- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-16	Homótipo	0,62	0,32	-
	C / MPEG-FAB-17	Homótipo	0,81	0,41	0,29
Macho	C / MPEG-FAB-18	Homótipo	0,58	-	0,22

Discussões: Os espécimes identificados no presente trabalho apresentam ornamentação variável, com alguns apresentando uma superfície mais pontuada, em toda a valva, como ilustrado por Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998) e Gross *et al.* (2014); assim como uma superfície pontuada com pequenos e evidentes tubérculos, como ilustrado por Purper *et al.* (1983), Linhares *et al.* (2011, 2017), Gross *et al.* (2014) e Medeiros *et al.* (2019). Apesar destas variações nas superfícies das valvas aqui recuperadas, a mesma não diverge das demais ilustrações, validando a diagnose de Purper & Pinto (1983).

Ocorrência: Afloramento de Indiana, a margem do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunhos: 1-AS-32-AM, noroeste do Estado do Amazonas (Purper & Pinto 1983); 1-AS-31-AM, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2011); 1-AS-10-AM, Sucuriju, próximo ao rio Ituí, sudoeste de Benjamin Constant (Gross *et al.* 2014) e 1-AS-33-AM (Medeiros *et al.* 2019); 1-AS-7D-AM, próximo ao rio Quixito, noroeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2017), Brasil. Afloramentos: na região de Pebas (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998) e Porvenir na área do arco de Iquitos (Gross & Piller 2020), no Peru; Villareal e Los Choros, Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998).

Cyprideis krsticae Purper & Pinto 1985
Estampa 2, Figuras 14-29; Estampa 3, Figuras 01-12.

* 1985 *Cyprideis krsticae* Purper et Pinto sp. nov.- Purper & Pinto: 430,432; Est. 1, Figs. 14-22.

Material: 118 valvas e 14 carapaças recuperadas.

Tabela 5- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VE / MPEG-FAB-19	Homótipo	0,87	0,46	-
	C / MPEG-FAB-32	Homótipo	0,84	0,46	0,36
Macho	C / MPEG-FAB-34	Homótipo	0,84	-	0,35

Discussões: Os espécimes identificados como *Cyprideis krsiticae* apresentam similaridade com o material tipo de Purper & Pinto (1985), entretanto com desenvolvimento de espinhos mais expressivos na margem anterior e margem posterior de ambas as valvas. Os autores mencionam a ocorrência de pequenos espinhos nas extremidades das valvas, no entanto não mencionam o grau de desenvolvimento destes, ou possível variação morfológica na espécie, o que foi observado no presente material; com o desenvolvimento mais expressivo de um ou dois espinhos na região postero-ventral da valva esquerda. Tal variação pode estar relacionada às mudanças ambientais, sendo observada somente entre os espécimes do afloramento Tarapoto. Esta espécie possui um raro registro na Formação Solimões, como diagnosticado por Purper & Pinto (1985), o que dificulta comparações com outras publicações. Logo, com a identificação a espécie deixa de ser restrita a Formação Solimões, possuindo agora o primeiro registro na Formação Pebas.

Ocorrência: Afloramentos de Indiana, as margens do rio Amazonas; Buen Pasa e Tarapoto, as margens do rio Napo, todos localizados no Peru.

Distribuição: Testemunho 1-AS-4-AM, noroeste do Estado do Amazonas, Brasil (Puper & Pinto 1985).

Cyprideis machadoi (Purper 1979)
Estampa 3, Figuras 13-32; Estampa 4, Figuras 01-10.

- 1977 Ostracoda B n.g., n.sp.- Purper: 359; Estampa 1, Figs. 9-14.
- * 1979 *Chlamydocytheridea machadoi* Purper, gen. et sp. nov.- Purper: 237-238; Est. 6, Figs. 1-6.
- ? 1979 *Cyprideis truncata* Purper, sp. nov. - Purper: 232-233; Est. 4, Figs. 12-22.
- nom 1979 *Paulacoutoia kroemmelbeini* Purper, sp. nov.- Purper: 236-237; Est. 5, Figs.18-24.
- 1980 *Otarocyprideis elegans* sp. nov.- Sheppard & Bate: 101-102; Est. 8, Figs. 10-12; Estampa 9, Figs. 1-5, 7.
- 1983 *Chlamydocytheridea machadoi* Purper 1979-Purper & Pinto: 124; Est. 1, Figs. 14-17.
- 1991 *Chlamydocytheridea kotziana* Purper & Ornellas, sp. nov.- Purper & Ornellas: 26; Estampa 1, Fig. 7. [não Est. 1, Figs. 8-9].
- 1998 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Muñoz-Torres *et al.*: 98; Est. 3, Figs. 15-17.
- 1998 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) -Whatley *et al.*: 235; Text-fig. 2; Est. 2, Figs. 6-10 [sic].
- ? 2010 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Wesselingh & Ramos: 308; Figs. 18.5/m-n.
- 2011 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Linhares *et al.*: 95; Figs. 3/13-14.
- ? 2013 *Cyprideis* aff. *machadoi* (Purper 1979) - Gross *et al.*:227-229; Est. 6, Figs.1-20, 22.
- 2014 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Gross *et al.*: Figs. 4d-f; Est. 1, Figs. 27-41; Est. 2, Figs. 1-23.
- 2017 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Linhares *et al.*: Fig.6/C.
- 2019 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/D.
- 2020 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Gross & Piller: 116-117; Figs.3S-4S.

Material: 153 valvas e 4 carapaças recuperadas.

Tabela 6- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-39	Homótipo	0,97	0,49	-
Macho	VD / MPEG-FAB-40	Homótipo	1,05	0,48	-

Discussões: Descrita inicialmente como *Chlamydocytheridea machadoi* por Purper (1979), e transferida para o Gênero *Cyprideis* por Muñoz-Torres *et al.* (1998), os espécimes aqui recuperados apresentam as características típicas da espécie, destacadas por Muñoz-Torres *et al.* (1998) e corroboradas por Whatley *et al.* (1998). Os autores destacam variações na curvatura da margem anterior da valva direita, no grau de desenvolvimento da *flange*, na forma e contorno da

margem anterior da valva esquerda, assim como o desenvolvimento da *Chlamydoteca* que pode ou não ser presente. Tais variações não foram observadas no presente material, exceto pela extensão intermediária a pouco desenvolvida, como mencionado por Gross *et al.* (2014), assim como diferenças com publicações anteriores. Deste modo, os espécimes identificados validam a diagnose de Purper (1979), no formato, contorno, espessura da lamela interna e superfície lisa sem sulco; quanto ao desenvolvimento da *Chlamydoteca*, os espécimes apresentam esta extensão intermediária a pouco desenvolvida.

Ocorrência: Afloramentos de Pebas, Soledad e St. Elena, todos localizados as margens do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunhos: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, CPCAN-II-Porerê e 1-AS-32-AM, todos a noroeste do Estado do Amazonas (Purper 1979, Purper & Pinto 1983); 1-AS-31-AM e 1-AS-10-AM, ambos próximos ao rio Ituí, Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2014, Linhares *et al.* 2011); 1-AS-7D-AM, próximo ao rio Quixito, noroeste do Estado do Amazonas e 1-AS-33-AM, a sudoeste da localidade de Benjamin Constant, rio Curuçá, Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte (Linhares *et al.* 2017, Medeiros *et al.* 2019); e afloramentos a sudeste do Município de Eirunepé, Morada Nova e Pau D'Alho (Gross *et al.* 2013, Wesselingh & Ramos 2010), Brasil. Afloramentos: Pichua, rio Marañon; Pebas, Santa Júlia, Iquitos (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998) e Porvenir na área do arco de Iquitos (Gross & Piller 2020), Peru; Los Chorros, Villareal, Salado entre outros (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998), Colômbia.

Cyprideis marginuspinosa Purper & Ornellas 1991
Estampa 4, Figuras 11-32.

* 1991 *Cyprideis marginuspinosa* Purper et Ornellas sp. nov.- Purper & Pinto: 430,432; Est. 1, Figs. 14-22.

Material: 56 valvas e 5 carapaças recuperadas.

Tabela 7- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-53	Homótipo	0,93	0,50	-
	C / MPEG-FAB-60	Homótipo	0,82	-	0,36
Macho	C / MPEG-FAB-61	Homótipo	0,90	-	0,38
	VD / MPEG-FAB-57	Homótipo	1,06	0,52	-

Discussões: Os espécimes identificados como *Cyprideis marginuspinosa* compartilham das mesmas características descritas por Purper & Ornellas (1991), embora apresentem o ângulo cardinal posterior menos proeminente e a margem anterior voltada para baixo. Os espécimes possuem raro registro na Formação Solimões, logo com a identificação a espécie deixa de ser restrita a esta formação, possuindo agora o primeiro registro para a Formação Pebas, no Peru.

Ocorrência: Afloramento St. Elena, as margens do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunho 1-AS-32-AM, Bacia do Alto Amazonas, Brasil (Purper & Ornellas, 1991).

Cyprideis minipunctata (Purper & Ornellas 1991)
Estampa 5, Figuras 01-16.

- ?pars 1980 *Cyprideis purperi purperi* subsp. nov. - Sheppard & Bate:99-101; Text-fig. 2; Est. 7, Figs. 1-11; Est. 8, Figs. 1-2. [não est. 7, Fig. 13 e provavelmente não Fig. 12].
- * 1991 *Cytheridea minipunctata* Purper & Ornellas, sp. nov.- Purper & Ornellas: 28-30; Est. 2, Figs. 7-12.
- 1998 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Muñoz-Torres *et al.*: 98; Est. 3, Figs. 18-20.
- 1998 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Whatley *et al.*: 235-236; Est. 2, Figs. 11-15 [sic].
- 2014 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Gross *et al.*: 26-27; Fig. 6/e; Est. 7; Figs. 32-35; Pl. 8., Figs. 1-9.
- 2017 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Linhares *et al.*: Fig.6/b.

Material: 155 valvas e 12 carapaças recuperadas.

Tabela 8- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-66	Homótipo	0,75	0,39	-
	VD / MPEG-FAB-67	Homótipo	0,76	0,41	-
Macho	C / MPEG-FAB-63	Homótipo	0,93	0,45	0,39
	VD / MPEG-FAB-70	Homótipo	0,88	0,41	-

Discussões: Descrita por Purper & Ornellas (1991) como *Cytheridea minipunctata*, e reconsiderada por Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998) como pertencente ao Gênero *Cyprideis*, os espécimes recuperados não possuem qualquer distinção do material tipo de Purper & Ornellas (1991), assim como com outras publicações anteriores (Gross *et al.* 2014, Linhares *et al.* 2017, Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998).

Ocorrência: Afloramentos de Pebas, as margens do rio Amazonas, no Peru.

Distribuição: Testemunhos: 1-AS-32-AM, 1-AS-7D-AM (próximo ao rio Quixito), ambos a noroeste do Estado do Amazonas (Purper & Ornellas 1991, Linhares *et al.* 2017) e 1-AS-10-AM, Sucuriju, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2014), Brasil. Afloramentos Pebas e Pichua (Sheppard & Bate 1980, Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998), no Peru; e em Villareal, na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998).

Cyprideis multiradiata (Purper 1979)

Estampa 5, Figuras 17-30.

- 1977 Ostracoda A n.g., n.sp. - Purper: 359; Est. 1, Figs. 1-8.
- * 1979 *Amazonacytheridea multiradiata* Purper, gen. et sp. nov.- Purper: 234-235; Est. 5, Figs. 1-9.
- 1985 *Amazonacytheridea multiradiata* Purper, 1979 - Purper & Pinto: 427, 430; Fig. 3.
- pars 1998 *Cyprideis olivencai* (Purper 1979) - Muñoz-Torres *et al.*:100; Est. 4, Figs. 7, ?5. [não Est. 4, Fig. 6]
- pars 1998 *Cyprideis olivencai* (Purper 1979) - Whatley *et al.*: 236; Text-fig.2; Est. 2, Figs. 4-5, ?3 [sic]. [não est. 2, Figs. 1-2 [sic]].
- 2014 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Gross *et al.*: Figs. 4p-r; Est. 5, Figs.1-30
- 2017 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Linhares *et al.*: Fig.6/i.
- 2019 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/E.
- 2020 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Gross & Piller: 116-117; Figs.3AA-4AA.

Material: 184 valvas recuperadas.

Tabela 9- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD /MPEG-FAB-73	Homótipo	0,78	0,38	-
Macho	C / MPEG-FAB-76	Homótipo	0,81	-	0,29
	VD / MPEG-FAB-75	Homótipo	0,82	0,36	-

Discussões: Os espécimes aqui analisados compartilham as mesmas características morfológicas do material tipo de Purper (1979), identificados inicialmente como *Amazonacytheridea multiradiata*. Purper & Pinto (1985) sugerem uma tendência evolutiva para a espécie com base nas variações das características morfológicas internas e contorno das valvas, o que não foi observado nos espécimes identificados no presente trabalho, onde as variações são evidentes somente no tamanho das valvas. De acordo com Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.*

(1998), a espécie é sinonimizada em *Cyprideis olivencai* (Purper 1979), juntamente com *Pseudoparakrithella paralela* (Purper 1979) e *Botulocyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980). No entanto, Gross *et al.* (2014) destacam que as espécies sinonimizadas por Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998) não possuem características morfológicas transitórias, logo que estas são pertencentes a *taxons* diferentes. Assim, como Gross *et al.* (2014) o presente trabalho segue o conceito genérico de Whatley *et al.* (1998) considerando *Amazonacytheridea multiradiata* como espécie pertencente ao Gênero *Cyprideis*.

Ocorrência: Afloramentos de Pebas e St. Elena, ambos as margens do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunhos: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, CPCAN-I-Tamanduá, 1-AS-32-AM, 1-AS-7D-AM, próximo ao rio Quixito, todos a noroeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2017, Purper 1979, Purper & Pinto 1985); 1-AS-33-AM, a sudoeste da localidade de Benjamin Constant, rio Curuçá, Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019); e 1-AS-10-AM, Sucuríju, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2014), Brasil. Afloramentos Pebas, Santa Julia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998) e Porvenir na área do arco de Iquitos (Gross & Piller 2020) todos no Peru; Mocagua, Los Choros e Buenos Aires, na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998).

Cyprideis paralela (Purper 1979)
Estampa 6, Figuras 01-04.

- * 1979 *Pseudoparakrithella paralela* Purper, gen. et sp.nov. - Purper: 238-239; Est.6, Figs. 7-14.
- 1983 *Pseudoparakrithella paralela* Purper 1979 - Purper & Pinto; Est. 2, Figs.14-16.
- 1985 *Pseudoparakrithella paralela* Purper 1979 - Purper & Pinto: 427, 430; Fig. 2.
- 2014 *Cyprideis paralela* Purper 1979 - Gross *et al.*: Figs. 4p-r; Est. 5, Figs.1-30.
- 2017 *Cyprideis paralela* Purper 1979 - Linhares *et al.*: Fig.6/i.
- 2020 *Cyprideis paralela* Purper 1979 - Gross & Piller: 116-117; Figs.3R-4R.

Material: 28 valvas recuperadas.

Tabela 10- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	C / MPEG-FAB-80	Homótipo	0,65	0,32	0,26

Discussões: Com ótimo estado de preservação e sem variação de tamanho, os espécimes identificados compartilham as mesmas características morfológicas de *Pseudoparakrithella paralela* em Purper (1979). A espécie *Pseudoparakrithella paralela* (Purper 1979), juntamente

com *Botulocyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980) e *Nealecythere posterocompressus* (Purper & Pinto 1983), posteriormente transferidas para o Gênero *Cyprideis* por Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998), compõem a tendência evolutiva sugerida por Purper & Pinto (1985), baseado em suas variações morfológicas internas e externas. Os autores mencionam que estas espécies são pertencentes a uma linhagem de formas lisas e que *Cyprideis paralela* corresponde ao nível intermediário da perfuração 1AS-32-AM, além de apresentar um tubérculo ocular (*eye-spot*) distinto. Esta característica não mencionada na diagnose de Purper (1979) é ilustrada por Gross *et al.* (2014), no entanto são ausentes nos espécimes identificados no presente trabalho. De acordo com Gross *et al.* (2014) esta característica é associada à fatores ecológicos ao invés de um caráter filogenético. Com a identificação a espécie deixa de ser restrita a Formação Solimões (Brasil), possuindo agora o primeiro registro na Formação Pebas (Peru).

Ocorrência: Afloramentos de Pebas, Soledad e St. Elena, todos situados às margens do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunhos: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, CPCAN-I-Tamanduá, 1-AS-32-AM, 1-AS-7D-AM, próximo ao rio Quixito, todos a noroeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2017, Purper 1979, Purper & Pinto 1983, 1985); 1-AS-10-AM, Sucuríju, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2014), Brasil. Afloramento Porvenir, na área do arco de Iquitos (Gross & Piller 2020), Peru.

Cyprideis retrobispinosa Purper & Pinto 1983
Estampa 6, Figuras 05-08.

* 1983 *Cyprideis retrobispinosa* Purper, et Pinto, sp.nov. - Purper & Pinto: 115-116; Est.1, Figs. 1-13.

Material: 1 valva recuperada.

Tabela 11- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura(mm)
Macho	VD / MPEG-FAB-81	Homótipo	1,00	0,48	-

Discussões: Identificado como *Cyprideis retrobispinosa*, o espécime bem preservado não possui qualquer distinção com o material tipo de Purper & Pinto (1983), apesar da ocorrência de apenas uma valva. Swain (1998) identifica equivocadamente um espécime como *Cyprideis* aff. *Cyprideis retrobispinosa* (Est. 4, Figs. 3-4), no entanto este se refere à *Cyprideis caraionae*. Assim, a partir

do material recuperado o espécime aqui identificado é considerado o primeiro registro na Formação Pebas.

Ocorrência: Afloramento Soledad, as margens do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunho 1-AS-32-AM, noroeste do Estado do Amazonas, Brasil (Purper & Pinto 1983).

Cyprideis simplex (Sheppard & Bate 1980)
Estampa 6, Figuras 09-12.

- * 1980 *Botulocyprideis simplex* sp. nov. - Sheppard & Bate: 104; Estampa 9, Figs.6, 8-13
- 1983 *Botulocyprideis simplex* Sheppard & Bate emendado de Purper & Pinto - Purper & Pinto: 116-117; Est. 2, Figs. 17-27.
- 1985 *Botulocyprideis simplex* Sheppard & Bate 1980 - Purper & Pinto: 427, 430; Fig. 2.
- 2014 *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980) - Gross *et al.*: Est. 4, Figs.46-50.
- 2019 *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/C.

Material: 4 valvas e 1 carapaça recuperadas

Tabela 12- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-83	Homótipo	0,85	0,44	-

Discussões: O material recuperado compreende apenas cinco exemplares, que diferem levemente do ilustrado por Sheppard & Bate (1980), sendo menos alongados e inflados e a margem dorsal levemente proeminente em direção ao ângulo cardinal anterior da valva direita; diferente do ilustrado também por Purper & Pinto (1983), onde as margens dorsal e ventral são paralelas. Os espécimes ilustrados por Gross *et al.* (2014) possuem maior semelhança com o material ilustrado no presente trabalho, como região interna, lamela interna bem evidente, charneira inversa e com elementos pouco desenvolvidos, além das cicatrizes musculares; assim como os autores a classificação segue o proposto por Whatley *et al.* (1998), onde consideram o Gênero *Botulocyprideis* (Sheppard & Bate 1980) sinônimo júnior do Gênero *Cyprideis*.

Ocorrência: Afloramento Soledad, a margem do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Testemunhos: 1-AS-32-AM, noroeste do Estado do Amazonas (Purper & Pinto 1983, 1985); 1-AS-10-AM, Sucuríju, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2014); 1-AS-33-AM, a sudoeste da localidade de Benjamin Constant, rio Curuçá, Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brasil. Afloramento: Pichua, as margens do rio Marañon (Sheppard & Bate 1980), Peru.

Cyprideis sulcosigmoidales (Purper 1979)
Estampa 6, Figuras 13-28; Estampa 7, Figuras 01-16.

- 1977 *Cytheridea* sp. nov. A - Purper: 361; Est. 2, Figs. 1-6.
- * 1979 *Cytheridea sulcosigmoidales* - Purper sp. nov.-Purper: 226-227; Est.1, Figs.11-18.
- pars 1980 *Cyprideis purperi purperi* - Sheppard & Bate: 99-101; Est. 7, Fig.13 e provavelmente Fig. 12. [não text-fig. 2; Est. 7, Figs. 1-11; Est. 8, Figs. 1-2]
- 1998 *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979) - Whatley *et al.*: 236; fig. 2; Est. 3, Figs. 1-5.
- 1998 *Cyprideis* sp 4 - Whatley *et al.*: 237; Est. 3, Figs. 16-20.
- 1998 *Cyprideis aulakos* sp. nov. - Muñoz-Torres *et al.*: 94; fig. 2; Est. 2, Figs.7-11.
- 1998 *Cyprideis sulcosigmoidales* - Muñoz-Torres *et al.*: 100; Est. 4, Figs.16-18.
- 1998 *Cyprideis* sp. aff. *C. retrobispinosa* Purper & Pinto - Swain:3;Est. 6, Figs.1-8.
- 2010 *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979) -Wesselingh & Ramos:308,Fig.18.5/i-j.
- 2011 *Cyprideis aulakos* - Linhares *et al.*: 95; Figs. 3/3-4.
- 2011 *Cyprideis sulcosigmoidales* - Linhares *et al.*: 95; Figs. 4/5-6.
- 2014 *Cyprideis sulcosigmoidales* - Gross *et al.*: 32-34, Fig. 6; Estampa 12, Figs. 20-34; Estampa 13, Figs. 1-21; Estampa 14, Figs. 1-21.
- 2017 *Cyprideis sulcosigmoidales* - Linhares *et al.*: Fig. 6/c.
- 2019 *Cyprideis sulcosigmoidales* - Medeiros *et al.*: 101, Fig.3/I.
- 2020 *Cyprideis sulcosigmoidales* - Gross & Piller - Gross & Piller: 116-117; Figs.3AB-4AB.

Material: 279 valvas e 3 carapaças recuperadas.

Tabela 13- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD / MPEG-FAB-48	Homótipo	0,90	0,52	-
Macho	VD / MPEG-FAB-99	Homótipo	1,16	0,63	-
	VD / MPEG-FAB-95	Homótipo	0,96	0,48	-

Discussões: Esta espécie foi considerada sinônima de *Cyprideis aulakos* Muñoz-Torres *et al.* 1998, por Gross *et al.* (2014), uma vez que as diferenças não são claras entre as duas espécies. Gross *et al.* (2014) menciona a presença de dentículos marginais em *Cyprideis sulcosigmoidales* e a pontuação paralela nas regiões periféricas e a ornamentação lisa em *Cyprideis aulakos*, como as principais diferenças entre as espécies, no entanto não consideram como características suficientes para a separação das duas espécies. Os espécimes identificados no presente trabalho

apresentam similaridade com o material tipo de Purper (1979); com adição das variações morfológicas citadas por Whatley *et al.* (1998), Muñoz-Torres *et al.* (1998) e discutidas por Gross *et al.* (2014), como a presença de denticulos nas margens posterior e anterior da valva direita, o que não é descrito por Purper (1979). Entre as variações morfológicas observadas no material recuperado tem-se a variação na ornamentação de lisa a pontuada, e principalmente na variação da denticulação na margem anterior da valva direita, onde em alguns espécimes os denticulos se mostram mais evidentes; na região póstero-ventral da valva direita ocorrem espinhos bem desenvolvidos. Apesar de Gross *et al.* (2014) destacarem a variação na ornamentação e na denticulação da margem anterior da valva direita, os autores não consideram estas características como diagnósticas para se determinar uma nova espécie, mas como uma variação intraespecífica produto de variações ambientais.

Ocorrência: Afloramentos Indiana, Pebas e St. Elena, as margens do rio Amazonas e St. Clotilde, a margem do rio Napo, todos no Peru.

Distribuição: Testemunhos: CPCAN-III-São Paulo de Olivença e CPCAN-I-Tamanduá, a noroeste do Estado do Amazonas (Purper 1979); 1-AS-31-AM, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2011); 1-AS-10-AM, Sucuríju, próximo ao rio Ituí, sudoeste do Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2014); 1-AS-8-AM, próximo ao rio Quixito, a noroeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2017); 1-AS-33-AM, a sudoeste de Benjamin Constant, rio Curuçá, Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brasil. Afloramentos: Pichua, as margens do rio Marañon (Sheppard & Bate 1980); Santa Julia, Santa Sofia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998) e Porvenir, na área do arco de Iquitos (Gross & Piller 2020), Peru; e em Mocagua (Muñoz-Torres *et al.* 1998), Colômbia.

Cyprideis indianae sp. nov.
Estampa 7, Figuras 17-28.

- pars 1998 *Cyprideis graciosa* (Purper 1979) - Whatley *et al.*: 234; Est. 1, Figs. 11-15.
- pars 1998 *Cyprideis graciosa* - Muñoz-Torres *et al.*: 96; Est. 3, Figs.1-3.
- pars 2011 *Cyprideis graciosa* - Linhares *et al.*: 96; Figs. 3/9-10.
- pars 2014 *Cyprideis* aff. *graciosa* - Gross *et al.*: 25-26, Fig. 6d; Est. 6, Figs. 33-34; Est. 7, Figs. 1-20.
- pars 2019 *Cyprideis* aff. *graciosa* - Medeiros *et al.*: 101, Fig.3/H.
- pars 2020 *Cyprideis* aff. *graciosa* - Gross & Piller - Gross & Piller: 116-117; Figs.3T-4T.

Holótipo: Fêmea, valva esquerda, MPEG-FAB-103.

Parátipos: Espécimes figurados de machos e fêmeas (Apêndice D).

Localidade tipo: Afloramento Pebas, a margem do rio Amazonas, Peru.

Material: 136 valvas e 10 carapaças.

Derivação do nome: Em referência à localidade tipo, afloramento Indiana, Peru.

Tabela 14- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VE / MPEG-FAB-103	Holótipo	0,80	0,42	-
Macho	VE / MPEG-FAB-100	Parátipo	0,92	0,45	-

Diagnose: Espécie subretangular, margem anterior arredondada com sete espinhos bem expressivos por toda a sua margem. Margem posterior truncada com espinhos na região póstero-ventral da valva direita. Sulco na região médio dorsal quase imperceptível. Superfície pontuada. Lamela interna espessa e forte dimorfismo sexual.

Descrição: Subretangular em vista lateral (machos e fêmeas). Margem dorsal inclinada formando um leve ângulo cardinal com a margem posterior. Margem anterior de ambas as valvas arredondadas, sendo a margem anterior da valva direita levemente voltada para baixo, com seis a sete espinhos expressivos e espaçados entre si. Margem ventral da valva direita com leve concavidade na região antero-ventral; enquanto a margem ventral da valva esquerda é reta. Margem posterior com quatro espinhos na região póstero-ventral da valva direita, com o espinho inferior mais desenvolvido que os de mais. Charneira com elementos positivos na valva direita, elemento anterior alongado com dez dentes, elemento antero-mediano crenulado e curto, elemento póstero-mediano consiste de uma longa barra crenulada, elemento posterior com seis dentes; elementos de charneira são complementares na valva esquerda. Lamela interna moderadamente espessa. Poro canais normais do tipo peneira (*sieve type*). Sulco na região dorso-mediana quase imperceptível. Superfície pontuada na região periférica das valvas, que se assemelham a pequenos retículos circulares a disformes na região central das valvas. Impressão muscular central com quatro impressões musculares adutoras, uma impressão frontal em formato de V; ponto fulcral quase imperceptível assim como as duas impressões mandibulares. Forte dimorfismo sexual, com fêmeas mais infladas do que os machos; estes que são mais alongados com margem posterior pontiaguda.

Discussões: Com ótimo estado de preservação, os espécimes possuem características marcantes como contorno, ornamentação e disposição dos espinhos nas extremidades das valvas.

Assemelha-se à *Cyprideis graciosa* (Purper 1979), entretanto difere no contorno, sendo mais subretangular do que triangular com em *Cyprideis graciosa*; na ornamentação, uma vez que em sua diagnose a superfície das valvas é pontuada, enquanto que no material aqui analisado a ornamentação é mais reticulada, nas fêmeas a fortemente pontuada nos machos, por toda a superfície e concentrada nas extremidades; similar ao ilustrado por Gross *et al.* (2014) nos espécimens de *Cyprideis* aff. *graciosa* (estampa 6; fig.39), embora este seja finamente pontuado a quase liso na região anterior. Entretanto Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998) mencionam uma possível variação na ornamentação em *Cyprideis graciosa*. Além da ornamentação, o espinho mais desenvolvido na região póstero-ventral da valva esquerda (em *C. graciosa*), é ausente no presente material, sendo presente na região póstero-ventral da valva direita, o que diverge da diagnose de Purper (1979) e ilustrado por Purper & Ornellas (1991). A ausência desta característica é ilustrada também por Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998), Linhares *et al.* (2011), Gross *et al.* (2014), Medeiros *et al.* (2019) e Gross & Piller (2020). De acordo com Gross *et al.* (2013) a ausência ou presença de espinhos na região póstero-ventral da valva esquerda, em *Cyprideis graciosa*, é característica diagnóstica incerta. Entretanto, apesar da similaridade dos espécimes no contorno, ornamentação e disposição dos espinhos com o material ilustrado por Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998), Linhares *et al.* (2011), Gross *et al.* (2014), Medeiros *et al.* (2019) e Gross & Piller (2020), os espécimes aqui analisados diferem no padrão da ornamentação, contorno e na distribuição e quantidade de espinhos marginais dos de mais, assim como das características morfológicas dos espécimes de *Cyprideis graciosa* de Purper (1979), sendo o suficiente para a determinação da espécie nova, aqui denominada de *Cyprideis indianae* sp. nov..

Ocorrência: Afloramentos Indiana e Pebas ambos as margens do rio Amazonas e Tarapoto, a margem do rio Napo, todos no Peru.

Cyprideis soledae sp.nov.
Estampa 8, Figuras 01-14.

Holótipo: Fêmea, valva esquerda, MPEG-FAB-105.

Parátipo: Espécimes figurados de machos e fêmeas (Apêndice D).

Localidade Tipo: Afloramento Soledad, a margem do rio Amazonas, Peru.

Material: 150 valvas e 4 carapaças.

Derivação do nome: Em referência à localidade tipo, afloramento Soledad, Peru.

Tabela 15- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VE/MPEG-FAB-105	Parátipo	0,89	0,48	-
	VD/MPEG-FAB-108	Parátipo	0,86	0,46	-
Macho	VE/MPEG-FAB-107	Parátipo	1,02	0,51	-

Diagnose: Espécie de *Cyprideis* de formato subretangular, com superfície pontuada. Espinhos ao longo de sua margem anterior. Valva direita com expressivo espinho inferior na região postero-ventral. Sulco na região médio-dorsal. Forte dimorfismo sexual.

Descrição: Espécie subretangular em vista lateral; margem dorsal forma um ângulo cardinal com a margem posterior, com protuberância na região médio-dorsal próximo à margem anterior. Margem anterior de ambas as valvas arredondada, com oito espinhos expressivos e espaçada entre si. Margem ventral de ambas as valvas reta, com leve concavidade na região antero-ventral da valva direita. Margem posterior da valva direita com espinhos na região postero-ventral, sendo o inferior mais desenvolvido, no entanto ocorre em algumas valvas o maior desenvolvimento do espinho inferior, ou a ausência deste. Charneira com elementos positivos na valva direita, elemento anterior alongado com nove dentes, elemento ântero-mediano curto, elemento pósteromediano consiste de uma longa barra crenulada, elemento posterior com seis dentes; elementos de charneira são complementares na valva esquerda. Lamela interna moderadamente espessa. Em ambas as valvas ocorrem discretamente sulco na região médio-dorsal. Superfície pontuada, sendo mais concentrada em suas extremidades. Impressão muscular central com quatro impressões musculares adutoras, uma impressão frontal em formato de V; ponto fulcral quase imperceptível assim como as duas impressões mandibulares. Forte dimorfismo sexual, com fêmeas mais infladas do que os machos; estes que são mais alongados com margem posterior pontiaguda.

Discussões: *Cyprideis soledae* sp. nov., assemelha-se à *Cyprideis indianae* sp. nov., no contorno, na disposição dos espinhos nas regiões posterior e anterior das valvas, e sulco na região médio dorsal de ambas as valvas; entretanto *Cyprideis soledae* sp. nov. é maior, possui ornamentação pontuada, região dorso-mediana mais proeminente e margem ventral reta em ambas as valvas.

Ocorrência: Afloramentos Soledad e St. Clotilde, as margens do rio Amazonas, no Peru.

Cyprideis santaelenae sp. nov.
Estampa 8, Figuras 15-32.

Holótipo: Fêmea, valva direita, MPEG-FAB-116.

Parátipo: Espécimes figurados de machos (Apêndice D).

Localidade Tipo: Afloramento Santa Elena, a margem do rio Amazonas, Peru.

Material: 38 valvas.

Derivação do nome: Em referência à localidade tipo, afloramento Santa Elena, Peru.

Tabela 16- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Macho	VE/MPEG-FAB-113	Parátipo	0,91	0,45	-
	VD/MPEG-FAB-119	Parátipo	0,85	0,41	-

Diagnose: Espécie com margem anterior arredondada com espinhos em toda a sua margem. Margem posterior com espinho inferior mais desenvolvido na região postero-ventral. Margem dorsal proeminente. Margem ventral reta. Superfície levemente reticulada e ausência de sulco na região médio-dorsal.

Descrição: Espécie subtriangular em vista lateral; margem dorsal proeminente em ambas as valvas, formando ângulo cardinal quase imperceptível com a margem posterior. Margem anterior de ambas as valvas arredondadas com sete espinhos expressivos e espaçados entre si. Em algumas valvas a margem anterior aparenta ser lisa, sem reticulações. Margem ventral reta em ambas, com leve concavidade na região antero-ventral na valva direita. Margem posterior da valva direita com quatro a cinco espinhos na região postero-ventral, sendo o inferior mais desenvolvido, no entanto ocorre em algumas valvas o maior desenvolvimento de dois espinhos inferiores. Charneira com elementos positivos na valva direita, elemento anterior alongado com nove dentes, elemento antero-mediano curto, elemento póstero-mediano consiste de uma longa barra crenulada, elemento posterior com seis dentes; elementos de charneira são complementares na valva esquerda. Lamela interna moderadamente espessa. Superfície com reticulação rasa ou discreta em toda a sua superfície. Impressão muscular central com quatro impressões musculares adutoras, uma impressão frontal em formato de V; ponto fulcral quase imperceptível assim como as duas impressões mandibulares.

Discussões: *Cyprideis santaelenae* sp. nov., assim como os espécimes de *Cyprideis soledae* sp. nov. são bem preservados e similares no contorno e disposição dos espinhos nas margens anterior e posterior; entretanto difere de *C. soledae* sp. nov. por apresentar a ornamentação reticulada e não pontuada, mesmo que mais lisa nas margens, além de espinhos marginais maiores e mais espessos, sendo o postero-ventral bem mais desenvolvido. Gross *et al.* (2014) ilustram uma

espécie com características similares a *Cyprideis santaelenae* sp. nov, no contorno e disposição do espinhos marginais, os quais denominaram de *Cyprideis* aff. *graciosa* (Estampa 7, fig. 6).

Ocorrência: Afloramento Santa Elena, a margem do rio Amazonas, no Peru.

Superfamília Cypridacea Baird, 1845

Família Cyclocyprididae Kaufmann, 1900

Gênero *Cypria* Zenker, 1845

Cypria aqualica Sheppard & Bate 1980

Estampa 9; Figuras 01-03

1977 *Cypria* sp. - Purper, pp. 364 - 365, Est. 4, Fig. 9.

1979 *Cypria?* sp.3 - Purper, pp. 247 - 248, Est. 8, Figs. 19 - 21.

* 1980 *Cypria aqualica* - Sheppard & Bate, p.116-117, Est. 1.13, Figs. 1-6.

1998 *Cypria aqualica* Sheppard & Bate, 1980 - Muñoz-Torres *et al.*, p. 94, Est. 2, Figs.4-6.

2006 *Cypria aqualica* Sheppard & Bate, 1980 - Ramos, p. 91, Fig. 6d.

2010 *Cypria aqualica* Sheppard & Bate, 1980 - Wesselingh & Ramos, p.309, Fig. 18.7D.

2013 *Cypria* sp. - Gross *et al.*: p.220, Est. 1, Fig. 14,15a-b.

2017 *Cypria* sp. - Linhares *et al.*: p.17, Fig.6/k.

Material: 4 valvas e 5 carapaças recuperadas.

Tabela 17- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD/MPEG-FAB-121	Homótipo	0,54	0,39	-

Discussão: Os espécimes identificados como *Cypria aqualica* compartilham as mesmas características morfológicas dos espécimes ilustrados por Sheppard & Bate (1980), Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Ramos (2006). Além disto, apresentam similaridade com os espécimes ilustrados por Gross *et al.* (2013), apesar de não apresentarem o *contatc-knob* na região antero-ventral da valva esquerda, conforme apontado pelos autores; esta estrutura não foi mencionada nas descrições anteriores e nem visualizada nos espécimes recuperados no presente trabalho. Os autores consideram o material tipo de Sheppard & Bate (1980) representantes juvenis de *Cypria aqualica*, logo pelas dimensões dos espécimes do material recuperado, estes também são representantes juvenis da espécie.

Ocorrência: Afloramento de Indiana, a margem do rio Amazonas, no Peru.

Distribuição: Testemunho: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, Benjamin Constant, noroeste do Amazonas (Purper 1979); Torre da lua (Ramos 2006); afloramentos a sudeste do Município de Eirunepé, Morada Nova e Pau D’Alho (Gross *et al.* 2013) Brasil. Afloramentos: Santa Sofia, Macedônia e Puerto Nariño, (Muñoz-Torres *et al.* 1998) e La Tagua (Sheppard & Bate 1980) na Colômbia.

Superfamília Darwinulacea Brady & Norman, 1889

Família Darwinulidae Brady & Norman, 1889

Gênero *Penthesilenula* Rosseti & Martens, 1998

Penthesilenula olivencae (Purper, 1984)

Estampa 9, Figura 04.

- 1977 *Darwinula* sp.- Purper: pp. 364 - 365, Est. 4, Fig. 5-8.
- * 1979 *Darwinula fragilis* – Purper: pp. 225, Est. 1, Figs. 4-10.
- 1980 *Darwinula* sp. - Sheppard & Bate: p.117, Est. 13, Figs. 7.
- 1998 *Darwinula fragilis* - Muñoz-Torres *et al.*: p. 90, Est. 1, Figs.1-3.
- 2006 *Darwinula fragilis* – Ramos: p. 89-90, Fig. 6 a-c.
- 2009 *Darwinula fragilis* – Ramos *et al.*: p.116, Fig. 305-I.
- 2010 *Alicenula (Darwinula) fragilis* - Wesselingh & Ramos: pp.309, figs. 18.7e-f.
- 2013 *Penthesilenula olivencae* (Purper 1984) comb. nov. – Gross *et al.*: pp. 218, Est. 1, figs. 1-10, 22-23.

Material: 1 valva.

Tabela 18- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	VD/MPEG-FAB-122	Homótipo	0,49	0,19	-

Discussão: Identificada inicialmente como *Darwinulla fragilis* por Purper (1979), o espécime recuperado não apresenta distinção do material tipo. Gross *et al.* (2013) realizam uma extensa discussão a respeito deste gênero, levando em consideração suas características morfológicas e similaridade com outros gêneros, chegando a conclusão que a espécie se trata do representante juvenil de *Penthesilenula olivencae*. Apesar de ser identificada no presente trabalho como *Penthesilenula olivencae*, não foi possível realizar comparações das características internas com publicações anteriores devido ao seu péssimo estado de preservação.

Ocorrência: Afloramento Indiana, a margem do rio Amazonas, no Peru.

Distribuição: Testemunhos: CPCAN-III, São Paulo de Olivença, nordeste do Estado do Amazonas (Purper 1979) e nos afloramentos de Aquidabã (Gross *et al.* 2013, Wesselingh & Ramos 2010), Morada Nova, Pau D’Alho, Barro Branco (Gross *et al.* 2013) e Torre da lua (Gross *et al.* 2013, Ramos 2006), no Brasil. Afloramento: Pichua (Sheppard & Bate 1980), no Peru e na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Superfamília Cypridacea Baird, 1845

Família Cyclocyprididae Kaufmann, 1900

Gênero *Heterocypris* Claus, 1893

Heterocypris sp.

Estampa 9, Figuras 05-07.

* 1998 *Heterocypris* sp. 1 - Muñoz-Torres *et al.*: 91; Est. 1, Figs. 9-13.

Material: 2 carapaças recuperadas.

Tabela 19- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	C/MPEG-FAB-123	Homótipo	0,77	0,42	0,35
	C/MPEG-FAB-124	Homótipo	0,73	0,41	0,32

Discussões: O espécime identificado como *Heterocypris* sp. não possui distinção do material ilustrado por Muñoz-Torres *et al.* (1998), exceto pelo tamanho dos espécimes identificados, que são menores do apresentado por Muñoz-Torres *et al.* (1998).

Ocorrência: Afloramento Indiana, a margem do rio Amazonas, no Peru.

Distribuição: Ocorrem esporadicamente em afloramentos de Iquitos e Pebas, no Peru; e Los Chorros, Mocagua, San Martín e Villareal, na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Família Macrocypridinae Muller, 1912

Gênero *Macrocypris* Brady, 1868

Macrocypris sp.

Estampa 9, Figura 08.

* 1998 *Macrocypris* sp. - Muñoz-Torres *et al.*: 91; Est. 1, Figs. 14-17.

Material: 2 valvas

Tabela 20- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	MPEG-FAB-126	Homótipo	0,45	0,17	-

Discussões: O espécime parcialmente preservado e identificado como *Macrocypris* sp. compartilha as mesmas características morfológicas descritas por Muñoz-Torres *et al.* (1998), como contorno amplo e alongado, margem anterior arredondada, margem posterior triangular, levemente arredondada, margem dorsal convexa e margem ventral côncava. No entanto, a dentição mencionada por Muñoz-Torres *et al.* (1998), não é visível no presente material devido ao estado de preservação da valva.

Ocorrência: Afloramento de Indiana, a margem do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Afloramentos: Pebas, no Peru; Buenos Aires, Mocagua, Los Chorros e Villareal, na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Familia Ilyocyprididae Kaufmann, 1900

Subfamília Pelocypridinae Triebel, 1962

Gênero *Pelocypris* Klie, 1939

Pelocypris zilchi Triebel, 1953

Estampa 9, Figuras 09-12.

- * 1953 *Pelocypris zilchi* n. sp. - Triebel: 2-4, Est. 1, figs. 1 e 8.
- 1980 *Pelocypris zilchi* Triebel, 1953 - Sheppard & Bate: 104-106, text fig. 3; Est. 10, figs. 8 e 13.
- 1980 *Pelocypris* sp. - Sheppard & Bate: 108, pl. 10, fig. 14.
- 2010 *Ilyocypris (Pelocypris) zilchi* (Triebel, 1953) - Wesselingh & Ramos:309, Fig. 18.7c
- 2013 *Pelocypris zilchi* Triebel, 1953 - Gross *et al.*: 220-222, Est. 2, Figs. 1-13.

Material: 2 valvas fragmentadas recuperadas.

Dimensões: O estado de fragmentação parcial das valvas não permitiu a definição das medidas.

Discussões: O material ilustrado por Sheppard & Bate (1980), como *Pelocypris zilchi* possui similaridade com os espécimes identificados no presente trabalho, como contorno, ornamentação e presença de dois sulcos na região médio-dorsal. No entanto, os autores mencionam a presença de pequenos tubérculos nas margens anterior e posterior das valvas, assim como a presença de dentículos marginais bem desenvolvidos na valva direita de espécimes adultos, sendo tais características ausentes nos espécimes recuperados no presente trabalho. Gross *et al.* (2013) menciona a presença de tubérculos em valvas juvenis, assim como dentículos marginais na valva esquerda, diferente do que ocorre em valvas adultas.

Ocorrência: Afloramento de Indiana, a margem do rio Amazonas, Peru.

Distribuição: Afloramentos: Aquidabã, sudoeste do Estado do Amazonas (Gross *et al.* 2013, Wesselingh & Ramos 2010), Brasil; de La Tagua, na Colômbia (Sheppard & Bate 1980) e em Barranca El Sismico, em El Salvador (Triebl 1953).

Familia Cytherideidae Sars, 1925

Gênero *Perissocytheridea* Stephenson, 1938

Perissocytheridea ornellasae (Purper 1979)

Estampa 9, Figuras 13-16.

- * 1977 *Perissocytheridea* A - Purper: 364-365.
- 1979 *Leptocytheromorpha ornellasae* - Purper: 245-246, Est. 8, Figs. 1-12.
- 1980 *Perissocytheridea ?elongata* - Sheppard & Bate: 116, Est. 12, Figs.7,9,13-18.
- 1998 *Perissocytheridea ornellasae* - Muñoz-Torres *et al.*: 102-104, Est. 5, Figs. 14-18.
- 2017 *Perissocytheridea ornellasae* - Linhares *et al.*: Figs.5/n-o.
- 2019 *Perissocytheridea* sp. A (Purper 1977) - Medeiros *et al.*: 101, Fig. 5/J.
- 2020 *Perissocytheridea ornellasae* - Gross & Piller: 116-117; Figs.3K-4K.

Material: 106 valvas e 57 carapaças recuperadas.

Tabela 21- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Fêmea	MPEG-FAB-129	Homótipo	0,38	0,20	0,15
	MPEG-FAB-130	Homótipo	0,35	0,15	0,12

Discussões: Os espécimes identificados como *Perissocytheridea orneallasae* possuem características morfológicas similares às de Purper (1979) e Sheppard & Bate (1980), no entanto, a presença de dois sulcos na região ântero-dorsal, como descrito pelos autores suprecitados, mostram-se ausentes nos espécimes recuperados no presente trabalho. O mesmo ocorre quando comparados com os espécimes ilustrados por Muñoz-Torres *et al.* (1998), Linhares *et al.* (2017) e Medeiros *et al.* (2019).

Ocorrência: Afloramento de Indiana, Pebas e Santa Elena, as margens do rio Amazonas; Santa Clotilde, a margem do rio Napo, todos no Peru.

Distribuição: Testemunhos: CPCAN-I-Tamanduá e CPCAN-III-São Paulo de Olivença, Benjamin Constant, noroeste do Amazonas (Purper 1979); 1-AS-8-AM próximo ao rio Quixito, a noroeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2017); 1-AS-33-AM a sudoeste da localidade de Benjamin Constant, rio Curuçá, Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brasil. Afloramentos: Pebas (Muñoz-Torres *et al.* 1998), Pichua (Sheppard & Bate

1980) e Porvenir na área do arco de Iquitos, no Peru (Gross & Piller 2020); e Macedonia, Los Chorros, Buenos Aires e Villareal, na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Superfamília Cytheracea Baird, 1850

Família Limnocytheridae Klie, 1938

Subfamília Limnocytherinae Klie, 1938

Gênero *Skopaeocythere* Whatley Whatley, Muñoz-Torres and Van Harten, 2000

Skopaeocythere tetrakanthos Whatley, Muñoz-Torres and Van Harten, 2000

1998 *Neolimnocythere* sp. 1 - Muñoz-Torres *et al.*: 91; Est. 1, Figs. 9-13.

* 2000 *Skopaeocythere tetrakanthos* gen.et sp. nov. - Whatley *et al.*: 164-166; Figs.2.A-N.

2017 *Skopaeocythere tetrakanthos* gen.et sp. nov. - Linhares *et al.*: Fig.5/r.

2020 *Skopaeocythere tetrakanthos* - Gross & Piller: 116-117; Figs.3R e Figs.4R.

Material: 2 valvas e 1 carapaça recuperada.

Tabela 22- (Dimensões) Material figurado.

	Registro	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
Macho	VD/MPEG-FAB-131	Homótipo	0,40	0,20	-

Discussões: Os espécimes identificados como *Skopaeocythere tetrakanthos*, apresentam-se bem preservados e não possuem qualquer distinção como o material ilustrado por Muñoz-Torres *et al.* (1998). Assim, com o presente registro, a espécie passa a possuir o primeiro registro na Formação Pebas, no Peru.

Ocorrência: Afloramento Santa Elena, a margem do rio Amazonas no Peru.

Distribuição: Testemunho: 1-AS-7D-AM, próximo ao rio Quixito, noroeste do Estado do Amazonas (Linhares *et al.* 2017), Brasil. Afloramentos: Los Chorros, na Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 2000) e Porvenir, na área do arco de Iquitos, no Peru (Gross & Piller 2020).

5.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA OSTRACOFUNA NA ÁREA DE ESTUDO

A análise de 14 amostras dos nove afloramentos da área de estudo permitiu identificar 22 espécies de ostracodes, de um total de 2.406 espécimes (2.225 valvas e 181 carapaças), representados por oito gêneros (*Cyprideis*, *Cypria*, *Penthesilenula*, *Heterocypris*, *Macrocypris*, *Pelocypris*, *Perissocytheridea* e *Skopaeocythere*). Esta associação genérica é bem característica

da ostracofauna do Neógeno da Amazônia Ocidental, e o presente registro atesta a predominância e alta diversidade do Gênero *Cyprideis* na área de estudo correspondendo, a 92,5% da ostracofauna (Tabela 23), corroborando com trabalhos anteriores.

Tabela 23- Porcentagem dos gêneros identificados no material analisado.

Total de espécimes 2.406		
0,8%	6,7%	92,5%
		<i>Cyprideis</i>
		<i>Perissocytheridea</i>
<i>Cypria, Penthesilenula, Heterocypris, Macrocypris, Pelocypris e Skopaeocythere</i>		

A análise da distribuição geográfica dos gêneros e espécies na área de estudo (Figura 6) é apresentada a seguir, objetivando observar o comportamento da distribuição das assemblagens de ostracodes na área de estudo e suas correlações com outras localidades já estudadas anteriormente. A análise quantitativa e qualitativa é também apresentada, conforme Apêndice B, em anexo.

Deste modo, na porção leste da área de estudo, o afloramento Santa Elena, possui uma das assemblagens mais diversas, com três gêneros (*Cyprideis*, *Perissocytheridea* e *Skopaeocythere*) e 10 espécies, entre elas *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis sulcosigmoidales* e *Cyprideis santaelenae* sp. nov.; além de *Perissocytheridea ornellasae* e *Skopaeocythere tetrakanthos*. Diversidade similar ocorre no afloramento Pebas, com uma assemblagem com dois gêneros (*Cyprideis* e *Perissocytheridea*) e 8 espécies, representadas por *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis indianae* sp. nov.; assim como de *Perissocytheridea ornellasae*.

Entretanto em direção a oeste da área de estudo, o afloramento Indiana é o mais diverso composto por 7 gêneros (*Cypria*, *Penthesilenula*, *Heterocypris*, *Macrocypris*, *Pelocypris* e *Perissocytheridea*) e 11 espécies, que incluem *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis krsticai*, *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cyprideis indianae* sp. nov., *Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp., *Pelocypris zilchi*, *Penthesilenula olivencae* e *Perissocytheridea ornellasae*.

Esta diversidade de gêneros e espécies diminui em direção a porção Norte da área de estudo, nos afloramentos de Buen Pasa, Santa Clotilde e Tarapoto. Estes apresentam uma

associação menos diversa, quase que exclusiva do Gênero *Cyprideis*, com exceção de Santa Clotilde. Em Buen Pasa ocorrem *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis krsticae* e *Cyprideis sulcosigmoidales*. Em Tarapoto, ocorre associação similar, exceto pela presença de *Cyprideis indianae* sp. nov. e ausência de *Cyprideis sulcosigmoidales*. Diferente destas, em Santa Clotilde ocorre as seguintes espécies *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cyprideis soledae* sp. nov. e *Perissocytheridea ornellasae*.

Já na porção Sul da área de estudo, a associação é ainda mais restrita, como em Paraiso, onde ocorre somente *C. sulcosigmoidales*, com poucos espécimes recuperados (Apêndice B), e Porvenir onde ocorre somente moldes de ostracodes em péssimo estado de preservação não sendo possível a identificação dos mesmos. Ainda na porção Sul, Soledad possui uma assemblagem um pouco mais diversa que em Paraiso e Porvenir, sendo composta por 2 gêneros e 6 espécies, representados por *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis retrobispinosa*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis soledae* sp. nov. e *Perissocytheridea ornellasae*.

De modo geral, as espécies mais abundantes são *Cyprideis caraionae* (Purper & Pinto 1985), *Cyprideis krsticae* (Purper & Pinto 1985), *Cyprideis machadoi* (Purper 1979), *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991), *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979), *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979), *Cyprideis indianae* sp. nov. e *Cyprideis soledae* sp. nov. (Apêndice B).

Dentre estas, *C. sulcosigmoidales* é a mais comum, ocorrendo em 75% dos afloramentos da área de estudo, incluindo Buen Pasa, Indiana, Paraiso, Pebas, Santa Elena e Santa Clotilde (Anexo B). Apesar da ampla distribuição de *C. sulcosigmoidales* na área de estudo, *C. caraionae* destaca-se pela maior abundância (Apêndice B), entretanto ocorre em apenas 50% dos afloramentos. Já em menor abundância *Cyprideis simplex*, *Cyprideis anterospinosa* e *Cyprideis retrobispinosa* (Apêndice B). Além destas, destaca-se a ocorrência de *Cyprideis minipunctata* restrita ao afloramento Pebas.

Dentre as demais espécies, a mais comum é *Perissocytheridea ornellasae*, ocorrendo esporadicamente em Pebas, Santa Elena, Indiana Soledad e Santa Clotilde; além desta as espécies *Cypria aqualica*, *Penthesilenula olivencae*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp. e *Pelocypris zilchi*, embora em péssimo estado de preservação ou parcialmente fragmentadas ocorrem somente em Indiana, estando ausentes na porção sul e na porção norte da área de estudo. *Skopaeocythere*

tetrakanthos é uma espécie muito rara e restrita ao afloramento Santa Elena, com poucos espécimes recuperados (Apêndice B).

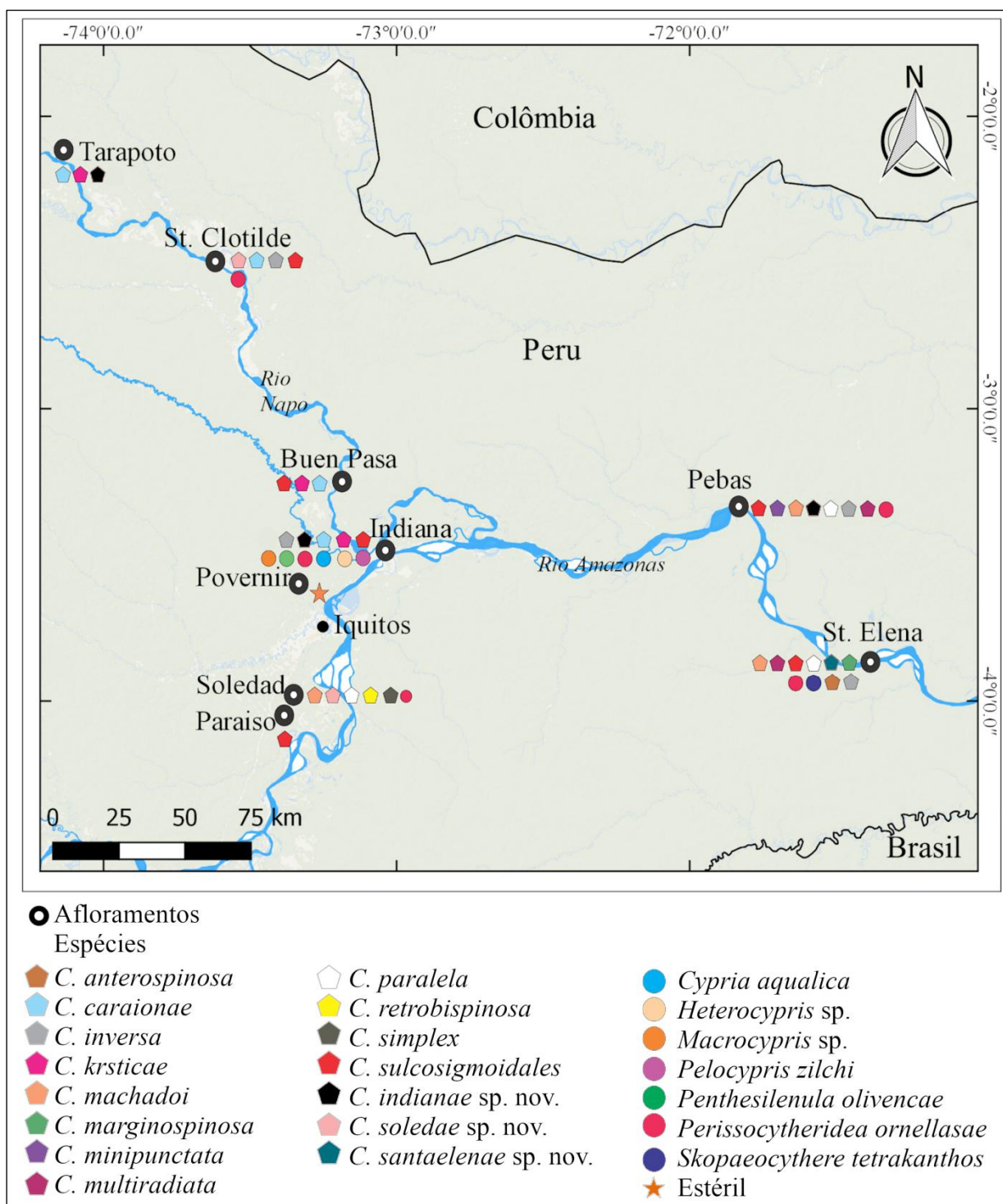


Figura 6- Mapa de distribuição das espécies identificadas na área de estudo.

Como descrito acima, a ampla distribuição das espécies identificadas do Gênero *Cyprideis* na área de estudo, destaca a diversidade e dominância do gênero corroborando com os

registros anteriores, tanto para a Formação Pebas, como em sua correlata Formação Solimões. Dentre as espécies identificadas do gênero, 12 são previamente registradas para outras localidades, onde afloram nos depósitos da Formação Solimões (Purper 1979, Purper & Pinto 1983, 1985, Purper & Ornellas 1991, Ramos 2006, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Gross *et al.* 2013, 2014, Medeiros *et al.* 2019) (Quadro 2).

Destas, oito são previamente registradas na Formação Pebas, representadas por *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis simplex* e *Cyprideis sulcosigmoidales* (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998, Gross & Piller 2020) (Quadro 2). Assim como, quatro possuem o primeiro registro para a Formação Pebas que incluem *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis retrobispinosa* e *Cyprideis krsticæ*, todas de ocorrência rara na Formação Solimões.

	<i>C. anterospinosa</i>	<i>C. caraionae</i>	<i>C. inversa</i>	<i>C. krsticæ</i>	<i>C. machadoi</i>	<i>C. marginuspinosa</i>	<i>C. minipunctata</i>	<i>C. multiradiata</i>	<i>C. paralela</i>	<i>C. retrobispinosa</i>	<i>C. simplex</i>	<i>C. sulcosigmoidales</i>
Formação Pebas	*	X	X	*	X	*	X	X	X	*	X	X
Formação Solimões	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Quadro 2- Ocorrência das espécies identificadas na área de estudo e seus registros na Formação Pebas (Peru) e em sua correlata Formação Solimões (Brasil). As espécies com (*) possuem a primeira ocorrência na Formação Pebas, a partir do material analisado.

5.3 IDADE E CORRELAÇÃO

A Formação Pebas é caracterizada pelo seu rico conteúdo fossilífero, mas principalmente pelo amplo registro de espécies endêmicas. Moluscos e ostracodes experimentaram sua maior radiação durante o Mioceno (Wesselingh *et al.* 2006, Muñoz-Torres *et al.* 2006), destacando-se, ainda a elevada diversidade palinológica (Hoorn 1993) contribuindo, desta forma, para reconstruções paleoambientais, mas principalmente para análises bioestratigráficas, conforme apresentado a seguir.

Hoorn (1993) destaca a diversidade palinológica da Formação Pebas/Solimões com a primeira proposta de biozoneamento para a formação a partir de amostras do testemunho 1AS-

4A-AM (Estado do Amazonas, Brasil), o que levou na identificação de cinco zonas com base em palinomorfos (*Verrutricolporites*, *Retitricolporites*, *Psiladiporites-Crototricolpites*, *Crassoretitriletes* e *Grimsdalea*) equivalentes ao Mioceno (Aquitânico ao Tortoniano).

Posteriormente, Hoorn (1994) a partir de novos dados sedimentológicos e palinológicos de diferentes afloramentos do Peru e Colômbia, além de definir o ambiente deposicional como flúvio-lacustre (Mioceno Médio-Superior) para a formação Pebas/Solimões, a autora correlaciona a estratigrafia das diferentes seções analisadas (Peru e Colômbia) com o testemunho 1AS-4A-AM (Estado do Amazonas, Brasil). Esta correlação permitiu determinar a idade dos afloramentos estudados, baseado na presença de espécies *index* de palinomorfos e consequentemente inseri-los nas palinozonas propostas anteriormente em Hoorn (1993). Dentre os afloramentos analisados por Hoorn (1994), Pebas corresponde a palinozona *Crassoretitriletes* (Mioceno Médio) e Indiana equivalente a palinozona *Psiladiporites-Crototricolites* (Mioceno Inferior- Mioceno Médio), ambos aqui estudados.

Wesselingh *et al.* (2006), suportados pelo biozoneamento palinológicos de Hoorn (1993), e utilizando os moluscos das mesmas amostras, propõem um biozoneamento para o grupo, identificando 12 zonas posicionadas entre o Eomioceno/Neomioceno: MZ1 *Aylacostoma ava*, MZ2 *Dyris denticulatus*, MZ3 restritas ao Eomioceno; MZ4 *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*, MZ6 *Onobops communis*, MZ7 *Dyris pebasensis*, MZ8 *Dyris lanceolatus*, MZ9 *Pachidon trigonalis*, MZ10 *Dyris mattii-Tryonia minuscula*, restritas ao Mesomioceno; MZ11 *Pachydon obliquus-Dyris megacarinata* e MZ12 *Dyris bicarinatus*, restritas ao Neomioceno.

Com as zonas reconhecidas, Wesselingh *et al.* (2006) determinaram a idade para cada afloramento analisado, entre os quais, Indiana é equivalente à Zona MZ4 *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*; Pebas equivalente à MZ7 *Dyris pebasensis*; Santa Elena à MZ8 *Dyris lanceolatus* e Buen Pasa equivalente à MZ5 *Diplodon indianensis*, todos restritas ao Mesomioceno.

Adicionalmente aos trabalhos de Hoorn (1993,1994) e Wesselingh *et al.* (2006), Muñoz-Torres *et al.* (2006) analisaram os ostracodes das mesmas amostras estudadas por estes autores, e propõem o primeiro biozoneamento com ostracodes para a Formação Pebas a partir de trinta e quatro seções locais dispersas entre Iquitos (Peru) e Benjamin Constant (Brasil). Os autores identificam cinco zonas: *Cyprideis aulakos* (final do Mioceno Inferior ao Mioceno Médio);

Cyprideis caraionae, *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis obliquosulcata* (Mioceno Médio); e *Cyprideis cyrtoma* (final do Mioceno Médio ao início do Mioceno Superior). Estas zonas correlacionam-se com as zonas palinológicas propostas por Hoorn (1993) e por Wesselingh *et al.* (2006a), com base em moluscos, configurando-se assim um modelo de zoneamento integrado para o Neógeno da Amazônia Ocidental.

Entretanto, Linhares *et al.* (2019) com base nos testemunhos 1AS-8-AM e 1AS-7D-AM, revisam os limites das zonas propostas por Muñoz-Torres *et al.* (2006). Segundo Linhares *et al.* (2019) a Zona *Cyprideis aulakos*, correspondente à palinozona *Crassoretitriteles* (Mioceno/Burdigaliano-Serravaliano), refere-se na verdade ao Mioceno Médio (Langhiano-Serravaliano), o que consequentemente alterou o limite da Zona *Cyprideis aulakos* (Muñoz-Torres *et al.* 2006); passando à corresponder às palinozonas *Psiladiporites-Crototricolpites/Crassoretitriteles*, com intervalo entre o final do Mioceno Inferior ao final do Mioceno Médio (Burdigaliano-Serravaliano).

Com a alteração dos limites da zona *Cyprideis aulakos* (= *Cyprideis sulcosigmoidales*), as demais zonas também sofreram modificações. A Zona *Cyprideis caraionae* antes restrita ao Mioceno Médio (Muñoz-Torres *et al.* 2006), tem seus limites ampliados para o intervalo Mioceno Médio (Serravaliano) a Mioceno Superior (Tortoniano), equivalente as palinozonas *Crassoretitriteles* e *Grimsdalea* (Hoorn *et al.* 1993).

A Zona *Cyprideis minipunctata* restrita anteriormente ao Mioceno Médio (Muñoz-Torres *et al.* 2006), tem seu limite superior ampliado para o final do Mioceno Superior (Tortoniano), correspondendo a palinozona *Grimsdalea* (Linhares *et al.* 2019). A Zona *Cyprideis cyrtoma* (final do Mioceno Médio a início do Mioceno Superior) passa a ser restrita ao Mioceno Superior (Tortoniano) e correspondente as palinozonas *Grimsdalea* e *Asteracea* (Linhares *et al.* 2019). Além disto, Linhares *et al.* (2019) propõem a Zona *Cyprideis paralela* restrita ao Mioceno Superior (Tortoniano) correspondente a palinozona *Asteracea*; a Zona *Cyprideis obliquosulcata* (Muñoz-Torres *et al.* 2006) não foi reconhecida pelos autores para o testemunho estudado.

Posteriormente, Medeiros *et al.* (2019) baseado na distribuição estratigráfica das espécies recuperadas no testemunho 1-AS-33-AM, propõem um biozoneamento local, e identificam três zonas incluindo uma nova zona: a Zona *Cyprideis caraionae* restrita ao Mioceno Médio (Serravaliano), como proposto por Muñoz-Torres *et al.* (2006), uma nova Zona *Cyprideis multiradiata* referente ao intervalo do final do Mioceno Médio ao início do Mioceno Superior

(Serravaliano-Tortoniano) e a Zona *Cyprideis sulcosigmoidales* referente ao Mioceno Superior (Tortoniano), esta correlacionada pelos autores com a Zona *Cyprideis cyrtoma* (Muñoz-Torres *et al.* 2006).

Vale ressaltar que alguns afloramentos aqui estudados têm idades previamente propostas com base em palinologia e moluscos (Hoorn 1993,1994, Wesselingh *et al.* 2006). O afloramento Pebas refere-se ao Mesomioceno, equivalente a palinozona *Crassoretitriletes* (Mioceno Médio) enquanto que Indiana compreende o intervalo Eomioceno ao Mesomioceno correspondente à palinozona *Psiladiporites-Crototricolites* (Mioceno Inferior ao Mioceno Médio). Em adição Wesselingh *et al.* (2006) inferem que Indiana equivale a Zona MZ4 *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*; Pebas equivale a MZ7 *Dyris pebasensis*; Santa Elena refere a MZ8 *Dyris lanceolatus* e Buen Pasa equivale a MZ5 *Diplodon indianensis*, todos restritas ao Mesomioceno.

Deste modo, visando inferir a idade dos afloramentos aqui estudados, da região de Iquitos (Peru) e correlacioná-los com as demais localidades previamente estudadas, utilizou-se como base o afloramento de Indiana; este afloramento é o único que apresenta perfil estratigráfico (Figura 7 e 8), com cinco amostras disponíveis, o que possibilitou um maior controle na distribuição estratigráfica das espécies. Para isto, verificou-se as associações de ostracodes por amostra (Apêndice C) e suas devidas distribuições estratigráficas na seção estudada. Além disto, procurou-se verificar as espécies guias das zonas de ostracodes seguindo o biozoneamento de Muñoz-Torres *et al.* (2006) e por Linhares *et al.* (2019), cujos limites temporais foram ajustados pelos últimos autores. Posteriormente, procurou-se verificar a associação de espécies das demais localidades estudadas procurando inferir a idade das mesmas (Apêndice C).

A seção de Indiana compreende dois intervalos de profundidade (I-14,5m a 19m; II-19m a 26m), o que resultou na identificação da espécie guia *Cyprideis caraionae* (Figura 7). Apesar da Zona *Cyprideis caraionae*, no caso deste afloramento, não ter o limite inferior reconhecido, o limite superior segue a atribuição cronoestratigráfica conforme proposta de Linhares *et al.* (2019). Assim sendo, a seguir são apresentadas as considerações cronoestratigráficas para cada afloramento estudado.

5.3.1 Afloramento Indiana

Para o afloramento Indiana foram reconhecidos dois intervalos cronoestratigráficos: intervalo I (14,5 a 19 metros) e intervalo II (19 a 26 metros).

O Intervalo I tem seu topo marcado pela extinção de *Cyprideis caraionae*. Na base deste intervalo temos o surgimento de *Cyprideis krsticae*; esta espécie é muito rara e não ocorre nas associações das zonas já definidas, com único registro anterior para a Formação Solimões por Purper & Pinto (1985). Deste modo, considera-se que o Intervalo I corresponde a Zona *Cyprideis caraionae* que de acordo com Linhares *et al.* (2019) tem seu topo marcado pela extinção de *Cyprideis caraionae* e relacionado ao limite Serravaliano/Tortoniano. Esta zona é delimitada na base e topo pelo primeiro surgimento de *Cyprideis schedogymnos*, não encontrada no presente estudo, e na extinção de *Cyprideis caraionae*, respectivamente sendo caracterizada como uma zona de amplitude concorrente inferindo início do Mioceno Médio *sensu* Muñoz-Torres *et al.* (2006). De acordo com Linhares *et al.* (2019) esta zona corresponde ao Serravaliano e correlaciona-se com a Zona *Crossoretitriteles* e *Grimsdalea* (Hoorn *et al.* 1993).

Além de *Cyprideis caraionae*, ocorrem ainda neste intervalo *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp. e *Perissocytheridea ornellasae*

O Intervalo II é marcado pela extinção de *Cyprideis caraionae* na base, e no topo pela extinção de *Cyprideis sulcosigmoidales*. Entretanto, apesar do topo deste intervalo ser delimitado pela extinção de *Cyprideis sulcosigmoidales*, esta espécie não constitui espécie guia que, de acordo com a literatura, tem ampla ocorrência estratigráfica, podendo se estender ao Tortoniano (Medeiros *et al.* 2019) .

Desta maneira, adota-se para este intervalo que o limite inferior tem correspondência cronoestratigráfica ao Serravaliano/Tortoniano, marcado pela extinção de *Cyprideis caraionae*, estendendo-se ao Tortoniano. De acordo com Muñoz-Torres *et al.* (2006) a Zona *Cyprideis minipunctata* tem sua base definida pela extinção de *Cyprideis caraionae* e o topo pela extinção da espécie que dá nome a biozona, não identificada em Indiana. Linhares *et al.* (2019) atribuem esta zona ao final do Mioceno Médio ao início do Mioceno Superior (Serravaliano/Tortoniano), equivalente a palinozona *Grimsdalea* (Hoorn 1993).

Além de *Cyprideis caraionae* e *Cyprideis sulcosigmoidales* ocorrem ainda neste intervalo *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis indianae* sp. nov., *Cypria aqualica*, *Penthesilenula olivencae*, *Macrocypris* sp., *Pelocypris zilchi* e *Perissocytheridea ornelasae*.

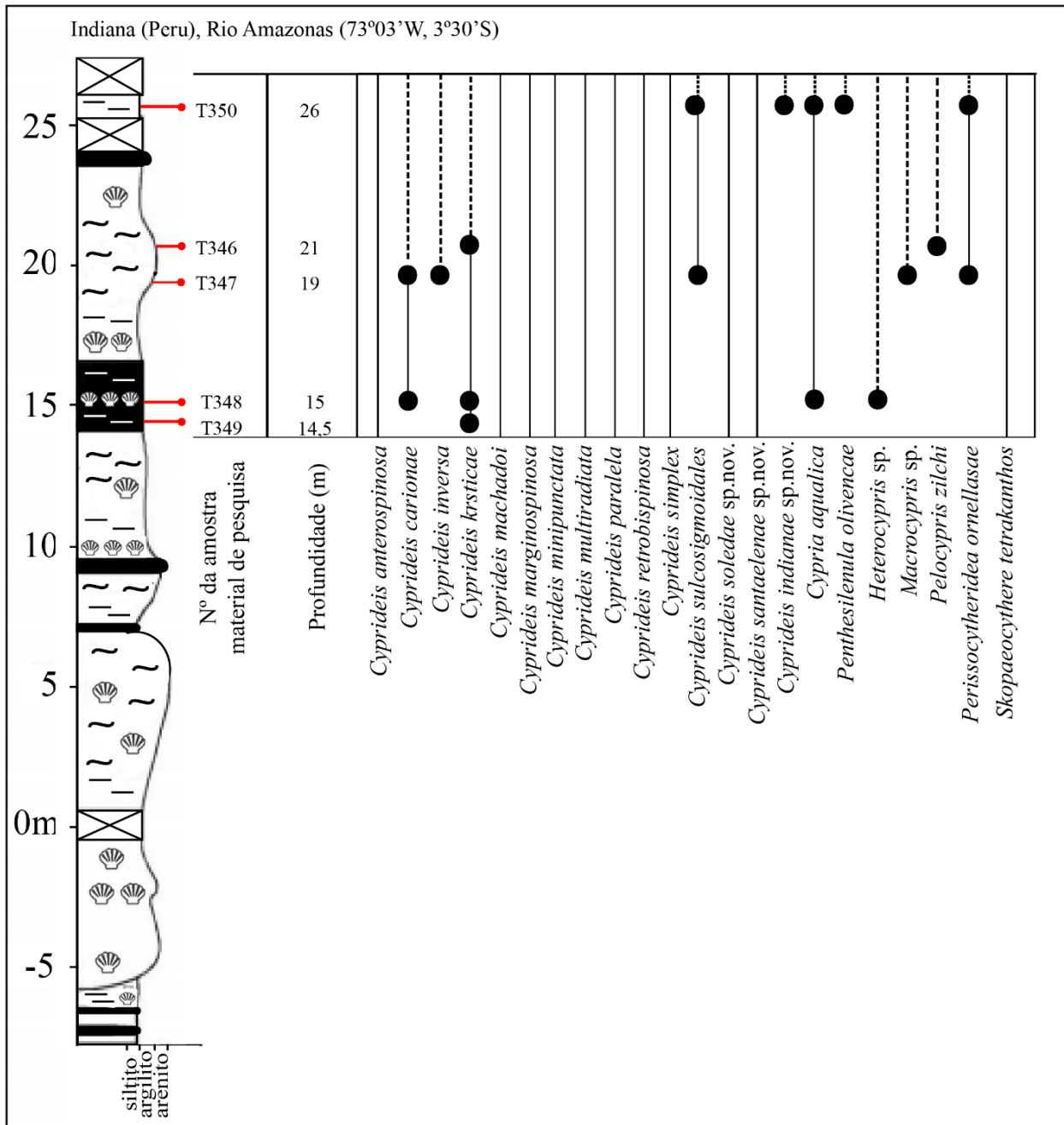


Figura 7- Perfil litológico do afloramento Indiana com destaque para as amostras analisadas. Modificado de Vonhof *et al.* (2003).

5.3.2 Propostas de limites para os demais afloramentos

Os demais afloramentos inseridos na área de estudo não possuem perfil estratigráfico que permita o controle estratigráfico das espécies analisadas. Entretanto são identificadas espécies guias que permitem inferir uma possível idade para estes afloramentos (Figura 8). As espécies guias identificadas são *Cyprideis carionae*, *Cyprideis minipunctata* e *Cyprideis paralela*.

Nos afloramentos Buen Pasa, St. Clotilde e Tarapoto, *Cyprideis caraionae* ocorre majoritariamente, associada a *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis indianae* sp. nov. e *Perissocytheridea ornellasae* (Apêndice C). *Cyprideis caraionae* tem uma distribuição estratigráfica restrita dando nome a zona correspondente e equivalente ao intervalo Serravaliano, de acordo com Linhares *et al.* (2019); Com base nesta espécie estes afloramentos foram correlacionados tentativamente correspondendo ao final do Mioceno Médio.

Afloramento Pebas é aqui correlacionado ao Tortoniano; este é o único em que ocorre *Cyprideis minipunctata*, espécie que denomina a Zona *Cyprideis minipunctata*. Segundo Muñoz-Torres *et al.* (2006) esta zona tem a base marcada pela extinção de *Cyprideis caraionae* e o topo marcado pela extinção de *Cyprideis minipunctata*. Desta maneira, correlaciona-se este afloramento ao intervalo cronoestratigráfico do Mioceno Médio mais superior ao Mioceno Superior mais inferior, equivalente a Zona *Cyprideis minipunctata* e à palinozona *Grimsdalea* (Linhares *et al.* 2019).

Neste afloramento, além de *Cyprideis minipunctata*, ocorrem ainda *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cyprideis indianae* sp. nov. e *Perissocytheridea ornellasae*.

Dentre as espécie-guias identificadas, no afloramento Soledad ocorre *Cyprideis paralela*, esta que dá nome a zona proposta por Linhares *et al.* (2019). Os autores propõem para a base desta zona a extinção de *Cyprideis cyrtoma* e o topo pela extinção *Cyprideis paralela*.

Deste modo, posiciona-se o afloramento Soledad no Mioceno Superior (Tortoniano), equivalente a Palinozona *Asteracea* (Linhares *et al.* 2019), baseando-se na extinção da espécie *Cyprideis paralela*. Além disto, a espécie ocorre associada à *Cyprideis simplex*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis soledae* sp. nov. e *Perissocytheridea ornellasae*; assim como na ocorrência rara de *Cyprideis retrobispinosa*.

Assim como no afloramento Soledad, *Cyprideis paralela* é a única espécie guia que ocorre no afloramento Santa Elena, onde está associada à *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis santaelenae* sp. nov., *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Perissocytheridea ornellasae* e *Skopaeocythere tetrakanthos*. A ocorrência simultânea de *Perissocytheridea ornellasae*, *Skopaeocythere tetrakanthos* com espécies do Gênero *Cyprideis* é destacada por Linhares *et al.* (2019) para a Zona *Cyprideis cyrtoma*; esta marcada na base pela extinção de *Cyprideis*

minipunctata e o topo pela extinção de *Cyprideis cyrtoma*, estas não identificadas neste afloramento. Deste modo, atribui-se pela associação destas espécies, além da presença de *Cyprideis paralela*, tentativamente para Santa Elena ao Tortoniano.

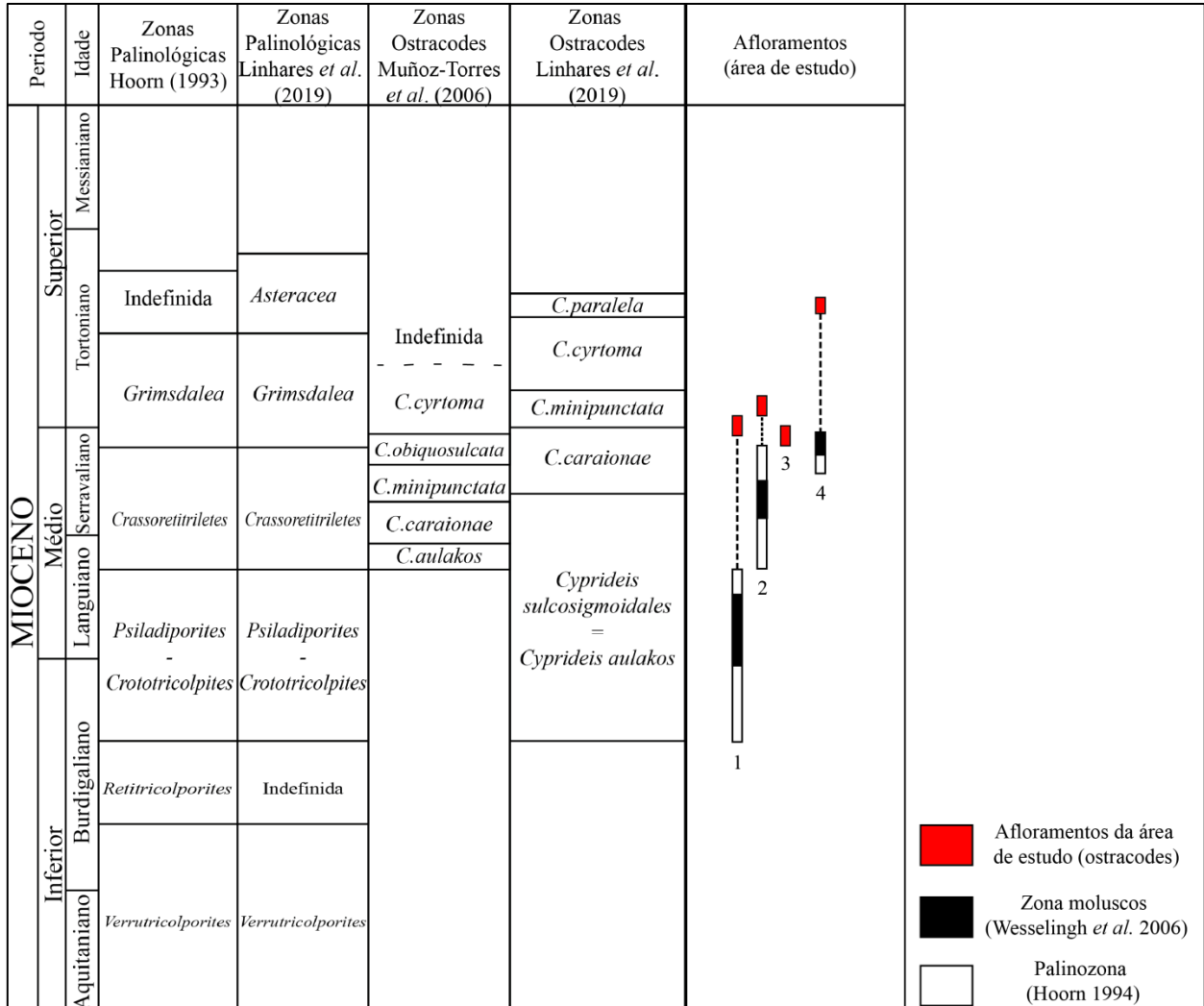


Figura 8- Distribuição estratigráfica dos afloramentos na área de estudo. (1) Indiana; (2) Pebas; (3) Buen Pasa, Tarapoto e St. Clotilde; (4) Santa Elena e Soledad. Modificado de Linhares *et al.* (2019), Vonhof *et al.* (2003) e Kaandorp *et al.* (2006).

Já o afloramento Paraiso possui somente a ocorrência de *Cyprideis sulcosigmoidales*. Esta espécie, sinonimizada com *Cyprideis aulakos* por Gross *et al.* (2014), tem uma ampla ocorrência estratigráfica ocorrendo desde o Mioceno Inferior ao Mioceno Superior (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Linhares *et al.* 2019). Entretanto, Medeiros *et al.* (2019) propõem uma zona com o nome desta espécie, com a base definida pela última ocorrência de *Cyprideis multiradiata* e topo pela última ocorrência de *Cyprideis sulcosigmoidales*, sendo esta zona equivalente ao Tortoniano. Deste modo, devido a ausência de espécies guias, assim como a única ocorrência de *Cyprideis sulcosigmoidales* e a ampla distribuição estratigráfica da espécie (Muñoz-Torres *et al.* 2006,

Linhares *et al.* 2019, Medeiros *et al.* 2019) fica impreciso inferir o intervalo cronoestratigráfico para este afloramento.

5.4 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

A ostracofauna da área de estudo é marcada pela predominância do Gênero *Cyprideis*, este encontrado em ambientes de diferentes salinidades, sendo comumente associado a um ambiente lacustre, uma vez que são mais abundantes e diversos neste ambiente (Wouters & Martens 2001, Wouters 2002). Whatley *et al.* (1998) atribui a elevada diversidade e predominância do gênero a um ambiente estável e de baixa energia, isolado de água salina. Os autores destacam ainda que a elevada salinidade da água não foi favorável para taxons não-marinhos nem para alguns táxons marinhos.

Entretanto Linhares *et al.* (2011) atribui a maior radiação do gênero a um ambiente influenciado por incursões marinhas (fluvio-lacustre), com mudança abrupta na taxa de salinidade. Os autores mencionam que as camadas com queda na salinidade refletiu diretamente na morfologia do gênero, como no surgimento de nódulos na superfície externa das valvas; por outro lado, as camadas que favoreceram taxons marinhos, como os foraminíferos inferem episódios de incursão marinha como previamente registrado para o Neógeno da Amazônia Ocidental (Wesselingh *et al.* 2002, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Gross *et al.* 2014, Boonstra *et al.* 2015).

Deste modo, no presente trabalho nota-se a ausência de nódulos na superfície externa do Gênero *Cyprideis*, assim como de foraminíferos nas amostras analisadas. Adicionalmente a comum ocorrência dos gêneros *Perissocytheridea* e *Skopaeocythere*, com o Gênero *Cyprideis*, indica taxas de salinidade mais elevadas, uma vez que estes gêneros são característicos de ambiente salobro, e comumente associados ao gênero (Whatley *et al.* 2000, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Gross & Piller 2020). Entretanto, a ocorrência de táxons característicos de ambiente salobre e/ou marinho marginal, por si só, não são indicativos de influência marinha (Gross *et al.* 2015).

Além disto, ocorrem raramente táxons dulcícolas (*Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Penthesilenula olivencae* e *Pelocypris zilchi*) aqui recuperados em péssimo estado de preservação que podem indicar ou não exposição subárea ou retrabalhamento. Curiosamente, Ramos (2006) documenta predominância táxons dulcícolas no topo da Formação Solimões (Região de

Eurinepé) co-ocorrendo com o Gênero *Cyprideis*, em um ambiente fluvio-lacustre de baixa energia. Wesselingh *et al.* (2002) inferem para a área de estudo, um ambiente lacustre com incursões marinhas restritas, que influenciou diretamente na diversidade e endemidade de moluscos e ostracodes, durante o Mioceno.

Com base na predominância e diversidade do Gênero *Cyprideis*, assim como na rara ocorrência de táxons dulcícolas (*Cypria*, *Heterocypris*, *Penthesilenula* e *Pelocypris*) e transicionais (*Peryssocytheridea* e *Skopaeocythere*) aqui recuperados, pode-se inferir que a área de estudo compreende ambiente predominantemente lacustre submetido às variações de salinidade, sem evidências de influência marinha; uma vez que a salinidade está diretamente relacionada com a condutividade elétrica e pressão osmótica, as quais variam no ambiente, principalmente pelas mudanças nas temperaturas e profundidade dos ambientes aquáticos (Keyser 2005, Meyer *et al.* 2016).

O Gênero *Cyprideis* é eurihalino, adaptado a viver em condições de salinidade variável relacionados à ciclos diários e/ou sazonais (Van Harten 2000). A sua adaptação ao stress causado pela salinidade envolve peculiaridades fisiológicas, caminhos metabólicos e configurações genéticas (Van Harten 1975, Sywla *et al.* 1995). Desta forma, o predomínio do gênero bem como a alta diversidade morfológica nos depósitos estudados, assim como nas demais localidades já apontadas na literatura, inferem mudanças nas taxas de salinidade associadas à variações sazonais nos depósitos lacustres do Neógeno normalmente influenciadas pelas taxas de precipitação e evaporação.

6 CONCLUSÕES

A análise taxonômica apresentada no presente estudo possui grande contribuição para a ostracofauna da Formação Pebas, principalmente no que se refere à descrição de novas espécies aqui identificadas; conseqüentemente a distribuição geográfica de ostracodes durante o Neógeno da Amazônia Ocidental auxilia nas correlações entre as diferentes localidades já estudadas. Assim, foi possível o reconhecimento de oito gêneros e vinte duas espécies de ostracodes recuperadas com três espécies novas aqui descritas: *Cyprideis indianae* sp. nov., *Cyprideis soledae* sp. nov., *Cyprideis santaelenae* sp. nov., além de *Cyprideis antrospinosa*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginospinosa*, *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis retrobispinosa*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp., *Pelocypris zilchi*, *Penthesilenula olivencae*, *Perissocytheridea ornellasae* e *Skopaeocythere tetrakanthos*.

A maioria das espécies tem ocorrência comum para a Formação Pebas e Solimões, demonstrando grande correlação entre as unidades; as espécies *Cyprideis antrospinosa*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis marginospinosa* e *Cyprideis retrobispinosa* tem aqui seu primeiro registro para a Formação Pebas.

Além da predominância e diversidade do Gênero *Cyprideis*, o estudo taxonômico permitiu verificar a ocorrência de variações intraespecíficas similares às variações observadas em algumas espécies do gênero previamente identificadas para a Formação Pebas e, sua correlata, a Formação Solimões. De modo geral, não foram encontradas espécies nodulares do Gênero *Cyprideis* no material recuperado, cuja ocorrência de nódulos está relacionada à redução de salinidade.

Dentre os afloramentos da área de estudo, Indiana se restringe ao intervalo Mesomioceno ao Neomioceno, diferente do proposto anteriormente a partir de dados palinológicos e moluscos, que equivalem este afloramento ao intervalo Eomioceno ao Mesomioceno.

O mesmo ocorre com os demais afloramentos com idades pré-estabelecidas a partir de dados palinológicos e de moluscos como Pebas restrita ao Mesomioceno, sendo aqui equivalente ao Neomioceno (Tortoniano); com base somente em moluscos Buen Pasa ao Mesomioceno (Languiano), aqui restrita ao Mesomioceno (Serravaliano); e Santa Elena restrita ao final do Mesomioceno (Serravaliano) aqui atribuída ao Neomioceno (Tortoniano). Enquanto os afloramentos Tarapoto e St. Clotilde ao Mesomioceno e Soledad ao Neomioceno, estes não

analisados em publicações anteriores. Dessa maneira, novos dados a respeito destes afloramentos podem esclarecer no que se refere às idades aqui inferidas.

A assemblagem de ostracodes e principalmente a predominância e diversidade do Gênero *Cyprideis* permitiram inferir que a área de estudo esta associada a um ambiente predominantemente lacustre. Variações temporais nas taxas de salinidade e stress ambiental nos depósitos lacustres do Neógeno influenciaram na morfologia do Gênero *Cyprideis* como na ocorrência esporádica de táxons de ambiente marinho marginal, como *Perissocytheridea* e *Skopaeocythere*; assim como dos taxons exclusivamente dulcícolas, tais como *Cypria*, *Heterocypris*, *Penthesilenula* e *Pelocypris*.

A ocorrência de diferentes táxons está diretamente relacionada a mudanças ambientais que a região foi submetida ao longo do tempo, como variações na taxa de subsidência, mudanças climáticas, variações no nível do mar, entre outros, logo nas variações de salinidade que influenciaram fortemente na variabilidade de táxons registrados na Amazônia Ocidental durante o Mioceno, entre eles os ostracodes do Gênero *Cyprideis*.

REFERÊNCIAS

- Antonie P. O., Abello M. A., Adnet S., Sierra A. J. A., Baby P., Billet G., Corfu F. 2016. A 60-million-year Cenozoic history of western Amazonian ecosystems in Contamana, eastern Peru. *Gondwana Research*, **31**, 30-59. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1342937X15002543>. Acesso em: 20/06/2018.
- Boonstra M., Ramos M.I.F., Lammertsma E.I., Antoine P.O., Hoorn C. 2015. Marine connections of Amazonia: evidence from foraminifera and dinoflagellate cysts (early to middle Miocene, Colombia/Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **417**: 176-194. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031018214005471>. Acesso em: 15/03/2018.
- Calderon Y., Baby P., Hurtado C., Brusset S. 2017. Thrust tectonics in the Andean retroforeland basin of northern Peru: Permian inheritances and petroleum implications. *Marine and Petroleum Geology*. Doi: 10.1016/j.marpetgeo.2017.02.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264817217300557>. Acesso em: 05/03/2018.
- Calves G., Calderón Y., Enriquez C.H., Brusset S., Santini W., Baby P. 2018. Mass balance of Cenozoic Andes-Amazon source to sink system-Marañón basin, Peru. Doi:10.3390/geosciences8050167. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324888721>. Acesso em: 16/05/2018.
- Caputo M.V. 1991. Solimões megashear: intraplate tectonics in northwestern Brazil. *Geology* (19): 246-249.
- DeCelles P.G. & Giles K.A. 1996. Foreland basin systems. *Basin Res* **8**: 105–123.
- Eude A., Roddaz M., Brichau S., Brusset S., Calderon Y., Baby P., Soula J.C. 2015. Controls on timing of exhumation and deformation in the northern Peruvian eastern Andean wedge as inferred from low-temperature thermochronology and balanced cross section: *Tectonics* **34** (4): 715-730. Doi: 10.1002/2014TC003641. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/274140933>. Acesso em: 10/04/2018.
- Decima A. 1964. Ostracodi del Gen. *Cyprideis* Jones del Neogene e del Quaternario italiani. *Palaeontographia Italica* **57**: 81–133
- Gabb W.M. 1868. Descriptions of new species of South American fossils. *American Journal of Conchology*, (4): 197-200.
- Gingras M.K., Räsänen M., Pemberton G.S., Romero L.P. 2002. Ichnology and sedimentology reveal depositional characteristics of bay-margin parasequences in the Miocene Amazonian foreland basin. *Journal of Sedimentary Research*, **72** (6): 871- 883.

- Gitter F, Gross M, Piller WE 2015. Subdecadal resolution in rediments of Late Miocene lake Pannon reveals speciation of *Cyprideis* (Crustacea, Ostracoda). PLoS ONE 10(4): e0109360. Doi:10.1371/journal.pone.0109360. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0109360>. Acesso em: 05/04/2018.
- Gliozzi E., Rodriguez-Lazaro J., Pipik R. 2016. The Neogene Mediterranean origin of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850). *Journal of Micropalaeontology*. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.6084/m9>. Acesso em: 25/03/2018.
- Gross M., Piller W.E., Ramos M.I., Paz J.D.S. 2011. 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., Caporaletti M., Piller W.E. 2013. Ostracods (Crustacea) and their palaeoenvironmental implications for the Solimões Formation (late Miocene, Western Amazonia/Brazil). *Journal of the South American Earth Sciences*, **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, 1–69.
- 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. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14772019.2015.1078850>. Acesso em: 25/03/2018.
- Gross M. & Piller W.E. 2020. Saline waters in Miocene Western Amazonia-an alternative View. *Front. Earth Sci.***8**:16. Doi: 10.3389/feart.2020.00116. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/337222041>. Acesso em: 10/04/2020.
- Hajek Tadesse V., Belak M., Sremac J., Vrsaljko D., Vacha L. 2009. Early Miocene ostracods of the Sadovi section (Mt Požeška Gora, Croatia). *Geologica Carpathica*, **60**: 251–262. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250166937>. Acesso em: 20/05/2018.
- Heip C 1976. The life-cycle of *Cyprideis torosa* (Crustacea, Ostracoda). *Oecologia* **24**: 229-245.
- Horn 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.
- Horn C. 1994a. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography* **109**: 1–54.
- Horn C. 1994b: An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon river system (Middle Late Miocene), NW Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**:187-238.

Hoorn C., Wesselingh, F.P., Hovikoski, J., Guerrero, J. 2010. The development of the Amazonian mega-wetland (Miocene, Brazil, Colombia, Peru, Bolívia). *In*: Hoorn C. & Wesselingh F. (eds) *Amazonia: landscape and species evolution, a look into the past*, chapter 8, p. 123-142. Wiley-Blackwell, Oxford.

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): e1601693. Disponível em: <http://advances.sciencemag.org/>. Acesso em: 25/07/2018.

Jones T.R. 1857. A monograph of the Tertiary Entomostraca of England. *Monograph of the Palaeontographical Society of London*, **9**: 1-55. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/46366#/summary>. Acesso em: 08/08/2018.

Kaandorp R.J.G., Wesselingh F.P., Vonhof H.B. 2006. Ecological implications from stable isotope records of Miocene western Amazonian bivalves. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 54-74. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981105001823>. Acesso em: 25/08/2018.

Kesling R.V. 1951. Terminology of ostracod carapaces. Michigan, University of Michigan. *Contributions from the Museum of Paleontology*, **9** (4): 93-171.

Keyser D. 1978. Ecology and zoogeography of recent brackishwater Ostracoda (Crustacea) from south-west Florida. *In*: Löffler H, Danielopol DL (eds) *Aspects of ecology and zoogeography of recent and fossil ostracoda*. Junk, The Hague, p. 207–222.

Keyser D. 2005. Histological peculiarities of the nodding process in *Cyprideis torosa* (Jones) (Crustacea, Ostracoda). *Hydrobiologia*, **538**: 95–106. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-004-4940-x>. Acesso em: 25/08/2018.

Keyser D. & Aladin N. 2004. Nodding in *Cyprideis torosa* and its causes. *Stud. Quaternaria* **2**: 19–24.

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. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825210000140>. Acesso em: 26/04/2018.

Liebau A. 2005. A revised classification of higher taxa of the Ostracoda (Crustacea). *Hydrobiologia*, **538**: 115–137.

Ligos S. & Gliozzi E. 2012. The genus *Cyprideis* Jones, 1857 (Crustacea, Ostracoda) in the Neogene of Italy: a geometric morphometric approach. *Revue de Micropaléontologie*, **55**: 171-207.

Linhares A.P., Ramos M.I.F., Gross M., Piller W.E. 2011. Evidence for marine influx during the Miocene in southwestern Amazonia, Brazil. *Geologia Colombiana* **36**: 91–104.

- 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*.
- Mathalone J.M.P. & Montoya M.R. 1995. Petroleum geology of the subAndean basins of Peru. In: Tankard AJ, Suarez-Soruco R, Welsink HJ (eds). *Petroleum basins of South America*. Houston (MA): aapg; p.423-444.
- Medeiros C.G., Do Carmo D.A., Antonieto L.S., Boush L.E.P. 2019. The ostracods from Solimões Formation, Brazil: an alternative biostratigraphic zonation for the Neogene of Amazonia. *A journal of the Brazilian Society of Paleontology*, **22**(2):97-105. Doi:10.4072/rbp.2019.2.02. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/337600147>. Acesso em: 15/09/2019.
- Medici M.C., Ceci M.E., Gliozzi E. 2011. Early Pliocene brackish freshwater ostracoda from the Valdesa Basin (Tuscany, Central Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. (Vol.117, N°03, pp.473-500).
- Meyer J., Wrozyzna C., Gross M., Leis A., Piller W.E. 2016. Morphological and geochemical variations of *Cyprideis* (Ostracoda) from modern waters of the northern Neotopics. Doi:10.1007/s10201-016-0504-9. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5524871/>. Acesso em: 24/05/2018.
- Monsch K.A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **143**: 31-50.
- Muñoz-Torres F., Whatley R.C, Harten D. van. 1998. The endemic non-marine Miocene ostracod fauna of the Upper Amazon basin. *Revista Espanhola de Micropaleontologia*, **30** (3): 89-105.
- Muñoz-Torres F.A., Whatley R.C., Van Harten D. 2006. Miocene ostracod (Crustacea) biostratigraphy of the Upper Amazon basin and the *Cyprideis* genus evolution. *J S Am Earth Science* **21**: 75–86.
- Nuttal C.P. 1990. A review of the Tertiary non marine molluscan faunas of the pebasian and other inland basins of forth-western South America. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, **45** (2): 165-371.
- Parra F.J., Navarrete R.E., di Pasquo M.M., Roddaz M., Calderón Y., Baby P. 2019. Neogene palynostratigraphic zonation of the Marañon basin, Western Amazonia, Peru, Palynology.
- PARSEP 2001. Final report on the Huallaga basin and adjacent area, the hydrocarbon potential of NE Peru Huallaga, Santiago and Marañón basins study: (Perupetro report). Lima.

- Purper I. 1977. Histórico e comentários sobre a paleontologia e idade da Formação Pebas. *Pesquisas*, **8**: 7-32.
- Purper I. 1979. Cenozoic ostracodes of the Upper Amazon basin, Brazil. *Pesquisas*, **12**: 209-281.
- Purper I. & Pinto I.D. 1983. New genera and species of ostracodes of the Upper Amazon basin, Brasil. *Pesquisas*, **15**: 113-126.
- Purper I. & Pinto I.D. 1985. New data and new ostracodes from Pebas Formation – upper Amazon basin. *Série Geologia, Seção Paleontologia e Estratigrafia*, **27**:427–434.
- Purper I. & Ornellas L.P. 1991. New ostracodes of the endemic fauna of the Pebas Formation, Upper Amazon basin, Brazil. *Pesquisas*, **18**: 25-30.
- Ramos M.I.F. 2006. Ostracods from the Neogene Solimões Formation (Amazonas, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **21** (1–2), 87–95.
- Räsänen M.E, Linna A., Irion G., Rebata L.A, Vargas R., Wesselingh F. 1998. Geología y geoformas de la zona de Iquitos. In: Kalliola R.& Flores Paitán S. (ed.). *Geoecología y desarrollo Amazónico: estudio integrado en la zona de Iquito, Peru*. *Annales Turkuensis (AII)*114: 59-137.
- Rebata L.A., Gingras M.K., Räsänen M.E., Barberi M. 2006. Tidal channel deposits on a delta plain from the Upper Miocene Nauta Formation, Marañón foreland sub-basin, Peru. *Sedimentology* **53**: 971–1013.
- Roddaz M., Baby P., Brusset S., Hermoza W., Darrozes J.M. 2005. Forebulge dynamics and environmental control in Western Amazonia: The case study of the arch of Iquitos (Peru). *Tectonophysics* **399**: 87–108.
- Roddaz M., Hermoza W., Mora A., Baby P., Parra M., Christophoul F., Brusset S., Espurt N. 2010. Cenozoic sedimentary evolution of the Amazonian foreland basin system. In: Hoorn, C., Wesselingh, F.P. (ed.). *Amazonia, Landscape and Species Evolution: A Look into the Past*. Wiley-Blackwell, Oxford, p. 61-88.
- 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. (ed.). *Developments in quaternary sciences*. Oxford, UK, Elsevier, p. 1-14.
- Salas-Gismondi R., Flynn J.J., Baby P., Tejada-Lara J., Wesselingh F.P., Antoine P.-O. 2015. A Miocene hyperdiverse crocodylian community reveals peculiar trophic dynamics in proto Amazonian mega-wetlands. *Proceedings of the Royal Society B*.
- Sandberg P.A. 1964. The ostracod genus *Cyprideis* in the Americas. *Acta Universitatis Stockholmiensis*, **12**: 1-178.
- Sanchez A.F., Chira J.F., Romero D.F., De la Cruz J.W., Herrera I.T., Cervante J.G., Monge R.M., Valencia M.M., Cuba A.M. 1999. Geología de los cuadrángulos de Puerto Arturo, Flor de Agosto, San Antonio del Estrecho, Nuevo Perú, San Felipe, Río Algodón, Quebrada Airambo, Mazán, Francisco de Orellana, Huanta, Iquitos, Río Maniti, Yanashi, Tamshiyacu, Río Tamshiyacu, Buenjardín, Ramón Castilla, Río Yavarí-Mirín e Buenavista. Serie A: Carta Geologica Nacional, vol. 132. INGEMMET, Lima.

- Sheppard L.M., Bate R.H. 1980. Plio-Pleistocene ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru. *Palaeontology*, **23**: 97-124.
- Sheppard G.e., Muller R.D., Liu L., Gurnis M. 2010. Miocene drainage reversal of the Amazon river driven by plate-mantle interaction. *Nature Geoscience*, **3**: 870-875:1-15.
- Smith A. J. & Horne D. J. 2002. Ecology of marine, marginal marine and nonmarine ostracodes. In: Holmes, J.A. Chivas, A.R. (ed.). *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, Geophysical Monograph 131*. Washington: D.C., American Geophysical Union, p.37-64.
- Swain F.M. 1998. *Ostracoda from the Pliocene? Pebas Formation at Iquitos, Peru*. Disponível em: http://www.geo.umn.edu/people/profs/swain/iquitos_peru.pdf. Acesso em: 10/03/2018.
- Sywula T., Glazewska I., Whatley R.C., Mognilevsky A. 1995. Genetic differentiation in the brackish-water ostracod *Cyprideis torosa*. *Marine Biology*, **121**: 647–653.
- Tibert N. E., Colin J.P., Leckie R.M., Babinot J.F. 2003. Revision of the ostracod genus *Fossocytherideia* Swain and Brown 1964: Mesozoic ancestral root for the modern eurytopic *Cyprideis* Jones. *Micropaleontology*, **49** (3): 205-230. Disponível em: https://www.geo.umass.edu/faculty/leckie/Fossocytheridea_Micropaleo_2003.pdf. Acesso em: 11/08/2018
- Van den Bold W.A. 1976. Distribution of species of the tribe Cyprideidini (Ostracoda, Cytherideidae) Van den Bold, W.A. 1976. Distribution of species of the tribe Cyprideidini (Ostracoda, Cytherideidae).
- Van Harten D. 1975. Size and environmental salinity in the modern euryhaline ostracod *Cyprideis torosa* (Jones, 1850), a biometrical study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **17**: 35–48.
- Van Harten D. 2000. Variable nodding in *Cyprideis torosa* (Ostracoda, Crustacea): an overview, experimental results and a model from catastrophe theory. In: Horne D.J. & Martens K. (eds) Evolutionary biology and ecology of ostracoda. *Hydrobiologia*, **419**: 131–139
- Vonhof H.B., Wesselingh F.P., Gringas G.K. 1998. Reconstruction of the Miocene western Amazonian aquatic system using molluscan isotopic signatures. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **141**: 85-93.
- Vonhof H.B., Wesselingh F.P., Kaandorp R.J.G., Davies G.R., van Hinte J.E., Guerrero J. *et al.* 2003. *Paleogeography of Miocene Western Amazonia*: isotopic composition of molluscan shells constrains the influence of marine incursions. *Geol Soc Am Bull* **115**: 983–993
- Wanderley M. D. 2010. Técnicas de preparação de microfósseis. In: Carvalho I.S (ed.). *Paleontologia: conceitos e métodos*. Rio de Janeiro, Interciência, p.387-395.
- Wesselingh F.P., Räsänen M.E., Irion G., Vonhof H.B., Kaandorp R.J.G., Renema W., Romero-Pittman I., Gringras M.K., 2002. Lake Pebas: a palaeo-ecological reconstruction of a Miocene long-lived lake complex in Western Amazonia. *Cenozoic Research*, **1**:35-81.

- Wesselingh F.P., Guerrero J., Räsänen M.E., Romero P.L., Vonhof H.B. 2006a. *Landscape evolution and depositional processes in the Miocene Pebas lake/wetland system: evidence from exploratory boreholes in northeastern Peru. Scripta Geologica* **133**: 323–361.
- 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. (ed.). *Amazonia: landscape and species evolution, a look into the past*, chapter 8, p. 302–316, Wiley-Blackwell, Oxford.
- Whatley R.C., Muñoz-Torres F., Van Harten D. 1998. The Ostracoda of an isolated Neogene saline lake in the western Amazon Basin. *Bulletin du Centres de Recherches Elf Exploration-Production, Memoires*, **20**: 231-245.
- Whatley R.C., Muñoz-Torres F., Van Harten D. 2000. *Skopaeocythere*: a minute new limnocytherid (Crustacea, Ostracoda) from the Neogene of the Amazon basin. *Ameghiniana*, **37** (2): 163–167.
- Wouters K. 2002. On the distribution of *Cyprideis torosa* (Jones) (Crustacea, Ostracoda) in Africa, with the discussion of a new record from the Seychelles. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Biologie*, **72**: 131–140. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301831183>. Acesso em: 15/05/2018.
- Wouters K. 2016. On the modern distribution of the euryhaline species *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (Crustacea, Ostracoda). *Journal of Micropalaeontology*, **36**: 21-30. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301831183>. Acesso em: 15/05/2018.
- Wouters K. & Martens K. 1994. Contribution to the knowledge of the *Cyprideis* species flock (Crustacea: Ostracoda) of lake Tanganyika, with the description of three new species. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, **64**: 111–128. Disponível em: http://biblio.naturalsciences.be/rbins-publications/bulletin-of-the-royal-belgian-institute-of-natural-sciences-biologie/64-1994/biologie-1994-64_111-128.pdf. Acesso em: 15/05/2018.
- Wouters K. & Martens K. 1999. Four new species of the *Cyprideis* species flock (Crustacea: Ostracoda) of lake Tanganyika. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, **69**: 67–82. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283679404>. Acesso em: 15/05/2018.
- Wouters K. & Martens K. 2001. On the *Cyprideis* species flock (Crustacea, Ostracoda) in lake Tanganyika, with the description of four new species. *Hydrobiologia*, **450**: 111–127. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1017547523121>. Acesso em: 15/05/2018.

APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES EM ORDEM CRONOLÓGICA E DAS ESPÉCIES DE *CYPRIDEIS* JÁ REGISTRADAS PARA O NEÓGENO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL.

Espécies	Publicações																		
	Purper 1977, 1979	Sheppard & Bate 1980	Purper & Pinto 1983	Purper & Pinto 1985	Purper & Ornellas 1991	Muñoz-Torres <i>et al.</i> 1998	Whatley <i>et al.</i> 1998	Muñoz-Torres <i>et al.</i> 2006	Swain 1998	Ramos 2006	Ramos <i>et al.</i> 2009	Wesselingh & Ramos 2010	Linhares <i>et al.</i> 2011	Gross <i>et al.</i> 2013	Gross <i>et al.</i> 2014	Linhares <i>et al.</i> 2017	Linhares <i>et al.</i> 2019	Medeiros <i>et al.</i> 2019	Gross & Piller 2020
<i>C. amazonica</i>	■					■						■			■				
<i>C. anterospinosa</i>					■														
<i>C. caraionae</i>				■		■	*						■				*	■	*
<i>C. curucaae</i>			■			■							■		■				■
<i>C. cyrtoma</i>						■	*					■			■		*	*	■
<i>C. graciosa</i>	■				■	■				■	■	■	■	■				■	
<i>C. inversa</i>																			
<i>C. ituiiae</i>															■				■
<i>C. kotziana</i>					■											■			
<i>C. kroemmelbeini</i>	■														■				
<i>C. krsticiae</i>				■															
<i>C. longispina</i>	■					■				■		■	■	■					
<i>C. machadoi</i>	■			■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■
<i>C. marginuspinosa</i>					■														
<i>C. matorae</i>															■				
<i>C. minipunctata</i>					■	■	*								■		*		*
<i>C. multiradiata</i>	■			■		■									■			■	*
<i>C. munoztorresi</i>															■				■
<i>C. obliquosulcata</i>						■	*									*			
<i>C. olivencai</i>	■					■						■	■	■	■	■	■	■	■
<i>C. paralela</i>																		*	
<i>C. pebasae</i>	■					■				■		■	■	■	■	■	■	■	■
<i>C. p. colombiaensis</i>		■							■										
<i>C. reticulopunctata</i>		■													■				
<i>C. retrobispinosa</i>			■																
<i>C. schedogymnos</i>						■									■				
<i>C. simplex</i>		■	■	■	■	■									■			■	■
<i>C. sulcosigmoidales</i>	■					■	*		■				■		■		*	■	*

Nota: *C. pebasae* sinônima de *C. lacrimata* e *C. sulcosigmoidales* sinônima de *C. aulakos*. Espécies com (*) são zonas identificadas pelos autores.

APÊNDICE D- (ESTAMPAS DE 1 A 9)

Estampa 1

Fig. 01-04: *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas (1991)

01 e 02: Fêmea, valva direita, vista interna e externa (MPEG-FAB-01).

03: Margem dorsal, elementos da charneira (MPEG-FAB-01).

04: Valva direita, margem posterior, detalhe do espinho posterior (MPEG-FAB-01).

Fig. 05-29: *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto (1985)

05 e 06: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-02).

07 e 08: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-05).

09 e 10: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-03).

11 e 12: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-06).

13 e 14: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-04).

15 e 16: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-07).

17: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-08).

18: Macho, vista dorsal (MPEG-FAB-15).

19: Detalhe da charneira da Fig. 14 (MPEG-FAB-04).

20: Detalhe dos dentículos da margem anterior da Fig. 16 (MPEG-FAB-07).

21: Detalhe dos dentículos da margem anterior da Fig. 16 (MPEG-FAB-07).

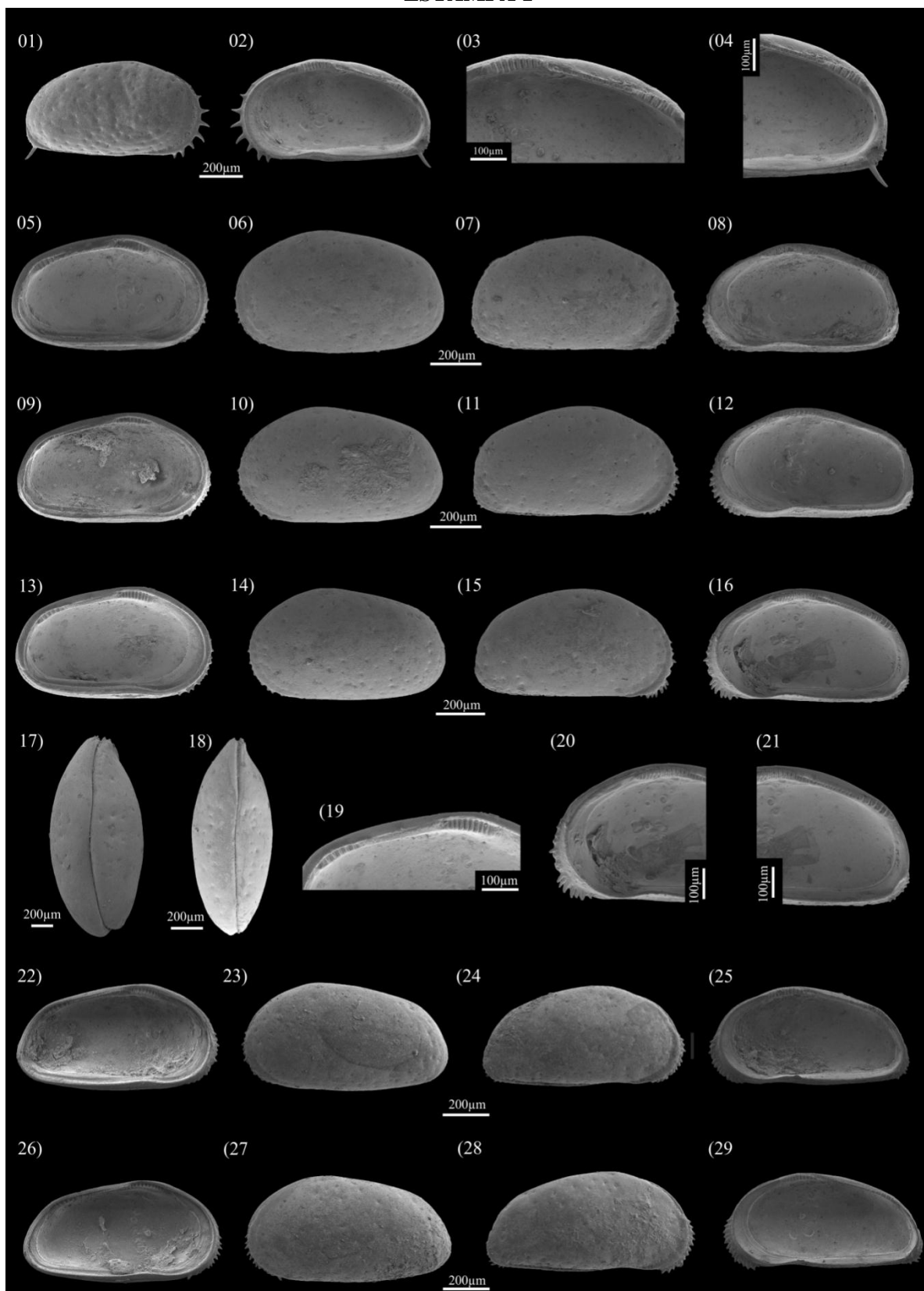
22 e 23: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-09).

24 e 25: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-12).

26 e 27: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-10).

28 e 29: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-13).

ESTAMPA 1



Estampa 2

Fig. 01-06: *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto (1985)

01 e 02: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-11).

03 e 04: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-14).

05: Detalhe dos dentículos da margem posterior da Fig. 28, Estampa 01 (MPEG-FAB-13).

06: Detalhe dos dentículos da margem anterior da Fig. 28, Estampa 01 (MPEG-FAB-13).

Fig. 07-13: *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983)

07: Macho, vista dorsal (MPEG-FAB-18).

08: Macho, vista dorsal (MPEG-FAB-17).

09: Macho, carapaça, vista lateral da valva esquerda da fig. 08 (MPEG-FAB-17).

10 e 11: Macho, valva esquerda, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-16).

12: Detalhe do poro canal da Fig. 10 (MPEG-FAB-16).

13: Detalhe da impressão muscular da Fig. 11 (MPEG-FAB-16).

Fig. 14-29: *Cyprideis krsticae* Purper & Pinto (1985)

14 e 15: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-19).

16 e 17: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-24).

18 e 19: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-20).

20 e 21: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-25).

22 e 23: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-21).

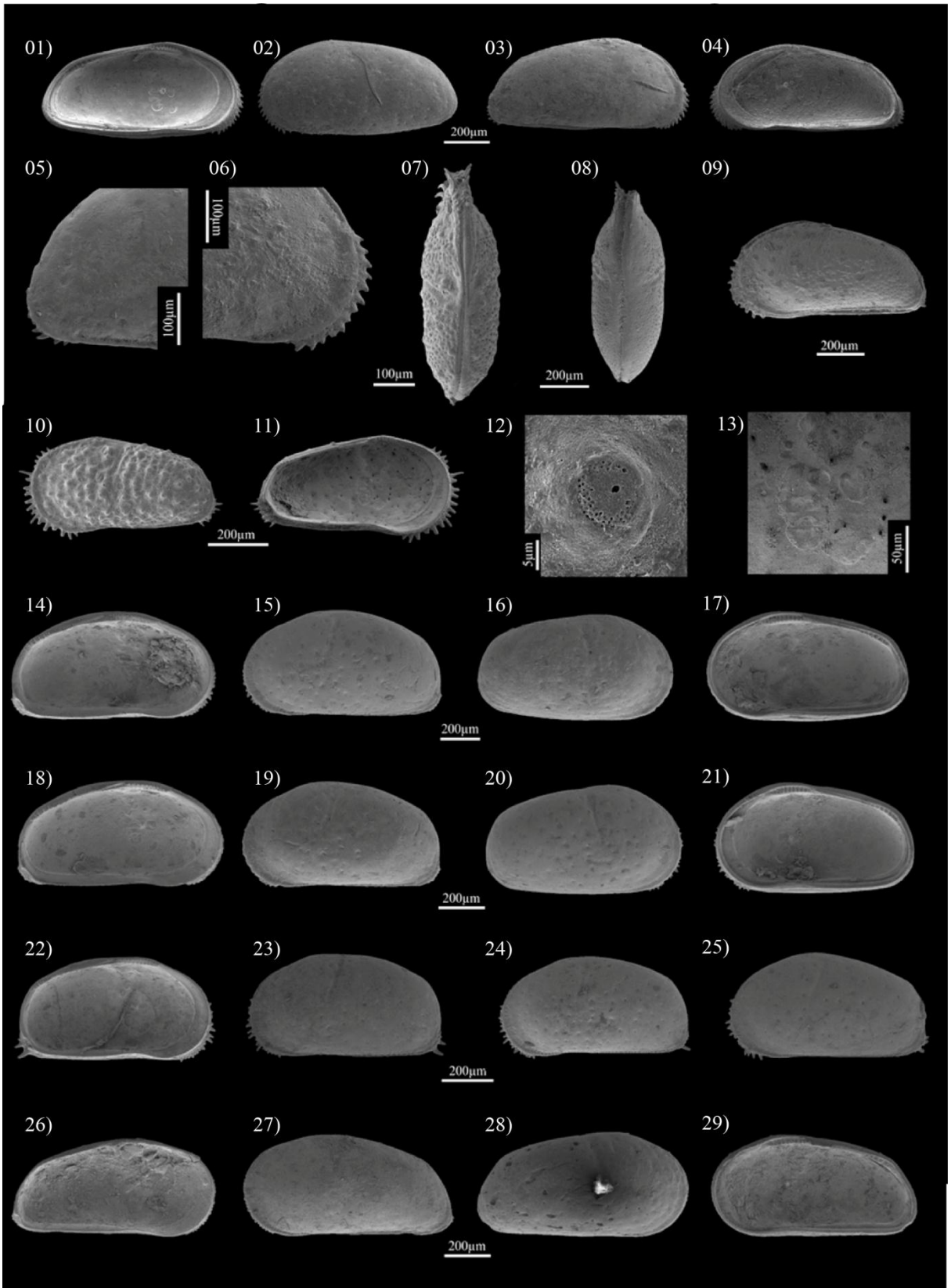
24: Fêmea, valva direita, vista externa (MPEG-FAB-22).

25: Fêmea, valva direita, vista externa (MPEG-FAB-23).

26 e 27: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-26).

28 e 29: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-30).

ESTAMPA 2



Estampa 3

Fig. 01-12: *Cyprideis krsticae* (Purper & Pinto, 1985)

01 e 02: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-27).

03 e 04: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-31).

05 e 06: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-28).

07 e 08: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-29).

09: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-32).

10: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-33).

11: Macho, vista dorsal (MPEG-FAB-34).

12: Macho, vista dorsal (MPEG-FAB-35).

Fig. 13-32: *Cyprideis machadoi* (Purper 1979)

13 e 14: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-36).

15 e 16: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-39).

17 e 18: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-37).

19 e 20: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-40).

21 e 22: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-38).

23 e 24: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-41).

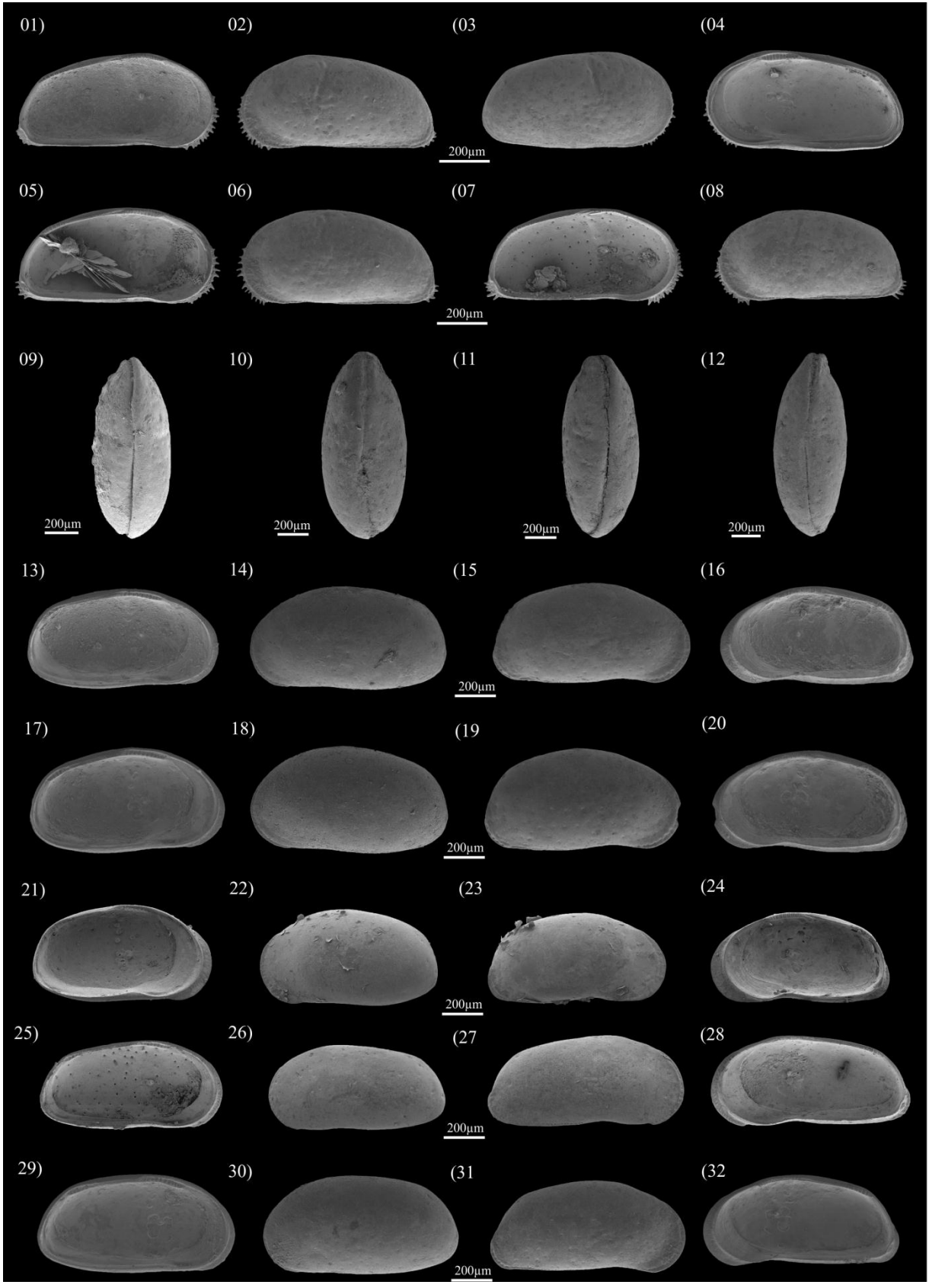
25 e 26: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-42).

27 e 28: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-45).

29 e 30: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-43).

31 e 32: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-46).

ESTAMPA 3



Estampa 4

Fig. 01-10: *Cyprideis machadoi* (Purper 1979)

01 e 02: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-44).

03 e 04: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-47).

05: Detalhe da margem posterior da Fig. 21, Estampa 3 (MPEG-FAB-38).

06: Detalhe da margem anterior da Fig. 21, Estampa 3 (MPEG-FAB-38).

07: Detalhe da margem anterior da Fig. 22, Estampa 3 (MPEG-FAB-38).

08: Detalhe da margem posterior da Fig. 22, Estampa 3 (MPEG-FAB-38).

09: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-48).

10: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-49).

Fig. 11-32: *Cyprideis marginuspinosa* (Purper & Ornellas 1991)

11 e 12: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-50).

13 e 14: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-52).

15 e 16: Fêmea, esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-51).

17 e 18: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-53).

19 e 20: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-54).

21 e 22: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-57).

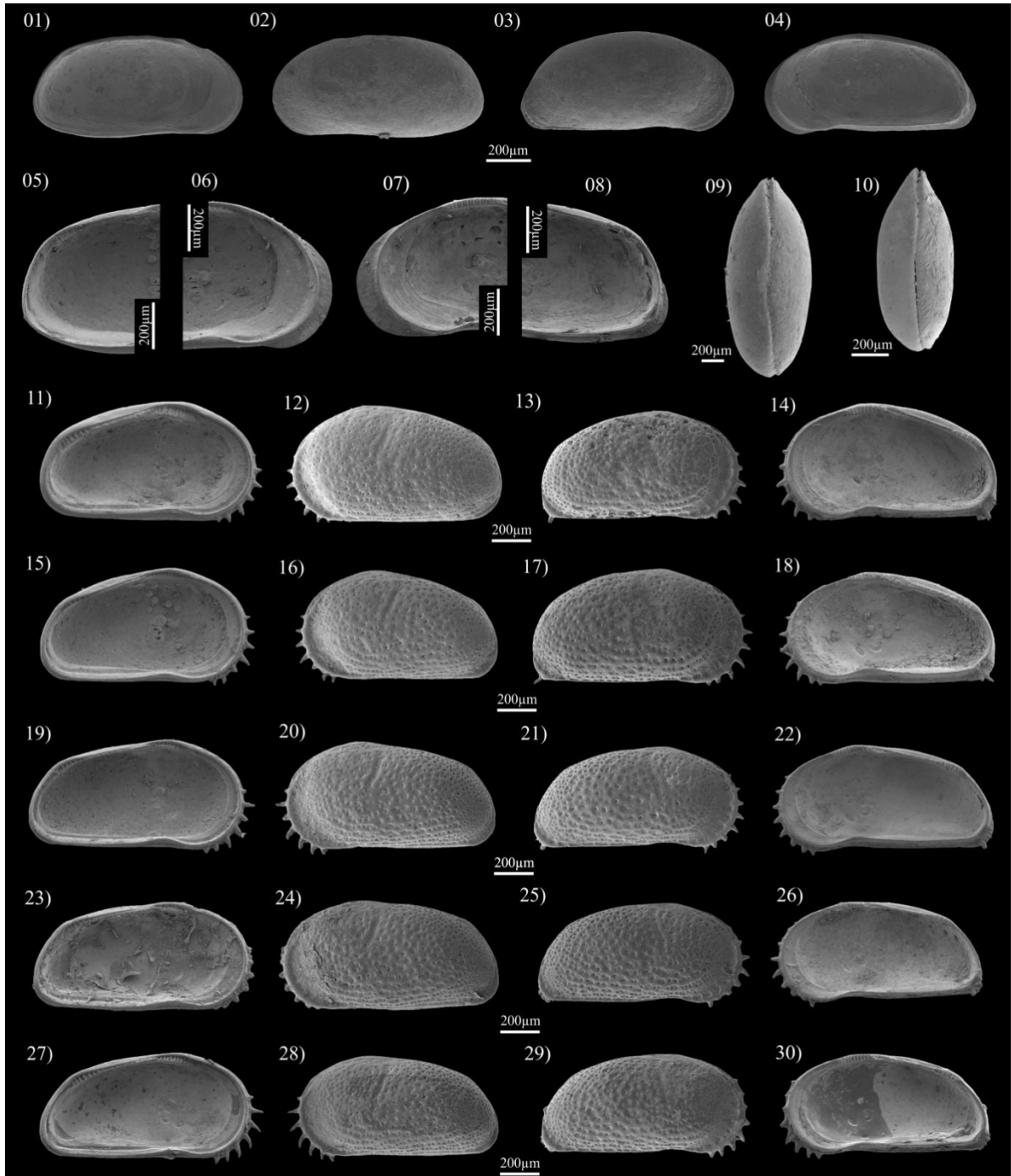
23 e 24: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-55).

25 e 26: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-58).

27 e 28: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-56).

29 e 30: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-59).

ESTAMPA 4



Estampa 5

Fig. 01-16: *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991)

01 e 02: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-64).

03 e 04: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-66).

05 e 06: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-65).

07 e 08: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-67).

09 e 10: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-68).

11 e 12: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-70).

13 e 14: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-69).

15 e 16: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-71).

Fig. 17-30: *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979)

17 e 18: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-72).

19 e 20: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-73).

21 e 22: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-74).

23 e 24: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-75).

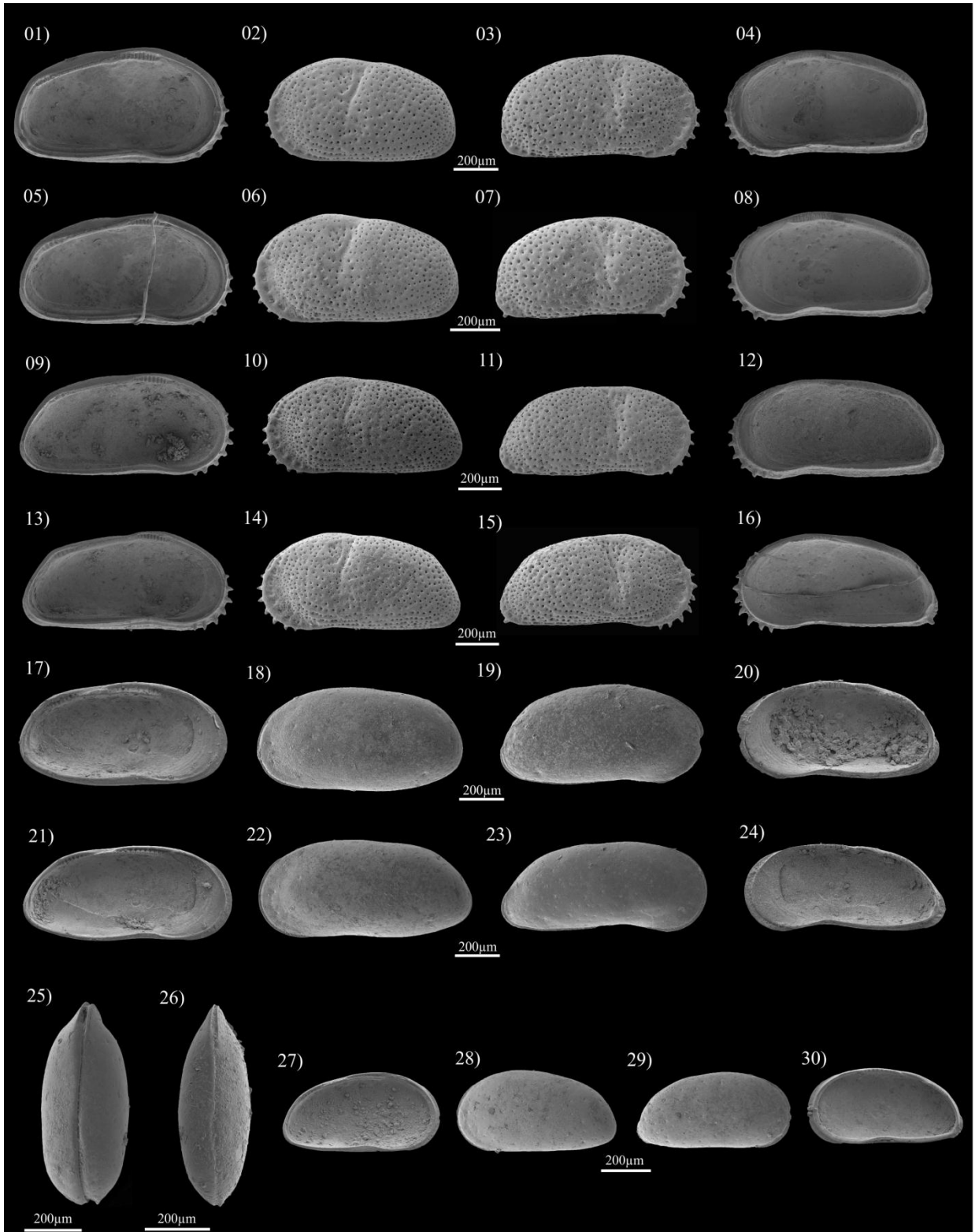
25: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-76).

26: Macho, vista dorsal (MPEG-FAB-77).

27 e 28: Valva esquerda, vista interna e vista externa, Juvenil (MPEG-FAB-78).

29 e 30: Valva direita, vista externa e vista interna, Juvenil (MPEG-FAB-79).

ESTAMPA 5



Estampa 6

Fig. 01-04: *Cyprideis paralela* (Purper 1979)

01: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-80).

02: Fêmea, valva esquerda e vista externa da Fig. 01 (MPEG-FAB-80).

03: Fêmea, valva direita e vista externa da Fig. 01 (MPEG-FAB-80).

04: Detalhe da margem posterior da Fig. 02 (MPEG-FAB-80)

Fig. 05-08: *Cyprideis retrobispinosa* (Purper 1983)

05 e 06: Macho, valva esquerda, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-81).

07: Detalhe da margem anterior da Fig. 05 (MPEG-FAB-81).

08: Detalhe da margem posterior da Fig. 05 (MPEG-FAB-81).

Fig. 09-12: *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980)

09 e 10: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-82).

11 e 12: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-83).

Fig. 13-28: *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979)

13 e 14: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-84).

15 e 16: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-87).

17 e 18: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-85).

19 e 20: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-88).

21 e 22: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-86).

23 e 24: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-89).

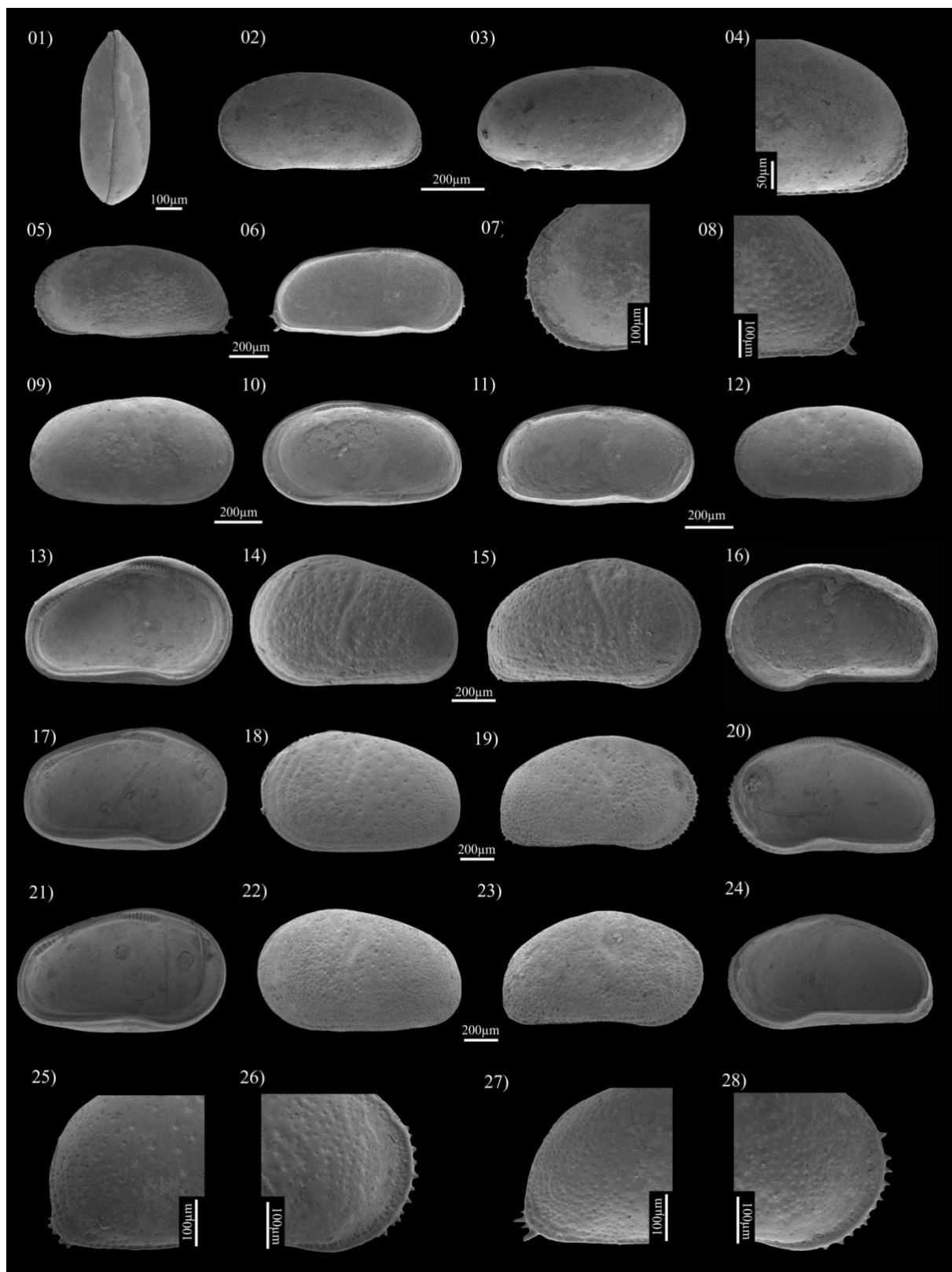
25: Detalhe da margem posterior da Fig. 15 (MPEG-FAB-87).

26: Detalhe da margem anterior da Fig. 15 (MPEG-FAB-87).

27: Detalhe da margem posterior da Fig. 11, Estampa 7 (MPEG-FAB-95).

28: Detalhe da margem anterior da Fig. 11, Estampa 7 (MPEG-FAB-95).

ESTAMPA 6



Estampa 7

Fig. 01-16: *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979)

01 e 02: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-90).

03 e 04: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-93).

05 e 06: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-91).

07 e 08: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-94).

09 e 10: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-92).

11 e 12: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-95).

13 e 14: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-96).

15 e 16: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-97).

Fig. 17-28: *Cyprideis indianae* sp. nov.

17 e 18: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-98).

19 e 20: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-102).

21: Fêmea, valva esquerda, vista externa (MPEG-FAB-99).

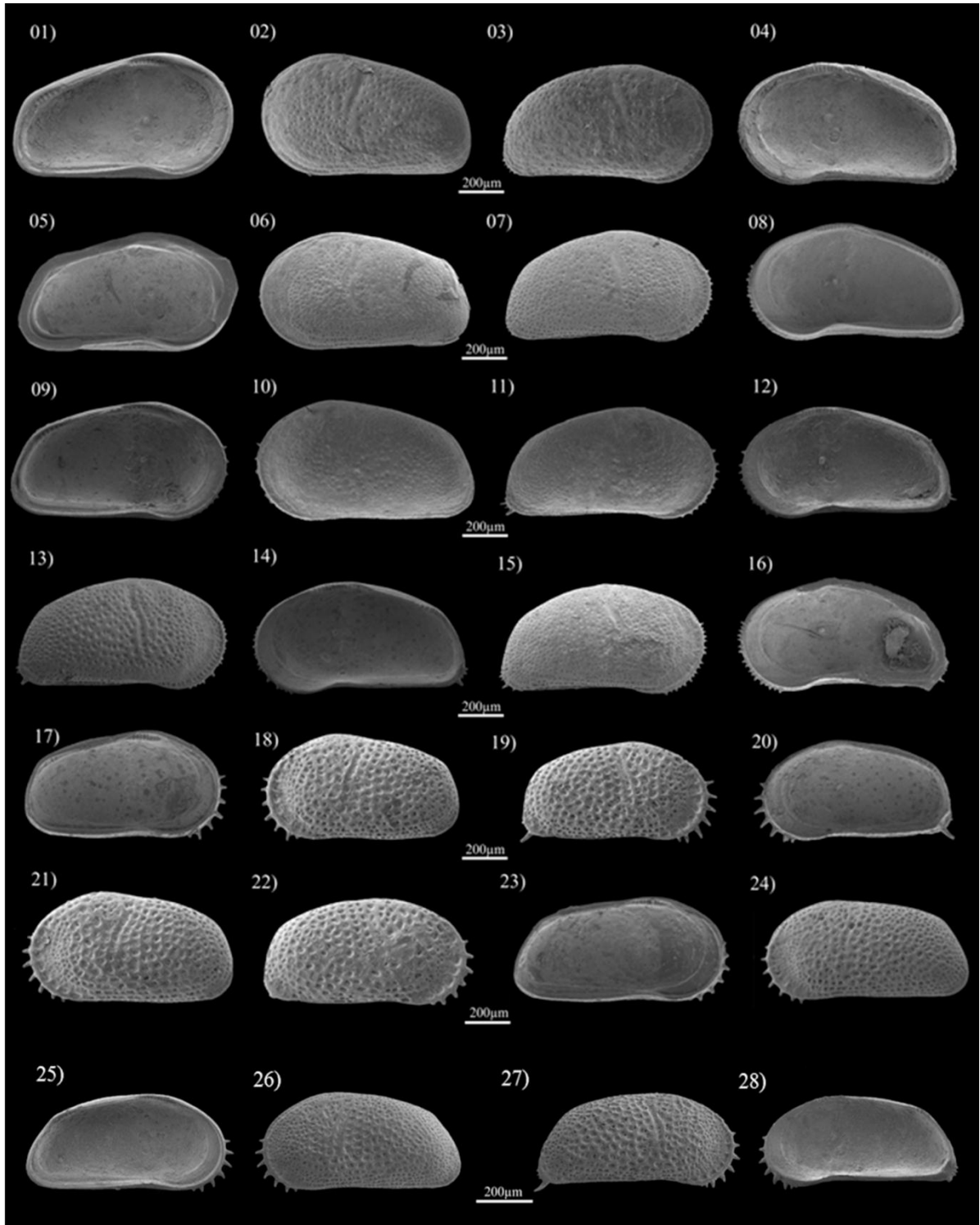
22: Fêmea, valva direita, vista externa (MPEG-FAB-103).

23 e 24: Macho, valva esquerda, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-100).

25 e 26: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-101).

27 e 28: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-104).

ESTAMPA 7



Estampa 8

Fig. 01-14: *Cyprideis soledae* sp. nov.

01 e 02: Fêmea, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-105).

03 e 04: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-108).

05 e 06: Fêmea, valva esquerda, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-106).

07 e 08: Fêmea, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-109).

09 e 10: Macho, valva esquerda e vista externa (MPEG-FAB-107).

11 e 12: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-110).

13 e 14: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-111).

Fig. 15-32: *Cyprideis santaelenae* sp. nov.

15 e 16: Fêmea, valva direita e vista externa (MPEG-FAB-116).

17 e 18: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-112).

19 e 20: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-117).

21 e 22: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-113).

23 e 24: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-118).

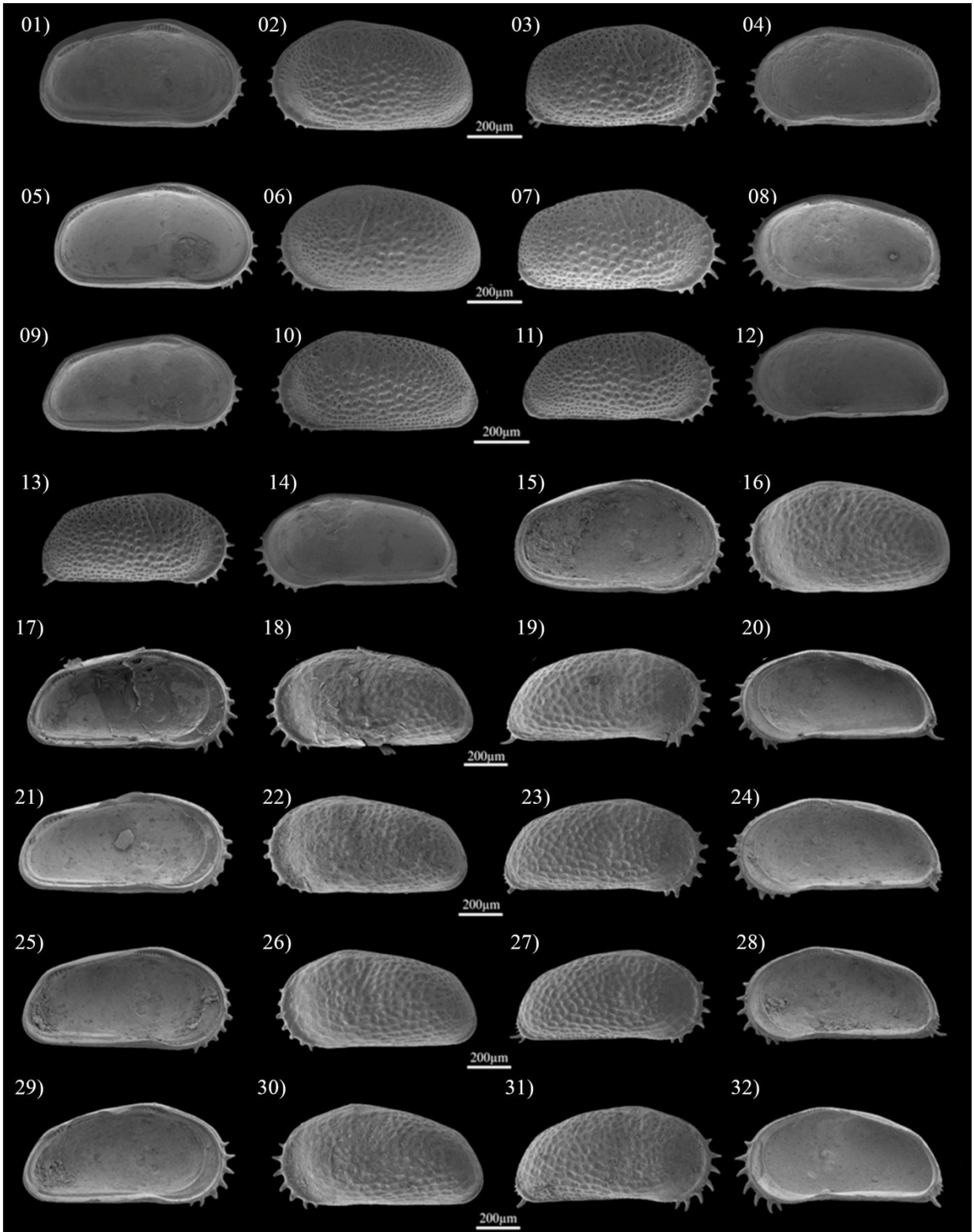
25 e 26: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-114).

27 e 28: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-119).

29 e 30: Macho, valva esquerda, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-115).

31 e 32: Macho, valva direita, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-120).

ESTAMPA 8



ESTAMPA 9

Fig. 01-03: *Cypria aqualica* Sheppard & Bate 1980

01: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-121).

02: Fêmea, valva esquerda e vista interna (MPEG-FAB-121).

03: Fêmea, valva direita e vista interna (MPEG-FAB-121).

Fig. 04: *Penthesilenula olivencae* (Purper 1979)

04: Macho, valva direita e vista externa (MPEG-FAB-122).

Fig. 05-07: *Heterocypris* sp.1

05: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-123).

06: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-124).

07: Macho, valva direita e vista externa (MPEG-FAB-125).

Fig. 08: *Macrocypris* sp.

08: Macho, valva direita e vista externa (MPEG-FAB-126).

Fig. 09-12: *Pelocypris zilchi* Triebel 1953

09 e 10: Valva direita, vista interna e vista externa (MPEG-FAB-127).

11 e 12: Valva esquerda, vista externa e vista interna (MPEG-FAB-128).

Fig. 13-16: *Perissocytheridea ornellasae* Purper, 1979

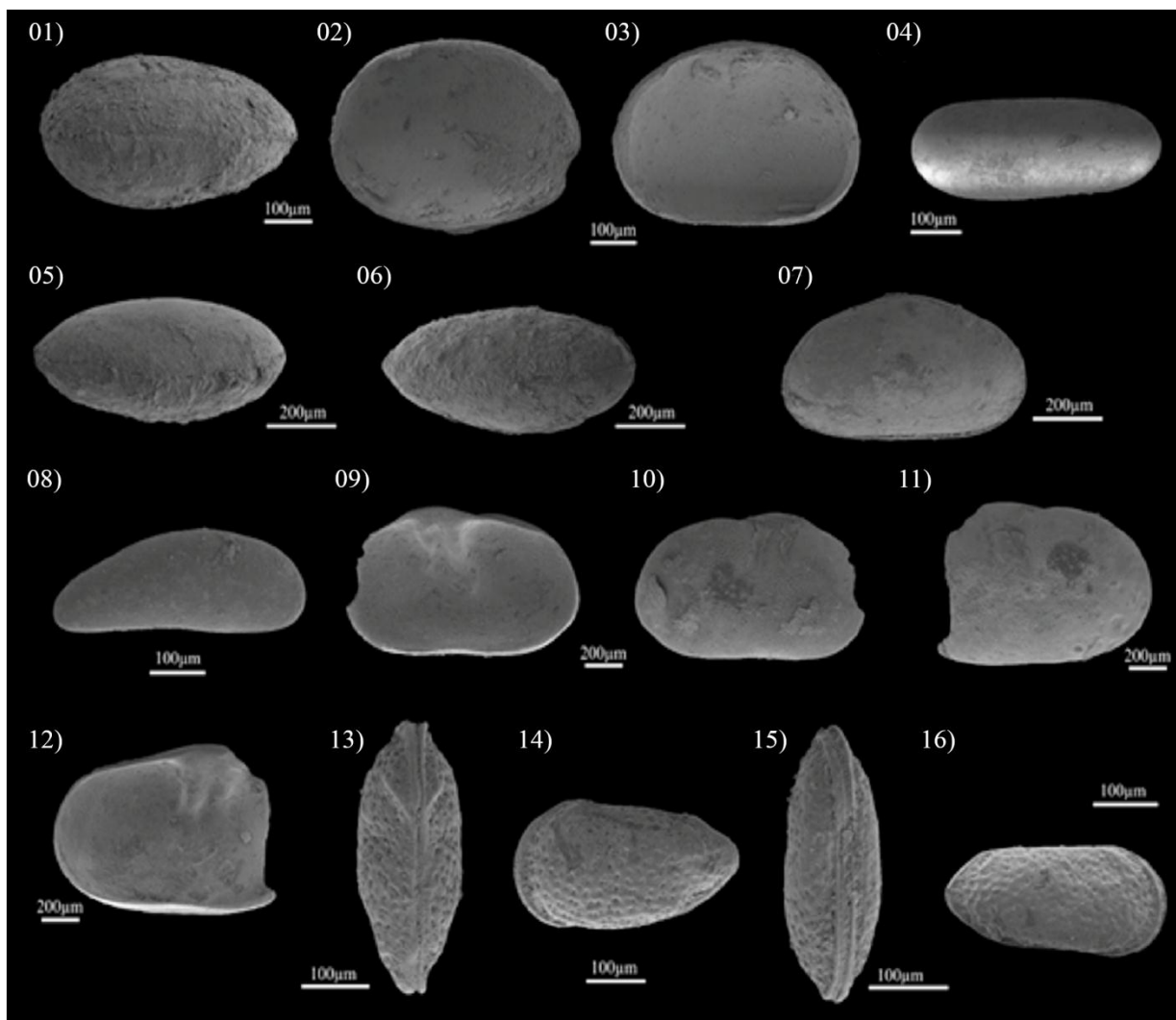
13: Fêmea, vista dorsal (MPEG-FAB-129).

14: Fêmea, valva esquerda e vista externa (MPEG-FAB-129).

15: Macho, vista ventral (MPEG-FAB-130).

16: Macho, valva esquerda e vista externa (MPEG-FAB-130).

ESTAMPA 09



APÊNDICE E- MEDIDAS DOS ESPÉCIMES FIGURADO

(continua)

Espécie	Valva	Registro	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Afloramento/ amostra
<i>C. anterospinosa</i>	VD/♀	MPEG-FAB-01	0,84	0,46	-	St. Elena (T488)
<i>C. caraionae</i>	VE/♀	MPEG-FAB-02	0,83	0,49	-	Indiana (T348)
		MPEG-FAB-03	0,79	0,45	-	Indiana (T348)
		MPEG-FAB-04	0,82	0,46	-	Tarapoto (859)
	VD/♀	MPEG-FAB-05	0,79	0,44	-	Indiana (T348)
		MPEG-FAB-06	0,74	0,41	-	Indiana (T348)
		MPEG-FAB-07	0,81	0,44	-	Tarapoto (859)
	C/♀	MPEG-FAB-08	0,82	0,48	0,39	St. Clotilde (T881)
	VE/♂	MPEG-FAB-09	0,88	0,46	-	Indiana (T350)
		MPEG-FAB-10	0,84	0,44	-	Indiana (T350)
		MPEG-FAB-11	0,88	0,44	-	Indiana (T350)
	VD/♂	MPEG-FAB-12	0,85	0,43	-	Indiana (T350)
		MPEG-FAB-13	0,84	0,41	-	Indiana (T350)
		MPEG-FAB-14	0,83	0,41	-	Indiana (T350)
	C/♂	MPEG-FAB-15	0,86	0,45	0,36	Buen Pasa (T899)
	<i>C. inversa</i>	VE/♂	MPEG-FAB-16	0,62	0,32	-
C/♂		MPEG-FAB-17	0,81	0,41	0,29	Indiana (T347)
		MPEG-FAB-18	0,58	0,30	0,22	St. Elena (T488)
<i>C. krsticae</i>	VE/♀	MPEG-FAB-19	0,87	0,46	-	Tarapoto (859)
		MPEG-FAB-20	0,82	0,44	-	Tarapoto (859)

(continuação)

Espécie	Valva	Registro	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Afloramento/ amostra
<i>C. krsticae</i>	VE/♀	MPEG-FAB-21	0,82	0,44	-	Tarapoto (859)
		MPEG-FAB-22	0,91	0,48	-	Tarapoto (859)
		MPEG-FAB-23	0,83	0,45	-	Tarapoto (859)
	VD/♀	MPEG-FAB-24	0,92	0,50	-	Tarapoto (859)
		MPEG-FAB-25	0,87	0,45	-	Tarapoto (859)
	VE/♂	MPEG-FAB-26	0,80	0,39	-	Indiana (T348)
		MPEG-FAB-27	0,94	0,45	-	Tarapoto (859)
		MPEG-FAB-28	0,90	0,43	-	Tarapoto (859)
		MPEG-FAB-29	0,94	0,47	-	Tarapoto (859)
	VD/♂	MPEG-FAB-30	0,89	0,44	-	Indiana (T348)
		MPEG-FAB-31	0,94	0,48	-	Tarapoto (859)
	C/♀	MPEG-FAB-32	0,84	0,46	0,36	Buen Pasa (898)
		MPEG-FAB-33	0,87	0,43	0,39	Indiana (T348)
	C/♂	MPEG-FAB-34	0,84	0,46	0,35	Indiana (T348)
MPEG-FAB-35		0,91	0,48	0,35	Indiana (T348)	
<i>C. machadoi</i>	VE/♀	MPEG-FAB-36	0,96	0,50	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-37	0,93	0,50	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-38	1,11	0,62	-	Pebas (T421)
	VD/♀	MPEG-FAB-39	0,97	0,49	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-40	0,95	0,49	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-41	1,14	0,58	-	St. Elena (T488)

(continuação)

Espécie	Valva	Registro	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Afloramento/ amostra
<i>C.machadoi</i>	VE/♂	MPEG-FAB-42	1,07	0,51	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-43	1,09	0,54	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-44	1,03	0,50	-	Soledad (T821)
	VD/♂	MPEG-FAB-45	1,05	0,48	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-46	1,08	0,51	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-47	1,05	0,48	-	Soledad (T821)
	C/♀	MPEG-FAB-48	0,82	-	0,36	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-49	0,98	0,51	0,41	Pebas (T421)
	VE/♀	MPEG-FAB-50	0,93	0,54	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-51	0,89	0,50	-	St. Elena (T488)
	VD/♀	MPEG-FAB-52	0,90	0,49	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-53	0,93	0,50	-	St. Elena (T488)
VE/♂	MPEG-FAB-54	1,09	0,55	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-55	1,06	0,53	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-56	1,04	0,52	-	St. Elena (T488)	
VD/♂	MPEG-FAB-57	1,06	0,52	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-58	1,06	0,52	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-59	0,98	0,48	-	St. Elena (T488)	
C/♀	MPEG-FAB-60	0,82	-	0,36	St. Elena (T488)	
C/♂	MPEG-FAB-61	0,90	-	0,38	St. Elena (T488)	
<i>C.marginuspinosa</i>	VE/♂	MPEG-FAB-62	1,07	0,51	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-63	1,09	0,54	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-64	1,03	0,50	-	Soledad (T821)
	VD/♂	MPEG-FAB-65	1,05	0,48	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-66	1,08	0,51	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-67	1,05	0,48	-	Soledad (T821)
	C/♀	MPEG-FAB-68	0,82	-	0,36	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-69	0,98	0,51	0,41	Pebas (T421)
	VE/♀	MPEG-FAB-70	0,93	0,54	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-71	0,89	0,50	-	St. Elena (T488)
	VD/♀	MPEG-FAB-72	0,90	0,49	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-73	0,93	0,50	-	St. Elena (T488)
VE/♂	MPEG-FAB-74	1,09	0,55	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-75	1,06	0,53	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-76	1,04	0,52	-	St. Elena (T488)	
VD/♂	MPEG-FAB-77	1,06	0,52	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-78	1,06	0,52	-	St. Elena (T488)	
	MPEG-FAB-79	0,98	0,48	-	St. Elena (T488)	
C/♀	MPEG-FAB-80	0,82	-	0,36	St. Elena (T488)	
C/♂	MPEG-FAB-81	0,90	-	0,38	St. Elena (T488)	

(continuação)

Espécie	Valva	Registro	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Afloramento/ amostra
<i>C.minipunctata</i>	C/♂	MPEG-FAB-62	0,71	-	0,32	Pebas (T421)
	C/♀	MPEG-FAB-63	0,93	0,45	0,39	Pebas (T421)
	VE/♀	MPEG-FAB-64	0,79	0,43	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-65	0,82	0,43	-	Pebas (T421)
	VD/♀	MPEG-FAB-66	0,75	0,39	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-67	0,76	0,41	-	Pebas (T421)
	VE/♂	MPEG-FAB-68	0,90	0,44	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-69	0,91	0,44	-	Pebas (T421)
	VD/♂	MPEG-FAB-70	0,88	0,41	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-71	0,88	0,42	-	Pebas (T421)
<i>C. multiradiata</i>	VE/♀	MPEG-FAB-72	0,81	0,41	-	St. Elena (T488)
	VD/♀	MPEG-FAB-73	0,78	0,38	-	St. Elena (T488)
	VE/♂	MPEG-FAB-74	0,85	0,39	-	St. Elena (T488)
	VD/♂	MPEG-FAB-75	0,82	0,36	-	St. Elena (T488)
	C/♀	MPEG-FAB-76	0,83	-	0,36	St. Elena (T488)
	C/♂	MPEG-FAB-77	0,81	-	0,29	St. Elena (T488)
	Juvenil	MPEG-FAB-78	0,64	0,32	-	St. Elena (T488)
	Juvenil	MPEG-FAB-79	0,62	0,30	-	St. Elena (T488)
<i>C.paralela</i>	C/♀	MPEG-FAB-80	0,65	0,32	0,26	Pebas (T421)

(continuação)

Espécie	Valva	Registro	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Afloramento/ amostra
<i>C.retrobispinosa</i>	VE/♂	MPEG-FAB-81	1,00	0,48	-	Soldedad (T821)
<i>C.simplex</i>	VD/♀	MPEG-FAB-82	0,85	0,44	-	Soledad (T821)
	VE/♂	MPEG-FAB-83	0,79	0,40	-	Soledad (T821)
<i>C. sulcosigmoidales</i>	VE/♀	MPEG-FAB-84	1,01	0,63	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-85	1,09	0,64	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-86	1,07	0,64	-	Pebas (T421)
	VD/♀	MPEG-FAB-87	1,03	0,63	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-88	1,07	0,63	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-89	1,05	0,63	-	Pebas (T421)
	VE/♂	MPEG-FAB-90	1,10	0,64	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-91	1,19	0,67	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-92	0,92	0,50	-	Indiana (T350)
	VD/♂	MPEG-FAB-93	1,09	0,62	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-94	1,16	0,63	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-95	0,96	0,48	-	Indiana (T350)
		MPEG-FAB-96	1,09	0,56	-	Indiana (T350)
		MPEG-FAB-97	1,15	0,62	-	Pebas (T421)
	<i>Cyprideis indianae</i> sp. nov.	VE/♀	MPEG-FAB-98	0,76	0,41	-
MPEG-FAB-99			0,73	0,39	-	Pebas (T421)

(continuação)

Espécie	Valva	Registro	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Afloramento/ amostra
<i>Cyprideis indianae</i> sp. nov.	VD/♀	MPEG-FAB-102	0,84	0,45	-	Pebas (T421)
		MPEG-FAB-103	0,80	0,42	-	Pebas (T421)
	VE/♂	MPEG-FAB-100	0,92	0,45	-	Pebas (T421)
	VE/♂	MPEG-FAB-101	0,80	0,39	-	Indiana (T350)
	VD/♂	MPEG-FAB-104	0,76	0,35	-	Indiana (T350)
<i>Cyprideis soledae</i> sp. nov.	VE/♀	MPEG-FAB-105	0,89	0,48	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-106	0,81	0,44	-	Soledad (T821)
	VD/♀	MPEG-FAB-108	0,86	0,46	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-109	0,89	0,46	-	Soledad (T821)
	VE/♂	MPEG-FAB-107	1,02	0,51	-	Soledad (T821)
	VD/♂	MPEG-FAB-110	0,97	0,46	-	Soledad (T821)
		MPEG-FAB-111	0,98	0,48	-	Soledad (T821)
<i>Cyprideis santaelenae</i> sp. nov.	VD/♀	MPEG-FAB-116	0,77	0,43	-	St. Elena (T488)
	VE/♂	MPEG-FAB-112	0,92	0,45	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-113	0,91	0,45	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-114	0,90	0,45	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-115	0,90	0,45	-	St. Elena (T488)
	VD/♂	MPEG-FAB-117	0,90	0,42	-	St. Elena (T488)
		MPEG-FAB-118	0,90	0,42	-	St. Elena (T488)

						(conclusão)
<i>Cyprideis santaelenae</i> sp. nov.	VD/♂	MPEG- FAB-119	0,85	0,41	-	St. Elena (T488)
		MPEG- FAB-120	0,87	0,43	-	St. Elena (T488)

APÊNDICE F – ARTIGO - TAXONOMIC STUDY OF THE GENUS *CYPRIDEIS*, PEBAS FORMATION, IQUITOS REGION, PERU.

Neste apêndice está anexado o artigo que será submetido para a revista “ZOOTAXA”.
Artigo redigido segundo as normas da revista.

TAXONOMIC STUDY OF THE GENUS *CYPRIDEIS*, PEBAS FORMATION, IQUITOS REGION, PERU

FABRICIA SILVA DE SOUSA¹, MARIA INÊS FEIJÓ RAMOS²

¹ Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Brazil; E-mail: fabsiva26@yahoo.com.br

² Museu Paraense Emílio Goeldi, Campus de Pesquisa, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Av. Perimetral, cx. Postal 399, 1901, Belém, PA, Brazil ; E-mail: mramos@museu-goeldi.br

Abstract

The Neogene of the Ocidental Amazonia is an important period due to the high abundance and diversity of the biota, as well as by the high endemism, as in the Ostracoda. The taxonomic analysis of the ostracods from Pebas Formation, Iquitos region, Peru, allowed to recognize eight genera (*Cyprideis*, *Cypria*, *Penthesilenula*, *Heterocypris*, *Macrocypris*, *Pelocypris*, *Perissocytheridea* and *Skopaeocythere*), which *Cyprideis* is the most dominant; we identified nineteen species, besides three new species as follow: *C. anterospinosa*, *C. caraionae*, *C. inversa*, *C. krsticae*, *C. machadoi*, *C. marginuspinosa*, *C. minipunctata*, *C. multiradiata*, *C. paralela*, *C. retrobispinosa*, *C. simplex*, *C. sulcosigmoidales*, *Cypria aqualica*, *Penthesilenula olivencae*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp., *Pelocypris zilchi*, *Perissocytheridea ornelasae* and *Skopaeocythere tetrakanthos*; and *Cyprideis indianae* sp. nov., *Cyprideis soledae* sp. nov., *Cyprideis santaelenae* sp. nov. Between them we have the first record of *C. anterospinosa*, *C. marginuspinosa*, *C. retrobispinosa* and *C. krsticae* to the Pebas Formation, as they were restricted to Solimões Formation. In addition, the ostracode assemblage allowed to attest a predominantly lacustrine environment which salinity rate is influenced by seasonal variability without marine influence; as soon as to date the studied area in Mesomiocene to Neomiocene.

Key words: *Cyprideis*, taxonomy, Pebas Formation, Miocene.

1. Introduction

The studies on Ostracoda from the Neogene of Ocidental Amazonia (Brazil, Colombia and Peru) have been contributing to the knowledge of the diversity, biostratigraphy and to the paleoenvironmental evolution (Purper & Pinto, 1983, Purper, 1991, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Gross *et al.* 2013, 2014, 2015, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Medeiros *et al.* 2019, Gross & Piller 2020).

In Brazil, these taxonomic studies began with Purper (1977, 1979), Purper & Pinto (1983) and Purper & Ornellas (1991) which proposed a high number of new endemic genera and species; in addition others important contributions came later (Ramos 2006, Gross *et al.* 2011, 2013, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Medeiros *et al.* 2019, Gross & Piller 2020). However, besides the advance in the researches of the taxonomy of ostracoda from the Solimoes Formation (Gross *et al.* (2013, 2014, 2015), in Pebas Formation they are more restricted to the studies developed by Sheppard & Bate (1980), Swain (1981), and mainly by Muñoz-Torres *et al.* (1998, 2006) and Whatley *et al.* (1998) which dealt with a wide review of the genus *Cyprideis* pointing to the high abundance and diversity. The authors also proposed a phylogenetic model and a biozonation to this formation. More recently, Gross & Piller (2020) dealt with an ostracofauna dominated by the genus *Cyprideis* in Porvenir, Peru, and hypothesize that the Pebas wetland received some influx of “saline” but isotopically “fresh” groundwaters resulting in a complex water chemistry and to a lesser extent freshwater and marine taxons in the Pebas Formation.

Thus, the taxonomy of the ostracods from the Pebas Formation, in Iquitos region, presentend herein is a very important contribution to increase the record of the *Cyprideis* species that will help in future studies about the paleoecology, evolution and biostratigraphy as well as to a more precise correlation with Solimões Formation.

2. Geological Setting

The studied sedimentar deposits of Pebas Formation, outcropping in the banks of Amazonas and Napo Rivers, in the northern of Iquitos, capital of Loreto department, Peru, are geological located in the area of the Iquitos Arch, close to the west border of Marañón basin (Fig. 1).

The Marañón basin is part of a group of antepais subandines basins that occurs in the peruvian Amazonia, covering an area of about 320.000km² (Mathalone & Montoya 1995); it is geographically situated in the North of Peru and geologically limited to the west by the structural high Campanquiz-Cahuapanas and Cushabatay; to the south by Contaya Arch and to the east by Iquitos Arch (Rebata *et al.* 2006, Roddaz *et al.* 2005, Parra *et al.* 2019) dividing it from Solimoes basin (Caputo 1991, Roddaz *et al.* 2005) (Fig. 1). From the Cretaceous to the Eocene, it is marked by a depocentre located between the Andes and cratonic domain (Eude *et al.* 2015), which embasement reach the minimum thickness to the east, in direction to the Iquitos Arch (Sanchez *et al.* 1999). The stratigraphy of the basin is known through oil drilling developed by

PARSEP and divulged by PeruPetro in 2000 (PARSEP 2001); a sintheze can be found in Roddaz *et al.* (2010) and Calves *et al.* (2018).

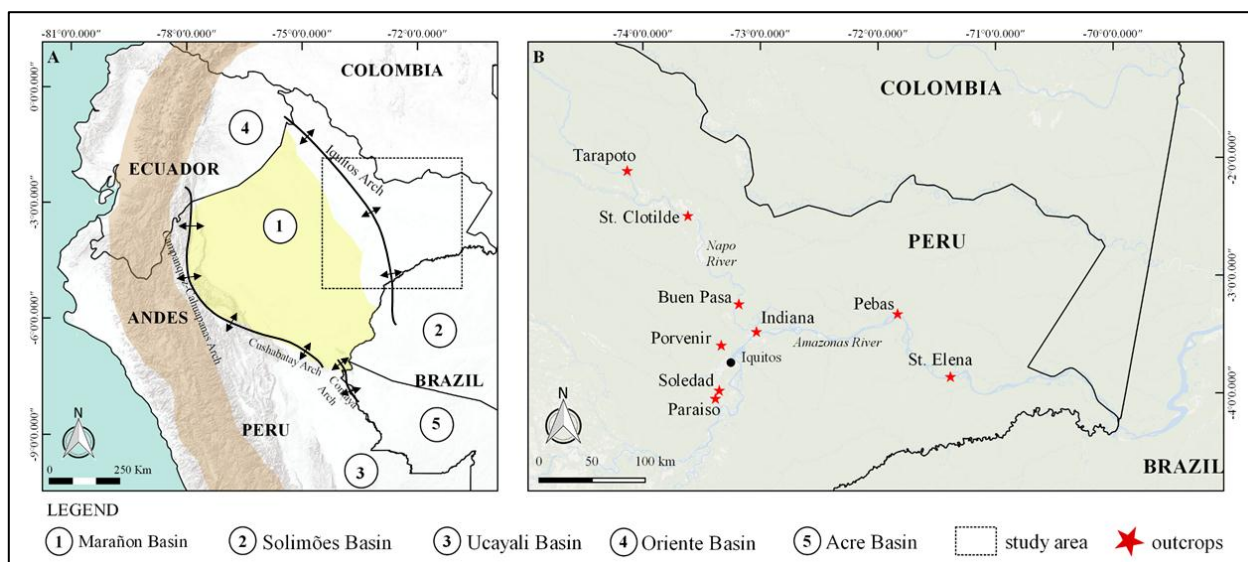


FIGURE 1. Location of the study area.

The Pebas Formation is characterized by yellowish white fine sandstones, imatures, rich in feldspar, interlayed by red and bluish claystones, besides lignite layers with pyrite nodules, rich in organic matter and smectite (Räsänen *et al.* 1998, Wesselingh *et al.* 2006a, Antonie *et al.* 2016). Based on palinology, paleontology and stratigraphy, its sedimentation is characteristic of lacustrine environment with marine influence (Hoorn 1994, Whatley *et al.* 1998, Rasanen *et al.* 1998, Wesselingh *et al.* 2002, Gingras *et al.* 2002). The integrated biostratigraphy with palinology, mollusks and ostracoda presented by Hoorn (1994) and later by Wesselingh *et al.* (2006) and Muñoz-Torres *et al.* (2006), respectively, allowed to infer to this unit Early to Middle Miocene. Recent palynostratigraphical recalibrations for the nearby sites Nuevo Horizonte and Porvenir suggest a late middle Miocene (Boonstra *et al.*, 2015, Gross and Piller, 2020). The fossil content are constituted by mollusk (Gabb 1868, Nuttall 1990, Wesselingh *et al.* 2002, 2006, Wesselingh & Ramos 2010), being the brackish water coming from the uppermost part of this unit (Rebata *et al.* 2006), ostracods (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 2006), fishes (Monsch 1998), icnofossil (Gingras *et al.* 2002), polens, spores and carbonized seeds (Antonie *et al.* 2016); vertebrates are also rich as mammals, turtles, fishes and crocodiles, recorded mainly in Iquitos region (Salas-Gismondi *et al.* 2015).

3. Materials and methods

The studied material comprises fourteen samples collected from nine outcrops through the Amazonas and Napo rivers banks, Peru (Fig. 2), kindly sendly by Frank Wesselingh (MUSEUM NATURALIS, Holanda). Additional information of the localities can be found in Wesselingh *et al.* (2002). To the stablishment of the age of the studied area we use as reference the profile of Indiana outcrop (Fig. 3), as it was the only one that was available the present study giving better stratigraphical distribution control of the species. We follow the biozonation of Muñoz-Torres *et al.* (2006) and Linhares *et al.* (2019) which adjusted the limits of the biozones. For micropaleontological analyses 60 g of dried sediment per sample were processed by conventional methods and washed through standard sieves (0.5 mm, 0.250 mm, 0.180 mm, and 0.125 mm). Wet sieve residuals were dried at 60 °C and the residuals were picked out completely for microfossils analysis using a stereo microscope, for subsequent identification. Scanning electron microscope photographs were taken with a Mirae3 Tescan (Museu Goeldi). The suprageneric classification follow Libeau (2005) and determinations are based on Purper (1979), Purper & Pinto (1983, 1985), Purper & Ornellas (1991), Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998) and Gross *et al.* (2013, 2014). Additional type material from the micropaleontological collection, COCTE, Museu Goeldi, was also consulted to comparative studies.

Type material as well as figured specimens of this study is housed in the micropaleontological collection of the Department for Ecology and Earth Sciences, Museu Emílio Goeldi, Pará, Brazil.

Abbreviations: C= carapace; LV= left valve; RV= right valve; H= height; L= lenght; W= width

4. Results

The ostracods recovery from the studied samples comprises an assemblage of eight genera and twenty-two species; where nineteen were previously recorded to the Miocene of Pebas and Solimoes Formations. Between the genera identified, *Cyprideis* is the most abundant and diverse with wider geographic distribution then the others; it corresponds to 92.5% of the total number of specimens, corroborating with previous records. It is represented by fifteen species including three new species *Cyprideis soledae* sp. nov., *Cyprideis santaelanae* sp. nov. and *Cyprideis indianae* sp. nov. described herein. The species *C. anterospinosa*, *C. marginuspinosa*, *C. retrobispinosa* and *C. krsticæ* is recorded to Pebas Formation for the first time and are rare in the Solimões Formation (Fig. 2).

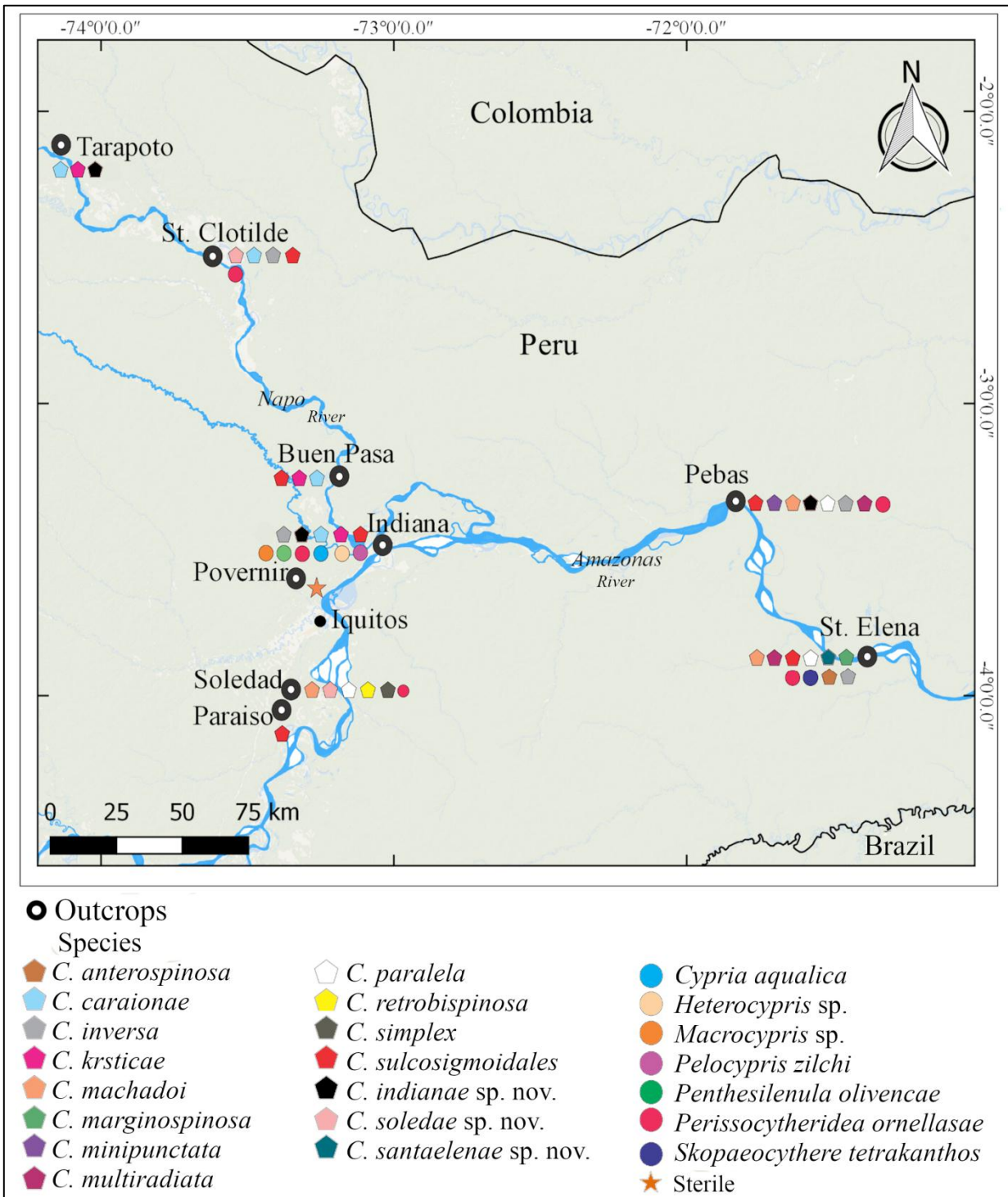


FIGURE 2. Distribution map of the species identified in the study area.

4.1 Systematic Paleontology

Class OSTRACODA Latreille, 1802

Order PODOCOPIDA Sars, 1866

Superfamily CYTHEROIDEA Baird, 1850

Family CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Subfamily CYTHERIDEINAE Sars, 1925

Genus *Cyprideis* Jones, 1857

Cyprideis anterospinosa Purper & Ornellas, 1991

Pl.1, Figs. 01-04

- * 1991 *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas, sp. nov.- Purper & Ornellas: 25-26; Pl.1, Figs.1-6.

Material: 1 valve.

Dimensions: MPEG-FAB-01, Female, LV: L: 0.84mm, H: 0.46mm.

Remarks: The specimens identified as *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas, 1991 have no distinction with the type material illustrated by Purper and Ornellas (1991), especially in the form, contour and ornamentation of valves. Although only one valve has been recovered, we expand the geographic record as it was restricted to strata of the Solimoes formation, in Brazil.

Occurrence: Outcrop St. Elena, bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Borehole: 1-AS-32-AM, Upper Amazonas Basin, Brazil (Purper and Ornellas 1991).

Cyprideis caraionae Purper & Pinto, 1985

Pl. 1, Figs. 05-16.

- * 1985 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, sp. nov.- Purper & Pinto: 430; Pl. 1, Fig.1-13.
 1998 *Cyprideis* sp. aff. *C. machadoi* Purper, 1979 – Swain: 10; Pl. 4, Figs. 1-4.
 1998 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 - Whatley *et al.*: 234; Pl. 1, Fig.6-10.
 1998 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 – Muñoz-Torres *et al.*: 94; Pl. 2, Fig. 12-14.
 2011 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 - Linhares *et al.*: 96; Figs. 3/5-6.
 2019 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 - Medeiros *et al.*:101; Fig.3/B

Material. 755 valves and 64 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-02, Female, VL: L: 0.83mm, H: 0.49mm; MPEG-FAB-05, Female, VR: L: 0.79mm, H: 0.44mm; MPEG-FAB-08, Female, C: L: 0.82mm, H: 0.48mm, W: 0.39mm;

MPEG-FAB-10, Male, VL: L: 0.84mm, H: 0.44mm; MPEG-FAB-13, Male, VR: L: 0.84mm, H: 0.41mm; MPEG-FAB-15, Male, C: L: 0.86mm, H: 0.45mm, W: 0.36mm.

Remarks. The specimens identified as *C. caraionae* Purper & Pinto, 1985 share the same characteristics of the type material, as well as the illustrations by Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998) and Medeiros *et al.* (2019). Swain (1998) gives a brief description of the species, however mistakenly identifies it as *C.?* sp. aff. *machadoi* (Pl. 4, figs, 1-2) and *C.* sp. aff. *C. retrobispinosa* (Pl.4, figs. 3-4); since the illustrated species have the same characteristics as described by Purper & Pinto (1985). Linhares *et al.* (2011) illustrates the species, however it differs from the most (Purper & Pinto 1985, Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 1998) and the specimens identified here; since in Linhares *et al.* (2011) it is a juvenile and presents a greater protuberance on the dorsal margin, with a more triangular aspect, and the dorsal margin forms a slight cardinal angle with the posterior margin. In general, the specimens identified as *C. caraionae* do not present morphological variations, thus in agree with the diagnosis by Purper & Pinto (1985).

Occurrence. Outcrops Indiana, St. Clotilde, Tarapoto and Buen Pasa, Peru.

Distribution. Boreholes: 1-AS-33-AM, southwest of the locality of Benjamin Constant (Purper & Pinto 1985); 1-AS-31-AM, next to the Ituí river, southwest of state of Amazonas (Linhares *et al.* 2011); Curuçá river, District of Canamã, Municipality of North Atalaia (Medeiros *et al.* 2019), Brazil. Outcrops: Iquitos and Pebas, Peru (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Cyprideis inversa (Purper & Pinto 1983)
Pl.1, Figs. 17-22.

- * 1983 *Sohnicythere inversa* Purper et Pinto sp. nov. - Purper & Pinto:119-120; Pl.3, Figs.12-24.
- 1998 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Muñoz-Torres *et al.*: 96; Pl. 3, Figs.4-6.
- 1998 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Whatley *et al.*: 234-235; Text-fig. 2; Pl.1, Figs. 16-20.
- 2011 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Linhares *et al.*: 95, 98; Fig. 3/11.
- 2014 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Gross *et al.*:31,32; Fig. 6n; Pl. 12, Figs. 15-19
- 2017 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Linhares *et al.*: 17; Fig.6/d.
- 2019 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/G
- 2020 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983) - Gross & Piller: 116-117; Figs.3Y and Figs.4Y.

Material. 45 valves and 3 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-16, Female, LR: L: 0.62mm, H: 0.32mm; MPEG-FAB-17, Female, C: L: 0.81mm, H: 0.41mm, W: 0.29mm; MPEG-FAB-18, Male, C: L: 0.58mm, W: 0.22mm.

Remarks. The specimens identified in the present work have variations in the ornamentation, from a more punctuated surface, across the entire valve, as illustrated by Muñoz-Torres *et al.* (1998), Whatley *et al.* (1998) and Gross *et al.* (2014) to a punctuated surface with small and evident tubercles, as illustrated by Purper *et al.* (1983), Linhares *et al.* (2011, 2017), Gross *et al.* (2014) and Medeiros *et al.* (2019). Despite these variations in the surfaces of the valves recovered here, the species is in agree with the diagnosis described by Purper *et al.* (1983).

Occurrence. Outcrops of Indiana, bank of Amazonas river, Peru.

Distribution. Boreholes: 1-AS-32-AM, northwest of state of Amazonas (Purper & Pinto 1983); 1-AS-31-AM, next to the Ituí river, southwest of state of Amazonas (Linhares *et al.* 2011); 1-AS-10-AM, Sucuriju, next to the Ituí river, southwest of Benjamin Constant (Gross *et al.* 2014) and 1-AS-33-AM (Medeiros *et al.* 2019); 1-AS-7D-AM, next to the Quixito river, northwest of state of Amazonas (Linhares *et al.* 2017), Brazil. Outcrops: in region of Pebas (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998) and Porvenir in area of Iquitos Arch (Gross & Piller 2020), in Peru; Villareal and Los Choros, Colômbia (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Cyprideis krsticae Purper & Pinto 1985

Pl. 1, Figs. 23-30; Pl. 2, Figs. 01-10.

* 1985 *Cyprideis krsticae* Purper et Pinto sp. nov.- Purper & Pinto: 430,432; Pl. 1, Figs. 14-22.

Material. 118 valves and 14 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-20, Female, VL: L:0.82mm, H: 0.44mm;MPEG-FAB-21, Female, VL: L: 0.82mm, H: 0.48mm; MPEG-FAB-22, Female, VL: L: mm, H: mm; MPEG-FAB-23, Female, VL: L: mm, H: mm; MPEG-FAB-25, Female, VR: L: 0.94mm, H: 0.45mm; MPEG-FAB-32, Female, C:L: 0.84mm, H: 0.46mm, W: 0.36mm; MPEG-FAB-27, Male, VL: L: 0.94mm, H: 0.45mm; MPEG-FAB-28, Male, VL: L: 0.90mm, H: 0.43mm; MPEG-FAB-29, Male, VL: L: 0.94mm, H: 0.47mm; MPEG-FAB-34, Male, C:L: 0.84mm, W: 0.35mm.

Remarks. The specimens identified as *C. krsticae* Purper & Pinto, 1985 show similarity to the type material, however with the development of more expressive spines on the anterior and posterior margins of both valves. Purpr & Pinto (1985) mentioned the occurrence of small spines at the ends of the valves, however they do not mention the degree of their development, or possible morphological variation in the species, which was observed in the present material; with

the most expressive development of one or two spines in the postero-ventral region of the left valve. Such variation may be related to environmental changes, being observed only among specimens of the Tarapoto outcrop. This species has a rare record in the Solimes Formation, as diagnosed by Purper & Pinto (1985), which makes comparisons with other publications difficult. Therefore, with the identification, the species is no longer restricted to the Solimes Formation, having now the first record in the Pebas Formation.

Occurrence. Outcrops of Indiana, bank of the Amazonas River; Buen Pasa and Tarapoto, the bank of the Napo River, all located in Peru.

Distribution. Borehole: 1-AS-4-AM, northwest of the state of Amazonas, Brazil (Purper & Pinto 1985).

Cyprideis machadoi (Purper 1979)

Pl. 3, Figs. 11-22.

- 1977 Ostracoda B n.g., n.sp.- Purper: 359; Pl. 1, Figs. 9-14.
- * 1979 *Chlamydocytheridea machadoi* Purper, gen. et sp. nov.- Purper: 237-238; Pl 6, Figs. 1-6.
- ? 1979 *Cyprideis truncata* Purper, sp. nov. - Purper: 232-233; Pl. 4, Figs. 12-22.
- nom 1979 *Paulacoutoia kroemmelbeini* Purper, sp. nov.- Purper: 236-237; Pl. 5, Figs.18-24.
- 1980 *Otarocyprideis elegans* sp. nov.- Sheppard & Bate: 101-102; Pl. 8, Figs. 10-12; Pl.. 9, Figs. 1-5, 7.
- 1983 *Chlamydocytheridea machadoi* Purper, 1979-Purper & Pinto: 124; Pl. 1, Figs. 14-17.
- 1991 *Chlamydocytheridea kotziana* Purper & Ornellas, sp. nov.- Purper & Ornellas: 26; Pl. 1, Fig. 7. [no Pl. 1, Figs. 8-9].
- 1998 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Muñoz-Torres *et al.*: 98; Pl. 3, Figs. 15-17.
- 1998 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) -Whatley *et al.*: 235; Text-fig. 2; Pl. 2, Figs. 6-10 [sic].
- ? 2010 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Wesselingh & Ramos: 308; Figs. 18.5/m-n.
- 2011 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Linhares *et al.*: 95; Figs. 3/13-14.
- ? 2013 *Cyprideis* aff. *machadoi* (Purper 1979) - Gross *et al.*:227-229; Pl. 6, Figs.1-20, 22.
- 2014 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Gross *et al.*: Figs. 4d-f; Pl. 1, Figs. 27-41; Pl. 2, Figs. 1-23.
- 2017 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Linhares *et al.*: Fig.6/C.
- 2019 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/D.

2020 *Cyprideis machadoi* (Purper 1979) - Gross & Piller: 116-117; Figs.3S-4S.

Material. 153 valves and 4 carapace.

Dimensions. MPEG-FAB-38, Female, VL: L: 0.82mm, H: 0.48mm; MPEG-FAB-41, Female, VR: L: 1.14mm, H: 0.58mm; MPEG-FAB-43, Male, VL: L:1.09 mm, H: 0.54mm; MPEG-FAB-46, Male, VR: L: 1.08mm, H: 0.51mm.

Remarks. Initially described as *Chlamydocytheridea machadoi* by Purper (1979), and transferred to the genus *Cyprideis* by Muñoz-Torres *et al.* (1998), the specimens recovered here have the typical characteristics of the species, highlighted by Muñoz-Torres *et al.* (1998) and corroborated by Whatley *et al.* (1998). The authors points variations in the curvature of the anterior margin of the right valve, in the degree of development of the flange, in the shape and contour of the anterior margin of the left valve, as well as in the development of the *Chlamydoteca* that may or may not be present. Such variations were not observed in the present material, except for the little developed intermediate extension, as mentioned by Gross *et al.* (2014), as well as differences with previous publications.

Occurrence. Outcrops of Pebas, Soledad and St. Elena, all locked on the banks of the Amazonas River, Peru.

Distribution. boreholes: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, CPCAN-II-Porerê and 1-AS-32-AM, all northwest of the state of Amazonas (Purper 1979, Purper & Pinto 1983); 1-AS-31-AM and 1-AS-10-AM, both near the Ituí River, state of Amazonas (Linhares *et al.* 2011, Gross *et al.* 2014); 1-AS-7D-AM, near the Quixito River, northwest of the state of Amazonas and 1-AS-33-AM, southwest of the locality of Benjamin Constant, Curuçá River, District of Canamã, Atalaia do Norte (Linhares *et al.* 2017, Medeiros *et al.* 2019); and outcrops the southeast of Eirunepé, Morada Nova and Pau D'Alho (Wesselingh & Ramos 2010, Gross *et al.* 2013), Brazil. Outcrops: of Pichua, in Marañon River; Pebas, Santa Júlia, Iquitos (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998) and Porvenir in area of Iquitos Arch (Gross & Piller 2020), Peru; in Colômbia, outcrops of Los Chorros, Villareal, Salado among (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Cyprideis marginuspinosa Purper & Ornellas 1991

Pl. 2, Figs. 23-28.

* 1991 *Cyprideis marginuspinosa* Purper et Ornellas sp. nov.- Purper & Pinto: 430,432; Pl. 1, Figs. 14-22.

Material. 56 valves and 5 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-51, Female, VL: L: 0.89mm, H: 0.50mm; MPEG-FAB-53, Female, VR: L: 0.93mm, H: 0.50mm; MPEG-FAB-57, Male, VL: L: 1.06mm, H: 0.52mm; MPEG-FAB-58, Male, VR: L: 1.06mm, H: 0.52mm.

Remarks. The specimens identified as *C. marginuspinosa* Purper & Ornellas, 1991 share the same characteristics described by Purper & Ornellas (1991), although they have a less prominent posterior cardinal angle and the anterior margin turned downwards. The specimens have a rare record in the Solimoes Formation, so is no longer restricted to this formation, having now the first record for the Pebas Formation, in Peru.

Occurrence. Outcrop St. Elena, bank of the Amazonas River, Peru.

Distribution. Borehole: 1-AS-32-AM, Basin Amazonas Upper, Brazil (Purper & Ornellas, 1991).

Cyprideis minipunctata (Purper & Ornellas 1991)
Pl. 3, Figs. 01-08.

- ?pars 1980 *Cyprideis purperi purperi* subsp. nov. - Sheppard & Bate:99-101; Text-fig. 2; Pl. 7, Figs. 1-11; Pl. 8, Figs. 1-2. [no Pl. 7, Fig. 13 and probably no Fig. 12].
- * 1991 *Cytheridea minipunctata* Purper & Ornellas, sp. nov.- Purper & Ornellas: 28-30; Pl. 2, Figs. 7-12.
- 1998 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Muñoz-Torres *et al.*: 98; Pl. 3, Figs. 18-20.
- 1998 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Whatley *et al.*: 235-236; Pl. 2, Figs. 11-15 [sic].
- 2014 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Gross *et al.*: 26-27; Fig. 6/e; Pl. 7; Figs. 32-35; Pl. 8., Figs. 1-9.
- 2017 *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991) - Linhares *et al.*: Fig.6/b.

Material. 155 valves and 12 carapaces.

Dimensions: MPEG-FAB-64, Female, VR: L: 0.79mm, H: 0.43mm; MPEG-FAB-66, Female, VR:L: 0.75mm, H: 0.39mm; MPEG-FAB-68, Male, L: 0.90mm, H: 0.44mm; MPEG-FAB-70, Male, VR:L: 0.88mm, H: 0.41mm.

Remarks. The specimens of *C. minipunctata* Purper & Ornellas 1991 recovered in the Iquitos region have the same diagnostic characteristics as the type material described by Purper &

Ornellas (1991); it is also similar to the specimens represented by Muñoz-Torres *et al.* (1998), Gross *et al.* (2014) and Linhares *et al.* (2017).

Occurrence. Outcrop of Pebas, bank of the Amazonas River, Peru.

Distribution. Boreholes: 1-AS-32-AM, 1-AS-7D-AM (near the Quixito river), both northwest of the state of Amazonas (Purper & Ornellas 1991, Linhares *et al.* 2017) and 1-AS-10-AM, Sucuriju, near of Ituí river, southwest of the state Amazonas (Gross *et al.* 2014), Brazil. Outcrops: Pebas and Pichua, Peru (Sheppard & Bate 1980, Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998); and Villareal, Colômbia (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Cyprideis multiradiata (Purper 1979)

Pl. 3, Figs. 09-22.

- 1977 Ostracoda A n.g., n.sp. - Purper: 359; Pl. 1, Figs. 1-8.
- * 1979 *Amazonacytheridea multiradiata* Purper, gen. et sp. nov.- Purper: 234-235; Pl. 5, Figs. 1-9.
- 1985 *Amazonacytheridea multiradiata* Purper, 1979 - Purper & Pinto: 427, 430; Fig. 3.
- pars 1998 *Cyprideis olivencai* (Purper 1979) - Muñoz-Torres *et al.*:100; Pl. 4, Figs. 7, ?5. [no Pl. 4, Fig. 6]
- pars 1998 *Cyprideis olivencai* (Purper 1979) - Whatley *et al.*: 236; Text-fig.2; Pl. 2, Figs. 4-5, ?3 [sic]. [no Pl. 2, Figs. 1-2 [sic]].
- 2014 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Gross *et al.*: Figs. 4p-r; Pl. 5, Figs.1-30
- 2017 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Linhares *et al.*: Fig.6/i.
- 2019 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/E.
- 2020 *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979) - Gross & Piller: 116-117; Figs.3AA-4AA.

Material. 184 valves.

Dimensions: MPEG-FAB-72, Female, VL: L: 0.81mm, H: 0.41mm; MPEG-FAB-73, Female, VR: L: 0.78mm, H: 0.38mm; MPEG-FAB-74, Male, VL: L: 0.85mm, H: 0.39mm; MPEG-FAB-75, Male, VR: L: 0.82mm, H: 0.36mm; MPEG-FAB-76, Male, C:L: 0.81mm, W: 0.29mm; MPEG-FAB-77, Male, C: L: 0.81mm, W: 0.29mm; MPEG-FAB-78, Juvenil, VL: L: 0.64mm, H: 0.32mm; MPEG-FAB-79, Juvenil, VR: L: 0.62mm, H: 0.30mm.

Remarks. The specimens analyzed here share the same morphological characteristics as the type material, initially identified as *Amazonacytheridea multiradiata* by Purper (1979). Purper & Pinto (1985) suggest an evolutionary tendency for the species based on the variations of the internal

morphological characteristics and contour of the valves, which was not observed in the specimens identified in the present study, where the variations are evident only in the size of the valves. Muñoz-Torres *et al.* (1998) and Whatley *et al.* (1998), placed this species into the synonymy of *Cyprideis olivencai* (Purper 1979), together with *C. paralela* (Purper 1979) and *C. simplex* (Sheppard & Bate 1980). However, Gross *et al.* (2014) do not agree with the species concept of Muñoz-Torres *et al.* (1998) and Whatley *et al.* (1998) and mention that *C. multiradiata* is a valid taxon.

Occurrence. Outcrops of Pebas and St. Elena, both the bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Boreholes: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, CPCAN-I-Tamanduá, 1-AS-32-AM, 1-AS-7D-AM, near the Quixito river, all northwest of the state of Amazonas (Purper 1979, Purper & Pinto 1985, Linhares *et al.* 2017); 1-AS-33-AM, southwest of Benjamin Constant, Curuçá river, Distrito de Canamã, Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019); 1-AS-10-AM, Sucuríju, near of Ituí river, southwest of the state of Amazonas (Gross *et al.* 2014), Brazil. Outcrops: Pebas, Santa Julia (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998) and Porvenir in area of Iquitos Arch (Gross & Piller 2020) Peru; Mocagua, Los Choros and Buenos Aires, Colômbia (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Cyprideis paralela (Purper 1979)
Pl. 4, Figs. 23-26.

- * 1979 *Pseudoparakrithella paralela* Purper, gen. et sp.nov. - Purper: 238-239; Pl.6, Figs. 7-14.
- 1983 *Pseudoparakrithella paralela* Purper, 1979 - Purper & Pinto; Pl. 2, Figs.14-16.
- 1985 *Pseudoparakrithella paralela* Purper, 1979 - Purper & Pinto: 427, 430; Fig. 2.
- 2014 *Cyprideis paralela* Purper 1979 - Gross *et al.*: Figs. 4p-r; Pl. 5, Figs.1-30.
- 2017 *Cyprideis paralela* Purper 1979 - Linhares *et al.*: Fig.6/i.
- 2020 *Cyprideis paralela* Purper 1979 - Gross & Piller: 116-117; Figs.3R-4R.

Material. 28 valves.

Dimensions: MPEG-FAB-80, C: L: 0.65mm, H: 0.32mm, W: 0.26mm.

Remarks. With an excellent state of preservation and without variation in size, the identified specimens share the same morphological characteristics of type material. The species *Pseudoparakrithella paralela* (Purper 1979), together with *Botulocyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980) and *Nealecythere posterocompressus* (Purper & Pinto 1983), later transferred to the genus *Cyprideis* by Muñoz-Torres *et al.* (1998), compose the evolutionary trend suggested by

Purper & Pinto (1985), based on its internal and external morphological variations. The authors mentioned that these species belong to a lineage of smooth forms and that *C. paralela* corresponds to the intermediate level of borehole 1AS-32-AM, in addition to having a distinct eye-spot tubercle. This feature not mentioned in Purper (1979) is illustrated by Gross *et al.* (2014), however, are absent in the specimens identified in the presente study. According to Gross *et al.* (2014) this characterisiticc is associated with ecological factors instead of a phylogenetic character. With the identification, the species is no longer restricted to the Solimoes Formation, having now the first record in the Pebas Formation.

Occurrence. Outcrops of Pebas, Soledad and St. Elena, all located on the banks of the Amazonas River, Peru.

Distribution. Boreholes: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, CPCAN-I-Tamanduá, 1-AS-32-AM, 1-AS-7D-AM, near of the Quixito river, northwest of the state of Amazonas (Purper 1979, Purper & Pinto 1983, 1985, Linhares *et al.* 2017); 1-AS-10-AM, Sucuríju, near Ituí river, southwest of the state of Amazonas (Gross *et al.* 2014), Brazil. Outcrop: Porvenir, in area of Iquitos Arch, Peru (Gross & Piller 2020).

Cyprideis retrobispinosa Purper & Pinto, 1983
Pl. 3, Figs. 27-30.

* 1983 *Cyprideis retrobispinosa* Purper, et Pinto, sp.nov. - Purper & Pinto: 115-116; Pl..1, Figs. 1-13.

Material. 1 valve.

Dimensions: MPEG-FAB-81, VL :L: 1.00 mm, H: 0.48 mm.

Remarks. Identified as *C. retrobispinosa* Purper & Pinto, 1983, the well preserved specimen has no distinction with the type of material, despite the occurrence of only one valve. Swain (1998) identifies a specimen as *C. aff. C. retrobispinosa* (Pl. 4, Figs. 3-4). However, they differ from the specimen illustrated by Purper & Pinto (1983) in shape, being more shortned and in the development of the spines of the posteroventral region. Thus, the specimen identified herein is considered the first record to the Pebas Formation.

Occurrence. Outcrop Soledad, bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Borehole: 1-AS-32-AM, northwest of state of Amazonas, Brazil (Purper & Pinto 1983).

Cyprideis simplex (Sheppard & Bate, 1980)
Pl. 4, Figs. 01-04.

- * 1980 *Botulocyprideis simplex* sp. nov. - Sheppard & Bate: 104; Pl. 9, Figs.6, 8-13
- 1983 *Botulocyprideis simplex* Sheppard & Bate emendado de Purper & Pinto - Purper & Pinto: 116-117; Pl. 2, Figs. 17-27.
- 1985 *Botulocyprideis simplex* Sheppard & Bate, 1980 - Purper & Pinto: 427, 430; Fig. 2.
- 2014 *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate, 1980) - Gross *et al.*: Pl. 4, Figs.46-50.
- 2019 *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate, 1980) - Medeiros *et al.*: 101; Fig.3/C.

Material. 4 valves and 1 carapace.

Dimensions: MPEG-FAB-83, VR:L: 0.85mm, H: 0.44mm.

Remarks. The recovered material comprises only five specimens, which differ slightly from that illustrated by Sheppard & Bate (1980), being less elongated and inflated, the dorsal margin slightly prominent towards the anterior cardinal angle of the right valve, different from those also illustrated by Purper & Pinto (1983), where the dorsal and ventral margins are parallel. The specimens illustrated by Gross *et al.* (2014) have a greater similarity with the material illustrated herein, such as internal region, very evident inner lamella, inverse hinge and with poorly developed elements, in addition to muscle scars; like the authors, the classification follows the proposal of Whatley *et al.* (1998), where they considers the genus *Botulocyprideis* (Sheppard & Bate 1980) a junior synonym of the genus *Cyprideis*.

Occurrence. Outcrop Soledad, bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Boreholes: 1-AS-32-AM, northwest of the state of Amazonas (Purper & Pinto 1983, 1985); 1-AS-10-AM, Sucuríju, near of Ituí river, southwest of the state of Amazonas (Gross *et al.* 2014); 1-AS-33-AM, southwest of Benjamin Constant, Curuçá river, District of Canamã, Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brazil. Outcrop: Pichua, the bank of Marañon river, Peru (Sheppard & Bate 1980).

Cyprideis sulcosigmoidalis (Purper 1979)
Pl. 4, Figs. 05-20.

- 1977 *Cytheridea* sp. nov. A - Purper: 361; Pl. 2, Figs. 1-6.
- * 1979 *Cytheridea sulcosigmoidalis* - Purper sp. nov.- Purper: 226-227; Pl.1, Figs.11-18.
- pars 1980 *Cyprideis purperi purperi* - Sheppard & Bate: 99-101; Pl. 7, Fig.13 and probably Fig. 12. [no text-fig. 2; Pl. 7, Figs. 1-11; Pl. 8, Figs. 1-2]

- 1998 *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979) - Whatley *et al.*: 236; fig. 2; Pl. 3, Figs. 1-5.
- 1998 *Cyprideis* sp 4 - Whatley *et al.*: 237; Pl. 3, Figs. 16-20.
- 1998 *Cyprideis aulakos* sp. nov. - Muñoz-Torres *et al.*: 94; fig. 2; Pl. 2, Figs.7-11.
- 1998 *Cyprideis sulcosigmoidalis* - Muñoz-Torres *et al.*: 100; Pl. 4, Figs.16-18.
- 1998 *Cyprideis* sp. aff. *C. retrobispinosa* Purper & Pinto - Swain:3; Pl. 6, Figs.1-8.
- 2010 *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper 1979) -Wesselingh & Ramos:308, Fig.18.5/i-j.
- 2011 *Cyprideis aulakos* - Linhares *et al.*: 95; Figs. 3/3-4.
- 2011 *Cyprideis sulcosigmoidalis* - Linhares *et al.*: 95; Figs. 4/5-6.
- 2014 *Cyprideis sulcosigmoidalis* - Gross *et al.*: 32-34, Fig. 6; Pl. 12, Figs. 20-34; Pl. 13, Figs. 1-21; Pl. 14, Figs. 1-21.
- 2017 *Cyprideis sulcosigmoidalis* - Linhares *et al.*: Fig. 6/c.
- 2019 *Cyprideis sulcosigmoidalis* - Medeiros *et al.*: 101, Fig.3/I.
- 2020 *Cyprideis sulcosigmoidalis* - Gross & Piller - Gross & Piller: 116-117; Figs.3AB-4AB.

Material. 279 valves and 3 carapaces.

Dimensions: MPEG-FAB-84, Female, VL: L: 1.01mm, H: 0.63mm; MPEG-FAB-87, Female, VR: L: 1.03mm, H: 0.63mm; MPEG-FAB-92, Male, VL:L: 0.92mm, H: 0.50mm; MPEG-FAB-95, Male, VR: L: 0.96mm, H: 0.48mm; MPEG-FAB-96, Male, VR: L: 1.09mm, H: 0.56mm; MPEG-FAB-97, Female, VR: L: 1.15mm, H: 0.62mm.

Remarks. Species of subtrapezoidal shape, punctuated surface, groove in the mid-dorsal region, slight concave in the left ventral margin, more curved antero-ventral margin in the right valve and simple and rarely bifurcated pores. *Cyprideis sulcosimoidales* is considered synonymous with *C. aulakos* Muñoz-Torres *et al.* (1998), by Gross *et al.* (2014), since the differences are not clear between the two species. Gross *et al.* (2014) mentioned the presence of marginal denticles in *C. sulcosigmoidalis* and parallel punctation in the peripheral regions and smooth ornamentation in *C. aulakos*, as the main differences between species, however they do not consider enough for the separation in two species. The specimens identified in the present work are similar to the type material in Purper (1979) with the addition of the morphological variations mentioned by Whatley *et al.* (1998), Muñoz-Torres *et al.* (1998) and discussed by Gross *et al.* (2014), such as the presence of denticles on the posterior and anterior margins of the right valve, which is not

described by Purper (1979). Among the morphological variations observed in the recovered material there is variation in ornamentation from smooth to punctuated, and mainly in the variation of denticulation in the anterior margin of the right valve, where in some specimens the denticles are more evident; well-developed spines occur in the posteroventral region of the right valve. Despite Gross *et al.* (2014) highlight the variation in ornamentation and denticulation of the anterior margin of the right valve, the authors do not consider these characteristics as diagnoses to determine a new species, but as an intraspecific variation resulting from environmental changes.

Occurrence. Outcrops Indiana, Pebas and St. Elena, bank of Amazonas River and St. Clotilde, bank of Napo River, Peru.

Distribution. Boreholes: CPCAN-III-São Paulo de Olivença and CPCAN-I-Tamanduá, northwest of state of Amazonas (Purper 1979); 1-AS-31-AM, near of Ituí river, southwest of the state of Amazonas (Linhares *et al.* 2011); 1-AS-10-AM, Sucuríju, near of Ituí river, southwest of the state Amazonas (Gross *et al.* 2014); 1-AS-8-AM, near of Quixito river, northwest of the state of Amazonas (Linhares *et al.* 2017); 1-AS-33-AM, southwest of Benjamin Constant, Curuçá river, District of Canamã, Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brazil. Outcrops Pichua, the bank of Marañon river (Sheppard & Bate 1980); Santa Julia, Santa Sofia (Whatley *et al.* 1998, Muñoz-Torres *et al.* 1998) and Porvenir, in area of Iquitos Arch (Gross & Piller 2020), Peru; and Mocagua, Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Cyprideis indianae sp. nov.

Pl. 4, Figs. 21-28.

- pars 1998 *Cyprideis graciosa* (Purper 1979) - Whatley *et al.*: 234; Pl. 1, Figs. 11-15.
- pars 1998 *Cyprideis graciosa* - Muñoz-Torres *et al.*: 96; Pl. 3, Figs.1-3.
- pars 2011 *Cyprideis graciosa* - Linhares *et al.*: 96; Figs. 3/9-10.
- pars 2014 *Cyprideis* aff. *graciosa* - Gross *et al.*: 25-26, Fig. 6d; Pl. 6, Figs. 33-34; Pl. 7, Figs. 1-20.
- pars 2019 *Cyprideis* aff. *graciosa* - Medeiros *et al.*: 101, Fig.3/H.
- pars 2020 *Cyprideis* aff. *graciosa* - Gross & Piller - Gross & Piller: 116-117; Figs.3T-4T.

Holotype. Left male valve, MPEG-FAB-103.

Paratypes. MPEG-FAB-103, MPEG-FAB-101, MPEG-FAB-104.

Material. 136 valves and 10 carapaces.

Type locality. Pebas, the bank of the river Amazonas, Peru.

Derivation of name. In reference to the type locality name Indiana outcrops.

Diagnosis. Subrectangular species, rounded anterior margin with seven very expressive spines throughout its margin. Sulcus in the middle-dorsal region almost imperceptible. Surface punctuated to reticulated in the peripheral regions. Thick inner lamella and strong sexual dimorphism.

Description. Subrectangular valves in lateral view; inclined dorsal margin forming a slight cardinal angle with the posterior margin. The anterior margin of both valves is rounded, with the anterior margin of the right valve slightly turned downwards, with six to seven expressive spines and scattered among themselves. Ventral margin of the right valve with slight concavity in the anteroventral region; while the ventral margin of the left valve is straight. Posterior margin with three to four spines in posteroventral region of right valve, with the lower spine more developed than the others. Hinge with positive elements in the right valve, elongated anterior element with ten teeth, crenulated and short antero-median element, postero-median element consists of a long crenulated bar, posterior element with six teeth; hinge of the left valve with complementary elements. Moderately thick inner lamella. Normal sieve type pores. Sulcus in middle-dorsal region almost imperceptible. Punctuated surface in the peripheral region of the valves, which resemble small circular deformed reticles in the central region of the valves. Central muscle impression with four adductor muscle impressions: a frontal scar V-shaped; focal point almost imperceptible as well as the two mandibular impressions. Strong sexual dimorphism, with females more inflated than males; these are more elongated with a pointed posterior margin.

Dimensions: MPEG-FAB-103, Female, VR: L: 0.80mm, H: 0.42mm; MPEG-FAB-101, Male, VL: L: 0.80mm, H: 0.39mm; MPEG-FAB-104, Male, VR: L: 0.76mm, H: 0.35mm.

Remarks. *C. indianae* sp. nov. is very well preserved, and is similar to *Cyprideis graciosa* (Purper 1979) differing in the outline that is more subrectangular than subtriangular as in *C. graciosa*; the ornamentation is more reticulated than punctate in the female and more punctate in the males, for all surface and more concentrated in the extremities. It is similar to *C. aff. graciosa* illustrated by Gross *et al.* ((2014) *estampa* 6; fig.39), although the Gross's specimens are more punctate to smooth in the anterior region. Besides the ornamentation, the well developed spine of the postero-ventral region of the left valve in *C. graciosa*, is absent in the study material; it is

present in the postero-ventral region of the right valve, different of the diagnose described by Purper (1979) and illustrated by Purper & Ornellas (1991). This spine is also absent in the material illustrated by Muñoz-Torres *et al.* (1998), Linhares *et al.* (2011), Gross *et al.* (2014), Medeiros *et al.* (2019) and Gross & Piller (2020). According to Gross *et al.* (2013) the presence or absence of spines in the postero-ventral region of the left valve in *C. graciosa*, is an uncertain diagnostic characterists. However, despite of the similarity of *C. indianae* sp. nov. with these specimens in the outline, ornamentation and disposition of the spines, the specimens analized herein differ in the ornamentation pattern, outline, and in the number and distribution of the marginals espines; for this reason, it is here described as a new species.

Distribution. Outcrops Indiana and Pebas both the bank of Amazonas river and Tarapoto, the bank of Napo River, Peru.

Cyprideis soledae sp.nov.

Pl. 5, Figs. 01-14.

Holotype. Female, left valve, MPEG-FAB-105.

Paratypes. MPEG-FAB-106, MPEG-FAB-108, MPEG-FAB-109; MPEG-FAB-107, MPEG-FAB-110, MPEG-FAB-111.

Material. 150 valves and 4 carapaces.

Type locality. Soledad outcrop, on the bank of the Amazon River, Peru.

Derivation of name. In reference to the type locality name Soledad outcrop.

Diagnosis. *Cyprideis* species of subretangular shape, with punctuated surface. Thorns along its anterior margin. Right valve with expressive lower spine in the postero-ventral region. Groove in the mid-dorsal region. Strong sexual dimorphism.

Description. Sub-rectangular species in side view; dorsal margin forms a cardinal angle with the posterior margin, with a protuberance in the mid-dorsal region close to the anterior margin. The anterior margin of both valves is rounded, with eight expressive and spaced spines. Ventral margin of both valves straight, with a slight concavity in the antero-ventral region of the right valve. Posterior margin of the right valve with spines in the postero-ventral region, the lower one being more developed, however in some valves there is a greater development of the lower spine, or its absence. Hinge with positive elements in the right valve, elongated anterior element with nine teeth, short antero-median element, postero-median element consists of a long crenulated bar, posterior element with six teeth; hinge elements are complementary in the left valve.

Moderately thick internal lamella. In both valves there is a slight groove in the mid-dorsal region. Punctuated surface, being more concentrated at its ends. Central muscle impression with four adductor muscle impressions, a V-shaped frontal impression; focal point almost imperceptible as well as the two mandibular impressions. Strong sexual dimorphism, with females more inflated than the males; these are more elongated with a pointed posterior margin.

Dimensions. MPEG-FAB-106, Female, VL: L: 0.81mm, H: 0.44mm; MPEG-FAB-108, Female VR: L: 0.86mm, H: 0.46mm; MPEG-FAB-109; Female, VR: L: 0.89mm, H: 0.46mm; MPEG-FAB-107, Male, VL: L: 1.02mm, H: 0.51mm; MPEG-FAB-110, Male, VR: L: 0.97mm, H: 0.46mm; MPEG-FAB-111, Male, VR: L: 0.98mm, H: 0.48mm.

Remarks. *Cyprideis soledae* sp. nov is similar to *Cyprideis indianae* sp. nov in the outline, in the spines disposition in the anterior and posterior regions of the valves and in the presence of the sulcus in the dorsomedian region in both valves; however *Cyprideis soledae* sp. nov. is higher, with punctuate ornamentation, dorso-median region more prominent and ventral margin straight in both valves.

Occurrence. Outcrops Soledad and St. Clotilde, banks of the Amazon River, in Peru.

Cyprideis santaelenae sp. nov.
Pl. 5, Figures 15-32.

Holotype. Female, right valve, MPEG-FAB-116.

Paratypes. MPEG-FAB-112, MPEG-FAB-113, MPEG-FAB-114; MPEG-FAB-115, MPEG-FAB-117, MPEG-FAB-118, MPEG-FAB-119, MPEG-FAB-120.

Locality Type: Santa Elena outcrop, on the bank of the Amazon River, Peru.

Material. 38 valves.

Derivation of the name. In reference to the type locality name Santa Elena outcrop.

Diagnosis. Species with a rounded anterior margin with spines across its margin. Posterior margin with lower spine more developed in the postero-ventral region. Prominent dorsal margin. Straight ventral margin. Slightly reticulated surface and no groove in the mid-dorsal region.

Description. Subtriangular species in lateral view. Dorsal margin prominent in both valves, forming an almost imperceptible cardinal angle with the posterior margin. Previous margin of both valves rounded, with seven expressive and spaced spines. In some valves, the previous margin appears to be smooth, without crosslinking. Straight ventral margin in both, with slight concavity in the antero-ventral region in the right valve. Subsequent margin of the right valve

with four to five spines in the postero-ventral region, the lower one being more developed, however, in some valves the greater development of two lower spines occurs. Hinge with positive elements in the right valve, elongated anterior element with nine teeth, short antero-median element, postero-median element consists of a long crenulated bar, posterior element with six teeth; hinge elements are complementary in the left valve. Moderately thick internal lamella. Surface with shallow or discrete cross-linking over its entire surface. Central muscle impression with four adductor muscle impressions, the V-shaped frontal impression; focal point almost imperceptible as well as the two mandibular impressions.

Dimensions. MPEG-FAB-112, Male, VR: L: 0.77mm, H: 0.43mm; MPEG-FAB-113, Male, VL: L: 0.91mm, H: 0.45mm; MPEG-FAB-114, Male, VL: L: 0.90mm, H: 0.45mm; MPEG-FAB-115, Male, VL: L: 0.90mm, H: 0.45mm; MPEG-FAB-117, Male, VR: L: 0.90mm, H: 0.42mm; MPEG-FAB-118, Male, VR: L: 0.90mm, H: 0.42mm; MPEG-FAB-119, Male, VR: L: 0.85mm, H: 0.41mm; MPEG-FAB-120, VR: L: 0.87mm, H: 0.43mm.

Remarks. The specimens of *Cyprideis santaelenae* sp. nov. are well preserved and are similar to *C. soledae* sp. nov. in the outline and disposition of the spines in the anterior and posterior margins; however differs of this species in the ornamentation that is more reticulated than punctated, even that is more smooth in the extremities, besides the more prominent and more thick marginals spines, being the postero-ventral margin more developed. Gross *et al.* (2014) illustrated similar specimens to *Cyprideis santaelenae* sp. nov. in the outline and in the marginals spines disposition, which they classified as *Cyprideis* aff. *graciosa* (Pl. 7, fig. 6).

Occurrence. Outcrop Santa Elena, bank of the Amazon River, Peru.

Superfamily CYPRIDACEA Baird, 1845

Family CYCLOCYPRIDIDAE Kaufmann, 1900

Genus *Cypria* Zenker, 1845

Cypria aqualica Sheppard & Bate, 1980

Pl. 6; Figs. 01-03.

- 1977 *Cypria* sp. - Purper, pp. 364 - 365, Pl. 4, Fig. 9.
- 1979 *Cypria?* sp.3 - Purper, pp. 247 - 248, Pl. 8, Figs. 19 - 21.
- * 1980 *Cypria aqualica* - Sheppard & Bate, p.116-117, Pl. 1.13, Figs. 1-6.
- 1998 *Cypria aqualica* Sheppard & Bate, 1980 - Muñoz-Torres *et al.*, p. 94, Pl. 2, Figs.4-6.

- 2006 *Cypria aqualica* Sheppard & Bate, 1980 - Ramos, p. 91, Fig. 6d.
 2010 *Cypria aqualica* Sheppard & Bate, 1980 - Wesselingh & Ramos, p.309, Fig. 18.7D.
 2013 *Cypria* sp. - Gross *et al.*: p.220, Est. 1, Fig. 14,15a-b.
 2017 *Cypria* sp. - Linhares *et al.*: p.17, Fig.6/k.

Material. 4 valves and 5 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-121, Female, VR: L: 0.54mm, H: 0.39mm.

Remarks. The specimens identified as *Cypria aqualica* share the same morphological characteristics as the specimens illustrated by Sheppard & Bate (1980), Muñoz-Torres *et al.* (1998) and Ramos (2006). In addition, they are similar to the specimens illustrated by Gross *et al.* (2013), despite of do not having the contact-knob in the antero-ventral region of the left valve, as pointed out by the authors; this structure neither was mentioned in the previous descriptions, nor was seen in the specimens recovered in the present work. The authors consider the Sheppard & Bate (1980) type material as juvenile of *Cypria aqualica*, therefore, due to the dimensions of the specimens of the studied material, they are also juvenile representatives of the species.

Occurrence. Outcrop of Indiana, the bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Borehole: CPCAN-III-São Paulo de Olivença, Benjamin Constant, north west of Amazonas, Brazil. Outcrops: Santa Sofia, Macedônia and Puerto Nariño, Colômbia.

Superfamily DARWINULACEA Brady & Norman, 1889

Family DARWINULIDAE Brady & Norman, 1889

Genus *Penthesilenula* Rossetti & Martens, 1998

Penthesilenula olivencae (Purper 1979)

Pl. 6, Fig. 04.

- 1977 *Darwinula* sp.- Purper: pp. 364 - 365, Pl. 4, Fig. 5-8.
 * 1979 *Darwinula fragilis* - Purper: pp. 225, Pl. 1, Figs. 4-10.
 1980 *Darwinula* sp. - Sheppard & Bate: p.117, Pl. 13, Figs. 7.
 1998 *Darwinula fragilis* - Muñoz-Torres *et al.*: p. 90, Pl. 1, Figs.1-3.
 2006 *Darwinula fragilis* - Ramos: p. 89-90, Fig. 6 a-c.
 2009 *Darwinula fragilis* - Ramos *et al.*: p.116, Fig. 305-I.
 2010 *Alicenula (Darwinula) fragilis* - Wesselingh & Ramos: pp.309, figs. 18.7e-f.
 2013 *Penthesilenula olivencae* (Purper 1984) comb. nov. - Gross *et al.*: pp. 218, Pl. 1, figs. 1-10, 22-23.

Material. 1 valve.

Dimensions: MPEG-FAB-122, Female, VR: L: 0.49mm, H: 0.19mm.

Remarks. Initially identified as *Darwinulla fragilis* by Purper (1979), the recovered specimens of small and elongated shape have no difference of type material. Gross *et al.* (2013) in an extensive generic discussion, taking into account its morphological characteristics and similarity with other genera, reaching the conclusion that the species is the juvenile of *Penthesilenula olivencae*. Despite being identified in the present work as *Penthesilenula olivencae*, it was not possible to make comparisons of the internal characteristics with previous publications due to its poor state of preservation.

Occurrence. Outcrop of Indiana, bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Boreholes: CPCAN-III, São Paulo de Olivença, northeast do Estado do Amazonas (Ramos 2006) and outcrops of Aquidabã (Wesselingh & Ramos 2010, Gross *et al.* 2013), Morada Nova, Pau D'Alho, Torre da Lua and Barro Branco (Gross *et al.* 2013), Brazil. Outcrops: of Pichua (Sheppard & Bate 1980), Peru; and Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Superfamily CYPRIDACEA Baird, 1845

Family CYCLOCYPRIDIDAE Kaufmann, 1900

Genus *Heterocypris* Clauss, 1893

Heterocypris sp.

Pl. 6, Figs. 05-07.

* 1998 *Heterocypris* sp. 1 - Muñoz-Torres *et al.*: 91; Pl. 1, Figs. 9-13.

Material. 2 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-123, Female, C: L: 0.77mm, H: 0.42mm, W: 0.35mm; MPEG-FAB-124, Female, C: L: 0.73mm, H: 0.41mm, W: 0.32mm.

Remarks. The specimen identified as *Heterocypris* sp. has no distinction from the material illustrated by Muñoz-Torres *et al.* (1998), except for the size of the identified specimens, which are smaller than presented by Muñoz-Torres *et al.* (1998).

Occurrence. Outcrop of Indiana, bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. They occur sporadically in outcrops of Iquitos and Pebas, Peru; Los Chorros, Mocagua, San Martín and Villareal, Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Family MACROCYPRIDINAE Muller, 1912

Genus *Macrocypris* Brady, 1868*Macrocypris* sp.

Pl. 6, Fig. 08.

* 1998 *Macrocypris* sp. - Muñoz-Torres *et al.*: 91; Pl. 1, Figs. 14-17.**Material.** 2 valves.**Dimensions.** MPEG-FAB-126, Female, VR: L: 0.45mm, H: 0.17mm.**Remarks.** The specimen partially preserved and identified as *Macrocypris* sp. shares the same morphological characteristics describes by Muñoz-Torres *et al.* (1998), as broad and elongated outline, anterior margin rounded, posterior margin triangular (slightly rounded); convex dorsal margin and concave ventral margin. However, the teething mentioned by Muñoz-Torres *et al.* (1998), is not visible in present material due to the state of preservation of valve.**Distribution.** Outcrops: Pebas, Peru; Buenos Aires, Mocagua, Los Chorros and Villareal, Colômbia.

Family ILYOCYPRIDIDAE Kaufmann, 1900

Subfamily PELOCYPRIDINAE Triebel, 1962

Genus *Pelocypris* Klie, 1939*Pelocypris zilchi* Triebel, 1953

Pl. 6, Figs. 09-12.

* 1953 *Pelocypris zilchi* n. sp. - Triebel: 2-4, Pl. 1, figs. 1 and 8.1980 *Pelocypris zilchi* Triebel, 1953 - Sheppard & Bate: 104-106, text fig. 3; Pl. 10, figs. 8 and 13.1980 *Pelocypris* sp. - Sheppard & Bate: 108, Pl. 10, fig. 14.2010 *Ilyocypris (Pelocypris) zilchi* (Triebel, 1953) - Wesselingh & Ramos:309, Fig. 18.7c2013 *Pelocypris zilchi* Triebel, 1953 - Gross *et al.*: 220-222, Pl. 2, Figs. 1-13.**Material.** 2 fragments valves.**Dimensions:** The state of partial fragmentation of the valves did not allow the definition of measures.**Remarks.** The material illustrated by Sheppard & Bate (1980), as *Pelocypris zilchi* has similarity with the specimens identified in presente work, as outline, ornammentation and presence of two sulcus in middle-dorsal. However, the authors mentioned the presence of little tubercles in anterior and posterior margin of the valves, as well as the presence of well developed marginal

denticles in right valve of adult specimens. These features are absent in the recovered specimens in the present work. Gross *et al.* (2013) mention the presence of tubercles in juvenile valves, as well as marginal denticles in left valve, different than occur in adults valves.

Occurrence. Outcrop of Indiana, bank of Amazonas River, Peru.

Distribution. Outcrops: Aquidabã, southwest of state of Amazonas (Wesselingh & Ramos 2010; Gross *et al.* 2013), Brazil; La Tagua, in Colômbia (Sheppard & Bate 1980) and Barranca El Sismico, El Salvador (Triebel 1953).

Family CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Genus *Perissocytheridea* Stephenson, 1938

Perissocytheridea ornellasae (Purper 1979)

Pl. 6, Figs. 13-16.

- * 1977 *Perissocytheridea* A - Purper: 364-365.
- 1979 *Leptocytheromorpha ornellasae* - Purper: 245-246, Pl. 8, Figs. 1-12.
- 1980 *Perissocytheridea ?elongata* - Sheppard & Bate: 116, Pl. 12, Figs.7,9,13-18.
- 1998 *Perissocytheridea ornellasae* - Muñoz-Torres *et al.*: 102-104, Pl. 5, Figs. 14-18.
- 2017 *Perissocytheridea ornellasae* - Linhares *et al.*: Figs.5/n-o.
- 2019 *Perissocytheridea* sp. A (Purper 1977) - Medeiros *et al.*: 101, Fig. 5/J.
- 2020 *Perissocytheridea ornellasae* - Gross & Piller: 116-117; Figs.3K-4K.

Material. 106 valves and 57 carapaces.

Dimensions. MPEG-FAB-129, Female, C: L: 0.38mm, H: 0.20mm, W: 0.15mm; MPEG-FAB-130, Female, C: L: 0.35mm, H: 0.15mm, W: 0.12mm.

Remarks. The specimens of *Perissocytheridea orneallasae* recovered herein have morphological characteristics similar to those of Purper (1979) and Sheppard & Bate (1980), as outline, rounded anterior margin and posterior margin slightly pointed to reticulated. However, they do not have two sulcus in the anterodorsal region, as mentioned by Purper (1979) and Sheppard & Bate (1980). The same occurs when compared with the specimens illustrated for Muñoz-Torres *et al.* (1998), Linhares *et al.* (2017) and Medeiros *et al.* (2019).

Occurrence. Outcrops of Indiana, Pebas and Santa Elena, bank of Amazonas river; Santa Clotilde, the bank of Napo river, Peru.

Distribution. Boreholes: CPCAN-I-Tamanduá and CPCAN-III-São Paulo de Olivença, Benjamin Constant, northwest of Amazonas (Purper 1979); 1-AS-8-AM near the Quixito river,

northwest of state of Amazonas (Linhares *et al.* 2017); 1-AS-33-AM southwest of Benjamin Constant, Curuçá river, District of Canamã, Atalaia do Norte (Medeiros *et al.* 2019), Brazil. Outcrops: Pebas (Muñoz-Torres *et al.* 1998), Pichua (Sheppard & Bate 1980) and Porvenir in area of Iquitos Arch, Peru (Gross & Piller 2020); Macedonia, Los Chorros, Buenos Aires and Villareal, Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998).

Superfamilia Cytheracea Baird, 1850

Familia Limnocytheridae Klie, 1938

Subfamilia Limnocytherinae Klie, 1938

Gênero *Skopaeocythere* Whatley, Muñoz-Torres and Van Harten, 2000

Skopaeocythere tetrakanthos Whatley, Muñoz-Torres and Van Harten, 2000

1998 *Neolimnocythere* sp. 1 - Muñoz-Torres *et al.*: 91; Pl. 1, Figs. 9-13.

* 2000 *Skopaeocythere tetrakanthos* gen.et sp. nov. - Whatley *et al.*: 164-166; Figs.2.A-N.

2017 *Skopaeocythere tetrakanthos* gen.et sp. nov. - Linhares *et al.*: Fig.5/r.

2020 *Skopaeocythere tetrakanthos* - Gross & Piller: 116-117; Figs.3R and Figs.4R.

Material. 2 valves and 1 carapace.

Dimensões. MPEG-FAB-131, VR: L: 0.40mm, H: 0.20mm.

Remarks. The identified specimens as *S. tetrakanthos*, although the rare occurrence they are well preserved and have no distinction with the material illustrated for Muñoz-Torres *et al.* (1998); the specimens present the same diagnostic characteristics of the species, as rounded anterior margin, posterior margin tapering and with a terminal apical spine; and four spines downwards in both valves. Thus, the species has the first record to the Pebas Formation, Peru.

Occurrence. Outcrop Santa Elena, bank of Amazonas river, Peru.

Distribution. Boreholes: 1-AS-7D-AM, near the Quixito river, northewest of state of Amazonas (Linhares *et al.* 2017), Brazil. Outcrops: Los Chorros, Colômbia (Muñoz-Torres *et al.* 1998, Whatley *et al.* 2000) and Porvenir, in area of Iquitos Arch, Peru (Gross & Piller 2020).

4.1 Age and correlation

The Pebas Formation is characterized by its rich fossiliferous content, but mainly by the wide record of endemic species. Mollusks and ostracods experienced their greatest radiation during the Miocene (Wesselingh *et al.* 2006, Muñoz-Torres *et al.* 2006), highlighting the high

palynological diversity (Hoorn 1993), thus contributing to paleoenvironmental reconstructions, but mainly for biostratigraphic analyzes, as shown below.

Hoorn (1993) records the palynological diversity of the Pebas / Solimões Formation with the first zonation proposal for formation based on samples from the 1AS-4A-AM core (State of Amazonas, Brazil), which led to the identification of five biozones on palynomorphs (*Verrutricolporites*, *Retitricolporites*, *Psiladiporites-Crototricolpites*, *Crassoretitriletes* and *Grimsdalea*) equivalent to the Miocene (Aquitanian to Tortonian).

Later, Hoorn (1994) based on new sedimentological and palynological data from different outcrops in Peru and Colombia, define the depositional environment as fluvio-lacustrine (Middle-Upper Miocene) and present a stratigraphy of different analyzed sections (Peru and Colombia) with the borehole 1AS-4A-AM (State of Amazonas, Brazil). This correlating allowed to determine the age of the studied outcrops, based on the presence of index species of palynomorphs and consequently to insert them in the palinozones previously proposed in Hoorn (1993). Among the outcrops analyzed by Hoorn (1994), Pebas corresponds to *Crassoretitriletes* palinozone (Middle Miocene) and Indiana equivalent to *Psiladiporites-Crototricolites* palinozone (Lower Miocene-Middle Miocene), both studied herein.

Wesselingh *et al.* (2006), supported by Hoorn's palynological zonation (1993), and using the mollusks from the same samples identified 12 biozones positioned between the Eomiocene/Neomiocene: MZ1 *Aylacostoma ava*, MZ2 *Dyris denticulatus*, MZ3 restricted to Eomiocene; MZ4 *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*, MZ6 *Onobops communis*, MZ7 *Dyris pebasensis*, MZ8 *Dyris lanceolatus*, MZ9 *Pachidon trigonalis*, MZ10 *Dyris mattii-Tryonia minuscula*, restricted to Mesomiocene; MZ11 *Pachydon obliquus-Dyris megacarinata* and MZ12 *Dyris bicarinatus*, restricted to the Neomiocene.

With the biozones recognized, Wesselingh *et al.* (2006) determined the age for each outcrop analyzed, among which, Indiana is equivalent to the biozone MZ4 *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*; Pebas equivalent to MZ7 *Dyris pebasensis*; Santa Elena to MZ8 *Dyris lanceolatus* and Buen Pasa equivalent to MZ5 *Diplodon indianensis*, all restricted to Mesomiocene.

In addition to the works of Hoorn (1993,1994) and Wesselingh *et al.* (2006), Muñoz-Torres *et al.* (2006) analyzed the ostracodes from the same samples studied by these authors, and propose the first zonation with ostracodes for the Pebas Formation using thirty-four local sections

dispersed between Iquitos (Peru) and Benjamin Constant (Brazil). The authors identified five biozones as follow: *Cyprideis aulakos* (uppermost of Lower Miocene to the Middle Miocene); *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis minipunctata* and *Cyprideis obliquosulcata* (Middle Miocene); and *Cyprideis cyrtoma* (uppermost of Middle Miocene to the beginning of the Upper Miocene). These biozones are correlate with the palynological zones proposed by Hoorn (1993) and by Wesselingh *et al.* (2006a), based on mollusks, thus configuring an integrated zonation model for the Western Amazon Neogene.

However, Linhares *et al.* (2019) based on the boreholes 1AS-8-AM and 1AS-7D-AM, review the limits of the biozones proposed by Muñoz-Torres *et al.* (2006). According to Linhares *et al.* (2019) the *Cyprideis aulakos* zone, as proposed by Muñoz-Torres *et al.* (2006) considered before corresponding to the *Crassoretitriteles* (Miocene/Burdigalian-Serravalian) palinozone, actually refers to the Middle Miocene (Langhian-Serravalian), which consequently changed the limit to the *Psiladiporites-Crototricolpites/Crassoretitriteles* palinozones, with an interval between the end of the Lower Miocene to the end of the Middle Miocene (Burdigalian-Serravalian).

With the change in the limits of the *Cyprideis aulakos* biozone (= *Cyprideis sulcosigmoidales*), the other biozones also underwent modifications. The *Cyprideis caraionae* biozone previously restricted to the Middle Miocene (Muñoz-Torres *et al.* 2006), has its limits extended for the Middle Miocene (Serravalian) to Upper Miocene (Tortonian), equivalent to the *Crassoretitriteles* and *Grimsdalea* palinozones (Hoorn *et al.* 1993).

The *Cyprideis minipunctata* biozone previously restricted to the Middle Miocene (Muñoz-Torres *et al.* 2006), has its upper limit extended to the end of the Upper Miocene (Tortonian), corresponding to the Palinozone *Grimsdalea* (Linhares *et al.* 2019). The biozona *Cyprideis cyrtoma* (end of the Middle Miocene to beginning of the Upper Miocene) is now restricted to the Upper Miocene (Tortonian) and corresponds to the Palinozones *Grimsdalea* and *Asteracea* (Linhares *et al.* 2019). In addition, Linhares *et al.* (2019) propose the *Cyprideis paralela* biozone restricted to the Upper Miocene (Tortonian) corresponding to palinozone *Asteracea*; the *Cyprideis obliquosulcata* biozone (Muñoz-Torres *et al.* 2006) was not recognized by the authors in the studied samples.

Subsequently, Medeiros *et al.* (2019) based on the stratigraphic distribution of the species recovered in core 1-AS-33-AM, proposes a local zonation, and identifies three biozones

including a new biozona. The *Cyprideis caraionae* biozone restricted to the Middle Miocene (Serravalian), as proposed by Muñoz -Torres *et al.* (2006), a new *Cyprideis multiradiata* biozone referring to the interval from the end of the Middle Miocene to the beginning of the Upper Miocene (Serravalian-Tortonian) and the *Cyprideis sulcosigmoidalis* zone referring to the Upper Miocene (Tortonian), this correlated by the authors with the *Cyprideis cyrtoma* biozone (Muñoz-Torres *et al.* 2006).

It is worth mentioning that some outcrops studied here have ages previously proposed based on palynology and mollusks (Hoorn 1993,1994, Wesselingh *et al.* 2006a). The Pebas outcrop refers to the Mesomiocene, equivalent to *Crassoretitriletes* palinozone (Middle Miocene) while Indiana comprises the Eomiocene to Mesomiocene interval corresponding to the *Psiladiporites-Crototricolites* palinozone (Miocene Lower to the Middle Miocene). In addition, Wesselingh *et al.* (2006a) infer that Indiana is equivalent to biozone MZA *Toxossoma carinatum*, MZ5 *Diplodon indianensis*; Pebas is equivalent to MZ7 *Dyris pebasensis*; Santa Elena refers to MZ8 *Dyris lanceolatus* and Buen Pasa is equivalent to MZ5 *Diplodon indianensis*, all restricted to the Mesomiocene.

Thus, in order to infer the age of the outcrops studied here, from the region of Iquitos (Peru) and correlate them with the other previously studied localities, the outcrop of Indiana was used as a base; this outcrop is the only one which the stratigraphic profile (Fig. 3 and 4), with five samples was available to the present study, which enabled greater control over the stratigraphic distribution of species. For this, it was verified the associations of ostracodes per sample and their stratigraphic distributions in the studied section. In addition, we sought to verify the guide species of the ostracode biozones following the zonation of Muñoz-Torres *et al.* (2006) and by Linhares *et al.* (2019), whose time limits have been adjusted by the last authors. Subsequently, an attempt was made to verify the species association of the other studied locations, trying to infer their age.

The Indiana section comprises two depth intervals (I-14.5m to 19m; II-19m to 26m), which resulted in the identification of the guide species *Cyprideis caraionae* (Figure 3). Although of *Cyprideis caraionae* Zone, has the lower li, the upper limit follows the not recognized in this outcrop, assignment as proposed by Linhares *et al.* (2019). Therefore, the chronostrigraphic considerations for each outcrop studied are presented below.

4.1.1 Outcrop Indiana

For the Indian outcrop two chronostratigraphic intervals were recognized: interval I (14.5 to 19 meters) and interval II (19 to 26 meters).

Interval I has its top marked by the extinction of *Cyprideis caraionae*. At the base of this interval is marked by the first appearance of *Cyprideis krsticae*; this species is very rare and does not occur in the associations of the zones already defined, with the only previous record for the Solimões Formation by Purper & Pinto (1985). Thus, it is considered that Interval I corresponds to *Cyprideis caraionae* zone which, according to Linhares *et al.* (2019) has its top marked by the extinction of *Cyprideis caraionae* and is related to the Serravalian/Tortonian limit. This zone is delimited at the base and top by the first appearance of *Cyprideis schedogymnos*, not found in the present study, and the extinction of *Cyprideis caraionae*, respectively being characterized as a zone of concurrent amplitude inferring the beginning of the Miocene Middle *sensu* Muñoz-Torres *et al.* (2006). According to Linhares *et al.* (2019) this zone corresponds to the Serravalian is correlated with the *Crossoretitriteles* and *Grimsdalea* zone (Hoorn *et al.* 1993).

In addition to *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp. and *Perissocytheridea ornellasae* also occur in this outcrops.

Interval II is marked by the extinction of *Cyprideis caraionae* at the base, and at the top by the extinction of *Cyprideis sulcosigmoidalis*. However, although the top of this range is delimited by the extinction of *Cyprideis sulcosigmoidalis*, this species does not constitute a guide species that, according to the literature, has a wide stratigraphic occurrence, and may extend to the Tortonian (Medeiros *et al.* 2019).

Thus, it is adopted for this interval that the lower limit has chronostratigraphic correspondence to the Serravalian/Tortonian, marked by the extinction of *Cyprideis sulcosigmoidalis*, extending to the Tortonian. According to Muñoz-Torres *et al.* (2006) *Cyprideis minipunctata* zone has its base defined by the extinction of *Cyprideis caraionae* and the top by the extinction of the species that gives its name, not identified in Indiana. Linhares *et al.* (2019) attribute this zone to the end of the Middle Miocene to the beginning of the Upper Miocene (Serravalian/Tortonian), equivalent to the *Grimsdalea* zone (Hoorn 1993).

Besides *Cyprideis caraionae* and *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Cyprideis krsticæ*, *Cyprideis indianæ* sp. nov., *Cypria aqualica*, *Penthesilenula olivencae*, *Macrocypris* sp., *Pelocypris zilchi* and *Perissocytheridea ornelasæ* were also record in this outcrops.

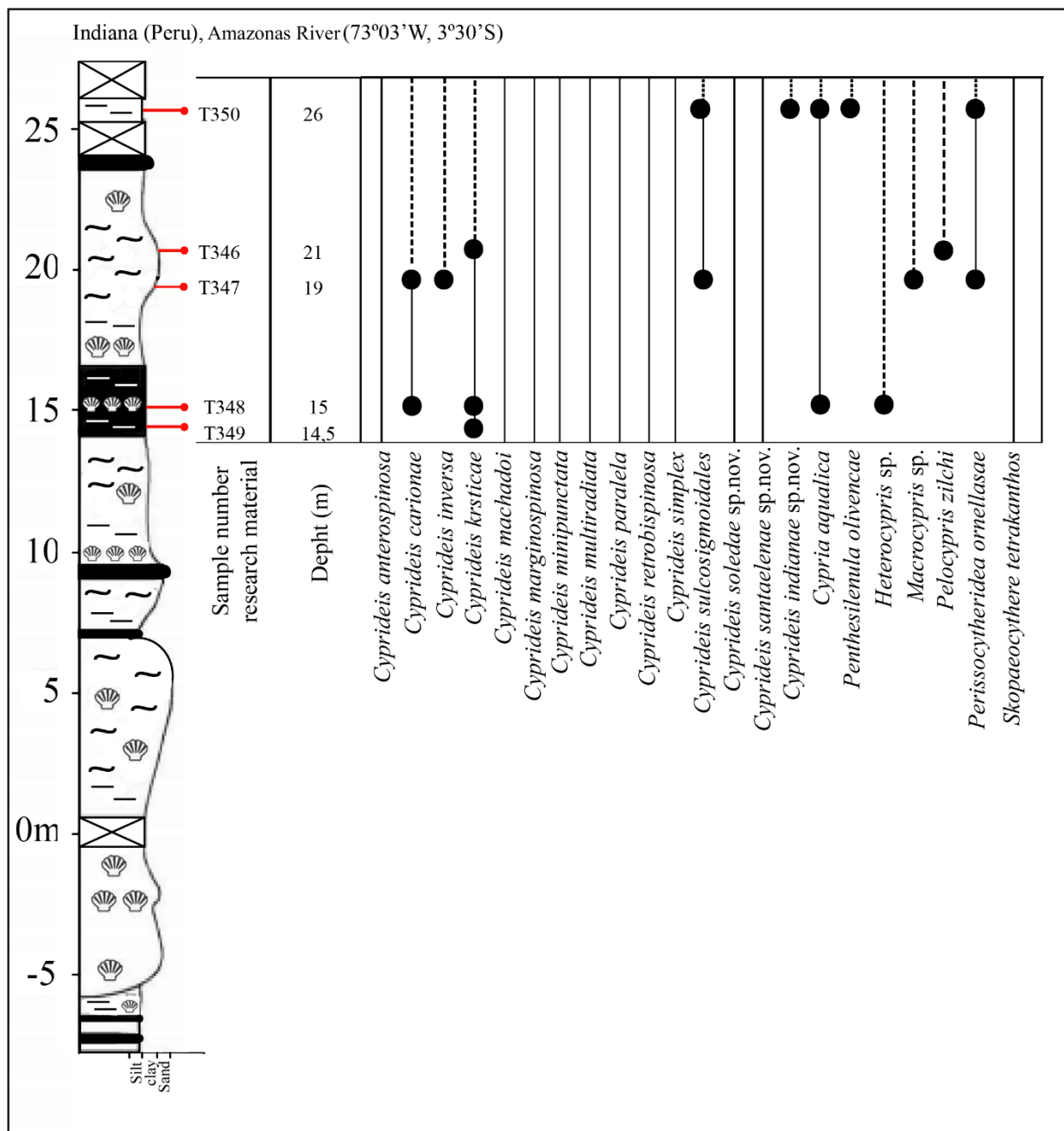


FIGURE 3. Lithological profile of the outcrop Indiana with emphasis on the analyzed samples. Modified by Vonhof *et al.* (2003).

4.1.3 Proposed limits for other outcrops

The other outcrops inserted in the study area do not have a stratigraphic profile that allows stratigraphic control of the analyzed species. However, guide species are identified that allow

inferring a possible age for these outcrops (Fig. 4). The guide species identified are *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis minipunctata* and *Cyprideis paralela*.

In the outcrops Buen Pasa, St. Clotilde and Tarapoto, *Cyprideis caraionae* occurs mostly, associated with *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis indianae* sp. nov. and *Perissocytheridea ornellasae*. *Cyprideis caraionae* has a restricted stratigraphic distribution, naming the corresponding zone and equivalent to the Serravalian interval, according to Linhares *et al.* (2019); Based on this species, these outcrops were tentatively correlated to the end of the Middle Miocene.

Pebas outcrop is here correlated to the Tortonian; this is the only one in which *Cyprideis minipunctata* occurs, a species that calls the *Cyprideis minipunctata* zone. According to Muñoz-Torres *et al.* (2006) this zone has the base marked by the extinction of *Cyprideis caraionae* and the top marked by the extinction of *Cyprideis minipunctata*. In this way, this outcrop is correlated to the chronostratigraphic interval uppermost of the Middle Miocene to the Lower Miocene, equivalent to *Cyprideis minipunctata* zone and to the *Grimsdalea* zone (Linhares *et al.* 2019).

In this outcrop, occur in addition to *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Cyprideis indianae* sp. nov. and *Perissocytheridea ornellasae*.

Among the guide species identified, in the outcrop Soledad occurs *Cyprideis paralela*, which gives its name to the zone proposed by Linhares *et al.* (2019). The authors propose to the base of this zone the extinction of *Cyprideis cyrtoma* and the top by the *paralela* *Cyprideis* extinction.

Thus, the Soledad outcrop is positioned in the Upper Miocene (Tortonian), equivalent to *Asteracea* zone (Linhares *et al.* 2019), based on the extinction of the species *Cyprideis paralela*. In addition, the species occurs associated with *Cyprideis simplex*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis soledae* sp. nov. and *Perissocytheridea ornellasae*; as well as the rare occurrence of *Cyprideis retrobispinosa*.

Cyprideis paralela is the only guide species that occurs in Santa Elena outcrop, associated with *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginuspinosa*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis santaelenae* sp. nov., *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Perissocytheridea ornellasae* and *Skopaeocythere tetrakanthos*. The simultaneous occurrence of *Perissocytheridea ornellasae*, *Skopaeocythere tetrakanthos* with

species of the genus *Cyprideis* is highlighted by Linhares *et al.* (2019) for the *Cyprideis cyrtoma* zone; is marked at the base by the extinction of *Cyprideis minipunctata* and the top by the extinction of *Cyprideis cyrtoma*, these not identified in this outcrop. Thus, it is attributed by the association of these species, in addition to the presence of *Cyprideis paralela* tentatively to Tortonian.

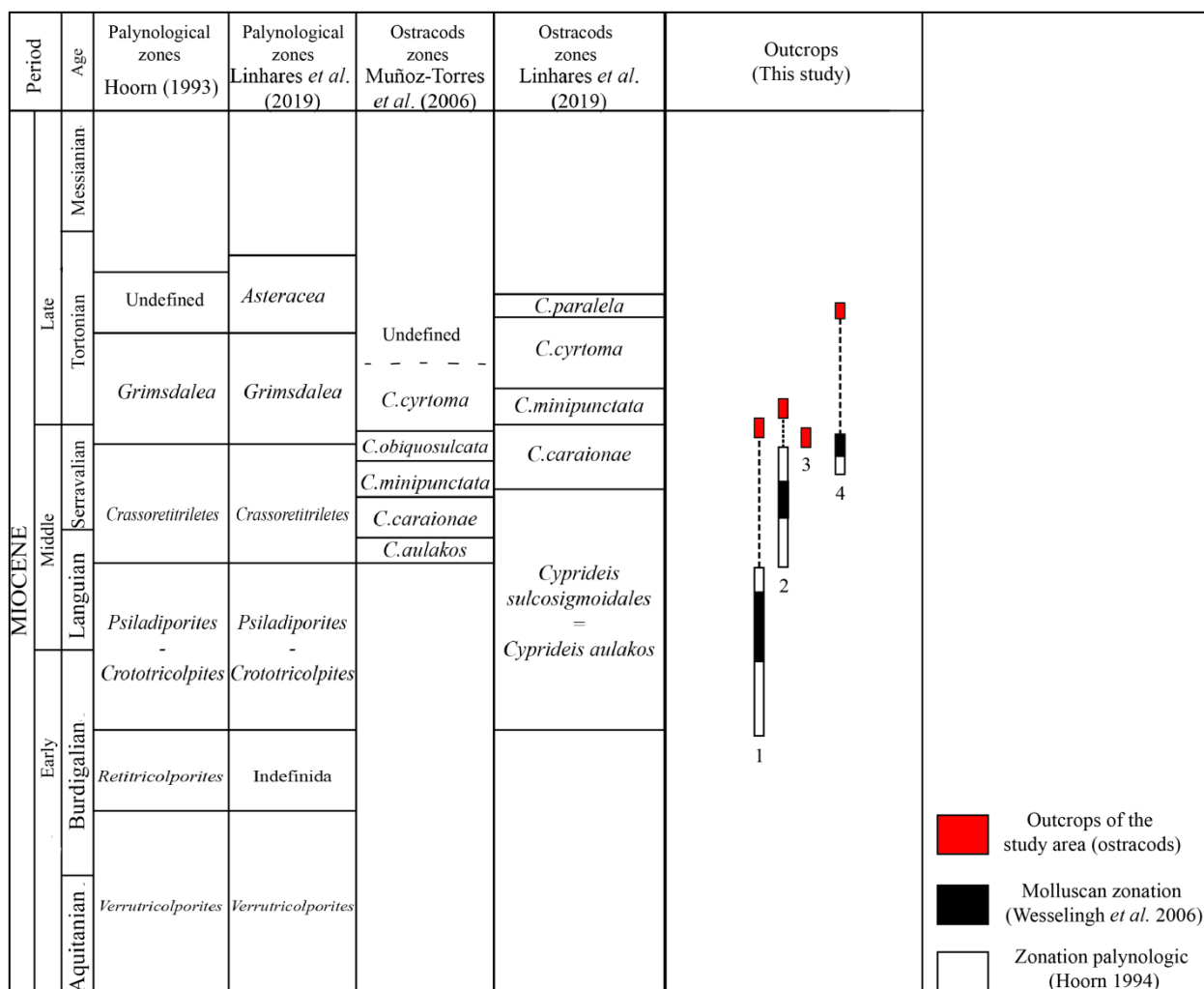


FIGURE 4. Stratigraphic distribution of outcrops in the study area. (1) Indiana; (2) Pebas; (3) Buen Pasa, Tarapoto and St. Clotilde; (4) Santa Elena and Soledad. Modified by Linhares *et al.* (2019), Vonhof *et al.* (2003) and Kaandorp *et al.* (2006).

The Paraiso outcrop has only the occurrence of *Cyprideis sulcosigmoidalis*. This species, synonymous with *Cyprideis aulakos* by Gross *et al.* (2014), has a wide stratigraphic occurrence occurring from the Lower Miocene to the Upper Miocene (Muñoz-Torres *et al.* 2006, Linhares *et al.* 2019). However, Medeiros *et al.* (2019) propose a zone with the name of this species, with the base defined by the last occurrence of *Cyprideis multiradiata* and top by the last occurrence of *Cyprideis sulcosigmoidalis*, this area being equivalent to the Tortonian. Thus, due to the absence

of guide species, as well as the only occurrence of *Cyprideis sulcosigmoidalis* and the wide stratigraphic occurrence of the species, it is impossible to infer the chronostratigraphic interval for this outcrop.

4.2 Paleoenvironmental interpretation

The region is marked by the predominance of the genus *Cyprideis*, which can be found in environments of different salinities, being commonly associated with lakes, since it is more abundant and diverse in this environment (Wouters 2002). Whatley *et al.* (1998) attribute the high diversity and predominance of the genus to a stable and low energy environment, isolated from saline water. The authors also point out that the high salinity of the water was not favorable for the occurrence of non-marine taxons neither to marine taxa.

However, Linhares *et al.* (2011) attribute the greatest radiation of *Cyprideis* to an environment influenced by marine incursions (river-lake), with an abrupt change in the salinity rate. The authors mention that the layers with lower salinity directly reflected in the morphology of the genus, such as the appearance of nodules on the external surface of the valve; for the other hand, the layers that favoring marine taxa, such as foraminifera infer episodes of marine incursion as previously registered for the Western Amazon Neogene (Wesselingh *et al.* 2002, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Linhares *et al.* 2011, 2017, 2019, Gross *et al.* 2014, Boonstra *et al.* 2015).

Thus, in the present work, the absence of nodules on the outer surface of the genus *Cyprideis*, as well as foraminifera in the analyzed samples rules out the possibility of sudden changes in salinity, revealing a more stable environment. The common occurrence of the genera *Perissocytheridea* and *Skopaeocythere* associated to the genus *Cyprideis*, indicates higher salinity rates, since these genera are characteristic of a brackish environment, common in marginal marine deposits (Whatley *et al.* 2000, Muñoz-Torres *et al.* 2006, Gross & Piller 2020); however, the occurrence of taxa characteristic of brackish and/or marine environments, by themselves, are not indicative of marine influence (Gross *et al.* 2015).

In addition, freshwater groups (*Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Penthesilenula olivencae* and *Pelocypris zilchi*) rarely recovered herein in a poor state of preservation may indicate subaerial exposure or reworking. Interestingly, Ramos (2006) documents a predominance of freshwater groups the top of the Solimões Formation (Region of Eurinepé) co-occurring with the genus *Cyprideis*, in a low-energy river-lake environment. In other hand,

Wesselingh *et al.* (2002) infer for the study area, a lacustrine environment with restricted marine incursions, which directly influenced the diversity and endemism of mollusks and ostracodes, during the Miocene.

Based on the predominance and diversity of the genus *Cyprideis*, as well as on the rare mixture of freshwater (*Cypria*, *Heterocypris*, *Penthesilenula* and *Pelocypris*) and marine-transitional (*Peryssocytheridea* and *Skopaeocythere*) taxa recovered herein, it can be inferred that the study area comprises a predominantly lacustrine environment subjected to variations in salinity, without evidence of marine influence; since salinity is directly related to electrical conductivity and osmotic pressure, which vary in the environment, mainly due to changes in the temperature and depth of aquatic environments (Keyser 2005, Meyer *et al.* 2016).

The *Cyprideis* genus is euryhaline, adapted to live in conditions of variable salinity related to daily and/or seasonal cycles (Van Harten 2000). Its adaptation to stress caused by salinity involves physiological peculiarities, metabolic pathways and genetic configurations (Van Harten 1975, Sywla *et al.* 1995). Thus, the predominance of the genus as well as the high morphological diversity in the studied deposits, as well as in the other locations already mentioned in the literature, could be related to presence of these daily and/or seasonal variations in the lacustrine deposits of the Neogene, common in the Neogene of during the Amazonian environments.

5. Conclusion

The taxonomic analysis presented in the present study is a great contribution to the ostracofauna of the Pebas Formation, mainly with regard to the description of new species identified herein; consequently, survey of the geographic distribution of the ostracodes from Western Amazonian Neogene helps in the correlations between the different locations already studied. Thus, it was possible to recognize eight genus and twenty two species of ostracodes recovered with three new species described: *Cyprideis indianae* sp. nov., *Cyprideis soledae* sp. nov., *Cyprideis santaelenae* sp. nov., *Cyprideis antrospinosa*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis marginospinosa*, *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis parallel*, *Cyprideis retrobispinosa*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis sulcosigmoidales*, *Cypria aqualica*, *Heterocypris* sp., *Macrocypris* sp., *Pelocypris zilchi*, *Penthesilenula olivencae*, *Perissocytheridea ornellasae* and *Skopaeocythere tetrakanthos*.

The most species are common to Pebas and Solimões formations, showing great correlate between these units; the species *Cyprideis anterospinosa*, *Cyprideis krsticae*, *Cyprideis marginuspinosa* and *Cyprideis retrobispinosa* have here the first record to Pebas Formation.

In addition to the predominance and diversity of the genus *Cyprideis*, the taxonomic study allowed to verify the occurrence of intraspecific variations similar to the variations observed in some species of the genus previously identified for the Pebas Formation and its correlate, the Solimões Formation. In general, no nodular species of the genus *Cyprideis* were found in the recovered material, since the occurrence of nodules is related to the reduction of salinity.

Among the outcrops of the study area, only Indiana has a stratigraphic profile, which enabled greater control in the stratigraphic distribution of species and inferred a possible age for this. Thus, in the present work, Indiana is restricted to the Mesomiocene to Neomiocene interval, not in agree with on palynological and mollusks, data which infer Eomiocene to Mesomiocene interval.

The same incongruence occurs with the others outcrops. To Pebas restricted before to Mesomiocene, here is equivalent to Neomiocene (Tortonian); Buen Pasa dated based only on molluscs before as restricted to the Mesomiocene (Langhian), here is restricted to Mesomiocene (Serravalian); and Santa Elena restricted before to the end of the Mesomiocene (Serravalian) here is attributed to the Neomioceno (Tortonian). While the Tarapoto and St. Clotilde outcrops is here inferred to the Mesomiocene and Soledad to the Neomiocene; these outcrops have not been analyzed in previous publications.

The assembly of ostracodes and mainly the predominance and diversity of the genus *Cyprideis* allowed to infer that the study area is associated with a predominantly lacustrine environment, influenced by slight variations in the salinity rates; caused by the temporal environmental variations of the lake deposits of the Neogene. Such variations influenced the morphology of the genus *Cyprideis* as well as the sporadic occurrence of taxa from the marginal marine environment, such as *Perissocytheridea* and *Skopaeocythere*; as well as exclusively fresh-water taxons, such as *Cypria*, *Heterocypris*, *Penthesilenula* and *Pelocypris*.

The rare occurrence of others taxa rather than *Cyprideis* is directly related to environmental changes that the region has undergone over time, such as variations in the rate of subsidence, climatic changes, variations in sea level, among others, as well as variations in

salinity that strongly influenced variability of taxa registered in the Western Amazon during the Miocene, among them the ostracods of the genus *Cyprideis*.

Acknowledgments

We would like to thank to Frank Wesselingh for the samples donation to the present study; Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG) for the infrastructure of the laboratories of the Coordenação de Ciências da Terra and Ecologia provided. The Federal University of Pará (UFPA) supported this research through the Programa de Pós Graduação em Geologia and Geoquímica (PPGG). This work was carried out with the support of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brazil (CAPES) – financing code 001.

References

- Antonie P. O., Abello M. A., Adnet S., Sierra A. J. A., Baby P., Billet G., Corfu F. 2016. A 60-million-year Cenozoic history of western Amazonian ecosystems in Contamana, eastern Peru. *Gondwana Research*, **31**, 30-59. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1342937X15002543>. Access in: 20/06/2018.
- Boonstra M., Ramos M.I.F., Lammertsma E.I., Antoine P.O., Hoorn C. 2015. Marine connections of Amazonia: evidence from foraminifera and dinoflagellate cysts (early to middle Miocene, Colombia/Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **417**: 176-194. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031018214005471>. Access in: 15/03/2018.
- Calderon Y., Baby P., Hurtado C., Brusset S. 2017. Thrust tectonics in the Andean retroforeland basin of northern Peru: Permian inheritances and petroleum implications. *Marine and Petroleum Geology*. Doi: 10.1016/j.marpetgeo.2017.02.009. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264817217300557>. Access in: 05/03/2018.
- Calves G., Calderón Y., Enriquez C.H., Brusset S., Santini W., Baby P. 2018. Mass balance of Cenozoic Andes-Amazon source to sink system-Marañón basin, Peru. Doi:10.3390/geosciences8050167. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/324888721>. Access in: 16/05/2018.
- Caputo M.V. 1991. Solimões megashear: intraplate tectonics in northwestern Brazil. *Geology* (19): 246-249.
- DeCelles P.G. & Giles K.A. 1996. Foreland basin systems. *Basin Res* **8**: 105–123.
- Eude A., Roddaz M., Bricchau S., Brusset S., Calderon Y., Baby P., Soula J.C. 2015. Controls on timing of exhumation and deformation in the northern Peruvian eastern Andean wedge as inferred from low-temperature thermochronology and balanced cross section: *Tectonics* **34** (4): 715-730.

Doi: 10.1002/2014TC003641. Available in:
<https://www.researchgate.net/publication/274140933>. Access in: 10/04/2018.

Decima A. 1964. Ostracodi del Gen. *Cyprideis* Jones del Neogene e del Quaternario italiani. *Palaeontographia Italica* **57**: 81–133

Gabb W.M. 1868. Descriptions of new species of South American fossils. *American Journal of Conchology*, (4): 197-200.

Gingras M.K., Räsänen M., Pemberton G.S., Romero L.P. 2002. Ichnology and sedimentology reveal depositional characteristics of bay-margin parasequences in the Miocene Amazonian foreland basin. *Journal of Sedimentary Research*, **72** (6): 871- 883.

Gitter F, Gross M, Piller WE 2015. Subdecadal resolution in sediments of Late Miocene lake Pannon reveals speciation of *Cyprideis* (Crustacea, Ostracoda). PLoS ONE 10(4): e0109360. Doi:10.1371/journal.pone.0109360. Disponivel em:
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0109360>. Access in: 05/04/2018.

Gliozzi E., Rodriguez-Lazaro J., Pipik R. 2016. The Neogene Mediterranean origin of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850). *Journal of Micropalaeontology*. Disponivel em:
<https://dx.doi.org/10.6084/m9>. Access in: 25/03/2018.

Gross M., Piller W.E., Ramos M.I., Paz J.D.S. 2011. 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., Caporaletti M., Piller W.E. 2013. Ostracods (Crustacea) and their palaeoenvironmental implications for the Solimões Formation (late Miocene, Western Amazonia/Brazil). *Journal of the South American Earth Sciences*, **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, 1–69.

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. Available in:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14772019.2015.1078850>. Access in: 25/03/2018.

Gross M. & Piller W.E. 2020. Saline waters in Miocene Western Amazonia-an alternative View. *Front. Earth Sci.* **8**:16. Doi: 10.3389/feart.2020.00116. Disponivel em:
<https://www.researchgate.net/publication/337222041>. Access in: 10/04/2020.

Hajek Tadesse V., Belak M., Sremac J., Vrsaljko D., Vacha L. 2009. Early Miocene ostracods of the Sadovi section (Mt Požeška Gora, Croatia). *Geologica Carpathica*, **60**: 251–262. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/250166937>. Access in: 20/05/2018.

- Heip C 1976. The life-cycle of *Cyprideis torosa* (Crustacea, Ostracoda). *Oecologia* **24**: 229-245.
- 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. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography* **109**: 1–54.
- Hoorn C. 1994b: An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon river system (Middle Late Miocene), NW Amazonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**:187-238.
- Hoorn C., Wesselingh, F.P., Hovikoski, J., Guerrero, J. 2010. The development of the Amazonian mega-wetland (Miocene, Brazil, Colombia, Peru, Bolivia). *In*: Hoorn C. & Wesselingh F. (eds) *Amazonia: landscape and species evolution, a look into the past*, chapter 8, p. 123-142. Wiley-Blackwell, Oxford.
- 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): e1601693. Available in: <http://advances.sciencemag.org/>. Access in: 25/07/2018.
- Jones T.R. 1857. A monograph of the Tertiary Entomostraca of England. *Monograph of the Palaeontographical Society of London*, **9**: 1-55. Disponivel em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/46366#/summary>. Access in: 08/08/2018.
- Kaandorp R.J.G., Wesselingh F.P., Vonhof H.B. 2006. Ecological implications from stable isotope records of Miocene western Amazonian bivalves. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 54-74. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981105001823>. Access in: 25/08/2018.
- Kesling R.V. 1951. Terminology of ostracod carapaces. Michigan, University of Michigan. *Contributions from the Museum of Paleontology*, **9** (4): 93-171.
- Keyser D. 1978. Ecology and zoogeography of recent brackishwater Ostracoda (Crustacea) from south-west Florida. *In*: Loffler H, Danielopol DL (eds) *Aspects of ecology and zoogeography of recent and fossil ostracoda*. Junk, The Hague, p. 207–222.
- Keyser D. 2005. Histological peculiarities of the nodding process in *Cyprideis torosa* (Jones) (Crustacea, Ostracoda). *Hydrobiologia*, **538**: 95–106. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-004-4940-x>. Access in: 25/08/2018.
- Keyser D. & Aladin N. 2004. Noding in *Cyprideis torosa* and its causes. *Stud. Quaternaria* **2**: 19–24.
- 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. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825210000140>. Access in: 26/04/2018.

Liebau A. 2005. A revised classification of higher taxa of the Ostracoda (Crustacea). *Hydrobiologia*, **538**: 115–137.

Ligos S. & Gliozzi E. 2012. The genus *Cyprideis* Jones, 1857 (Crustacea, Ostracoda) in the Neogene of Italy: a geometric morphometric approach. *Revue de Micropaléontologie*, **55**: 171-207.

Linhares A.P., Ramos M.I.F., Gross M., Piller W.E. 2011. Evidence for marine influx during the Miocene in southwestern Amazonia, Brazil. *Geologia Colombiana* **36**: 91–104.

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*.

Mathalone J.M.P. & Montoya M.R. 1995. Petroleum geology of the subAndean basins of Peru. In: Tankard AJ, Suarez-Soruco R, Welsink HJ (eds). *Petroleum basins of South America*. Houston (MA): aapg; p.423-444.

Medeiros C.G., Do Carmo D.A., Antonieto L.S., Boush L.E.P. 2019. The ostracods from Solimões Formation, Brazil: an alternative biostratigraphic zonation for the Neogene of Amazonia. *A journal of the Brazilian Society of Paleontology*, **22**(2):97-105. Doi:10.4072/rbp.2019.2.02. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/337600147>. Access in: 15/09/2019.

Medici M.C., Ceci M.E., Gliozzi E. 2011. Early Pliocene brackish freshwater ostracoda from the Valdesa Basin (Tuscany, Central Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. (Vol.117, N°03, pp.473-500).

Meyer J., Wrozyzna C., Gross M., Leis A., Piller W.E. 2016. Morphological and geochemical variations of *Cyprideis* (Ostracoda) from modern waters of the northern Neotopics. Doi:10.1007/s10201-016-0504-9. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5524871/>. Access in: 24/05/2018.

Monsch K.A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **143**: 31-50.

Muñoz-Torres F., Whatley R.C, Harten D. van. 1998. The endemic non-marine Miocene ostracod fauna of the Upper Amazon basin. *Revista Espanhola de Micropaleontologia*, **30** (3): 89-105.

Muñoz-Torres F.A., Whatley R.C., Van Harten D. 2006. Miocene ostracod (Crustacea) biostratigraphy of the Upper Amazon basin and the *Cyprideis* genus evolution. *J S Am Earth Science* **21**: 75–86.

- Nuttal C.P. 1990. A review of the Tertiary non marine molluscan faunas of the pebasian and other inland basins of forth-western South America. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology*, **45** (2): 165-371.
- Parra F.J., Navarrete R.E., di Pasquo M.M., Roddaz M., Calderón Y., Baby P. 2019. Neogene palynostratigraphic zonation of the Marañon basin, Western Amazonia, Peru, Palynology.
- PARSEP 2001. Final report on the Huallaga basin and adjacent area, the hydrocarbon potential of NE Peru Huallaga, Santiago and Marañón basins study: (Perupetro report). Lima.
- Purper I. 1977. Histórico e comentários sobre a paleontologia e idade da Formação Pebas. *Pesquisas*, **8**: 7-32.
- Purper I. 1979. Cenozoic ostracodes of the Upper Amazon basin, Brazil. *Pesquisas*, **12**: 209-281.
- Purper I. & Pinto I.D. 1983. New genera and species of ostracodes of the Upper Amazon basin, Brasil. *Pesquisas*, **15**: 113-126.
- Purper I. & Pinto I.D. 1985. New data and new ostracodes from Pebas Formation – upper Amazon basin. *Série Geologia, Seção Paleontologia e Estratigrafia*, **27**:427–434.
- Purper I. & Ornellas L.P. 1991. New ostracodes of the endemic fauna of the Pebas Formation, Upper Amazon basin, Brazil. *Pesquisas*, **18**: 25-30.
- Ramos M.I.F. 2006. Ostracods from the Neogene Solimões Formation (Amazonas, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **21** (1–2), 87–95.
- Räsänen M.E., Linna A., Irion G., Rebata L.A., Vargas R., Wesselingh F. 1998. Geología y geoformas de la zona de Iquitos. In: Kalliola R.& Flores Paitán S. (ed.). *Geoecología y desarrollo Amazónico: estudio integrado en la zona de Iquito, Peru*. Annales Turkuensis (AII)114: 59-137.
- Rebata L.A., Gingras M.K., Räsänen M.E., Barberi M. 2006. Tidal channel deposits on a delta plain from the Upper Miocene Nauta Formation, Marañón foreland sub-basin, Peru. *Sedimentology* **53**: 971–1013.
- Roddaz M., Baby P., Brusset S., Hermoza W., Darrozes J.M. 2005. Forebulge dynamics and environmental control in Western Amazonia: The case study of the arch of Iquitos (Peru). *Tectonophysics* **399**: 87–108.
- Roddaz M., Hermoza W., Mora A., Baby P., Parra M., Christophoul F., Brusset S., Espurt N. 2010. Cenozoic sedimentary evolution of the Amazonian foreland basin system. In: Hoorn, C., Wesselingh, F.P. (ed.). *Amazonia, Landscape and Species Evolution: A Look into the Past*. Wiley-Blackwell, Oxford, p. 61-88.
- 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. (ed.). *Developments in quaternary sciences*. Oxford, UK, Elsevier, p. 1-14.
- Salas-Gismondi R., Flynn J.J., Baby P., Tejada-Lara J., Wesselingh F.P., Antoine P.-O. 2015. A Miocene hyperdiverse crocodylian community reveals peculiar trophic dynamics in proto Amazonian mega-wetlands. *Proceedings of the Royal Society B*.

Sandberg P.A. 1964. The ostracod genus *Cyprideis* in the Americas. *Acta Universitatis Stockholmiensis*, **12**: 1-178.

Sanchez A.F., Chira J.F., Romero D.F., De la Cruz J.W., Herrera I.T., Cervante J.G., Monge R.M., Valencia M.M., Cuba A.M. 1999. Geología de los cuadrángulos de Puerto Arturo, Flor de Agosto, San Antonio del Estrecho, Nuevo Perú, San Felipe, Río Algodón, Quebrada Airambo, Mazán, Francisco de Orellana, Huanta, Iquitos, Río Maniti, Yanashi, Tamshiyacu, Río Tamshiyacu, Buenjardín, Ramón Castilla, Río Yavarí-Mirín e Buenavista. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 132. INGEMMET, Lima.

Sheppard L.M., Bate R.H. 1980. Plio-Pleistocene ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru. *Palaeontology*, **23**: 97-124.

Shephard G.e., Muller R.D., Liu L., Gurnis M. 2010. Miocene drainage reversal of the Amazon river driven by plate-mantle interaction. *Nature Geoscience*, **3**: 870-875:1-15.

Smith A. J. & Horne D. J. 2002. Ecology of marine, marginal marine and nonmarine ostracodes. In: Holmes, J.A. Chivas, A.R. (ed.). *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, Geophysical Monograph 131*. Washington: D.C., American Geophysical Union, p.37-64.

Swain F.M. 1998. *Ostracoda from the Pliocene? Pebas Formation at Iquitos, Peru*. Disponible em: http://www.geo.umn.edu/people/profs/swain/iquitos_peru.pdf. Access in: 10/03/2018.

Sywula T., Glazewska I., Whatley R.C., Moguevsky A. 1995. Genetic differentiation in the brackish-water ostracod *Cyprideis torosa*. *Marine Biology*, **121**: 647–653.

Tibert N. E., Colin J.P., Leckie R.M., Babinot J.F. 2003. Revision of the ostracod genus *Fossocytherideia* Swain and Brown 1964: Mesozoic ancestral root for the modern eurytopic *Cyprideis* Jones. *Micropaleontology*, **49** (3): 205-230. Available in: https://www.geo.umass.edu/faculty/leckie/Fossocytheridea_Micropaleo_2003.pdf. Access in: 11/08/2018

Van den Bold W.A. 1976. Distribution of species of the tribe Cyprideidini (Ostracoda, Cytherideidae) Van den Bold, W.A. 1976. Distribution of species of the tribe Cyprideidini (Ostracoda, Cytherideidae).

Van Harten D. 1975. Size and environmental salinity in the modern euryhaline ostracod *Cyprideis torosa* (Jones, 1850), a biometrical study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **17**: 35–48.

Van Harten D. 2000. Variable nodding in *Cyprideis torosa* (Ostracoda, Crustacea): an overview, experimental results and a model from catastrophe theory. In: Horne D.J. & Martens K. (eds) *Evolutionary biology and ecology of ostracoda. Hydrobiologia*, **419**: 131–139

Vonhof H.B., Wesselingh F.P., Gringas G.K. 1998. Reconstruction of the Miocene western Amazonian aquatic system using molluscan isotopic signatures. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **141**: 85-93.

Vonhof H.B., Wesselingh F.P., Kaandorp R.J.G., Davies G.R., van Hinte J.E., Guerrero J. *et al.* 2003. *Paleogeography of Miocene Western Amazonia*: isotopic composition of molluscan shells constrains the influence of marine incursions. *Geol Soc Am Bull* **115**: 983–993

Wanderley M. D. 2010. Técnicas de preparação de microfósseis. *In*: Carvalho I.S (ed.). *Paleontologia: conceitos e métodos*. Rio de Janeiro, Interciência, p.387-395.

Wesselingh F.P., Räsänen M.E., Irion G., Vonhof H.B., Kaandorp R.J.G., Renema W., Romero-Pittman I., Gingras M.K., 2002. Lake Pebas: a palaeo-ecological reconstruction of a Miocene long-lived lake complex in Western Amazonia. *Cenozoic, Research*, **1**:35-81.

Wesselingh F.P., Guerrero J., Räsänen M.E., Romero P.L., Vonhof H.B. 2006a. *Landscape evolution and depositional processes in the Miocene Pebas lake/wetland system*: evidence from exploratory boreholes in northeastern Peru. *Scripta Geologica* **133**: 323–361.

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. (ed.). *Amazonia: landscape and species evolution, a look into the past*, chapter 8, p. 302–316, Wiley-Blackwell, Oxford.

Whatley R.C., Muñoz-Torres F., Van Harten D. 1998. The Ostracoda of an isolated Neogene saline lake in the western Amazon Basin. *Bulletin du Centres de Recherches Elf Exploration-Production, Memoires*, **20**: 231-245.

Whatley R.C., Muñoz-Torres F., Van Harten D. 2000. *Skopaeocythere*: a minute new limnocytherid (Crustacea, Ostracoda) from the Neogene of the Amazon basin. *Ameghiniana*, **37** (2): 163–167.

Wouters K. 2002. On the distribution of *Cyprideis torosa* (Jones) (Crustacea, Ostracoda) in Africa, with the discussion of a new record from the Seychelles. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Biologie*, **72**: 131–140. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/301831183>. Access in: 15/05/2018.

Wouters K. 2016. On the modern distribution of the euryhaline species *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) (Crustacea, Ostracoda). *Journal of Micropalaeontology*, **36**: 21-30. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301831183>. Access in: 15/05/2018.

Wouters K. & Martens K. 1994. Contribution to the knowledge of the *Cyprideis* species flock (Crustacea: Ostracoda) of lake Tanganyika, with the description of three new species. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, **64**: 111–128. Available in: http://biblio.naturalsciences.be/rbins-publications/bulletin-of-the-royal-belgian-institute-of-natural-sciences-biologie/64-1994/biologie-1994-64_111-128.pdf. Access in: 15/05/2018.

Wouters K. & Martens K. 1999. Four new species of the *Cyprideis* species flock (Crustacea: Ostracoda) of lake Tanganyika. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, **69**: 67–82. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/283679404>. Access in: 15/05/2018.

Wouters K. & Martens K. 2001. On the *Cyprideis* species flock (Crustacea, Ostracoda) in lake Tanganyika, with the description of four new species. *Hydrobiologia*, **450**: 111–127. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1017547523121>. Access in: 15/05/2018

Plate 1

Fig. 01-04: *Cyprideis anterospinosa* Purper & Ornellas (1991)

01 - 02: Female, right valve, inside view and external view (MPEG-FAB-01).

03: Dorsal margin, hinge elements (MPEG-FAB-01).

04: Right valve, posterior margin, posterior spine detail (MPEG-FAB-01).

Fig. 05-16: *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto (1985)

05 - 06: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-02).

07-08: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-05).

09-10: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-09).

11-12: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-12).

13: Female, dorsal view (MPEG-FAB-08).

14: Male, dorsal view (MPEG-FAB-15).

15: Detail of the denticles of the posterior margin of Fig. 11 (MPEG-FAB-13).

16: Detail of the denticles of the anterior margin of Fig. 11 (MPEG-FAB-13).

Fig.17-22: *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto 1983)

17: Male, dorsal view (MPEG-FAB-18).

18: Male, carapaça, vista lateral da left valve da fig. 08 (MPEG-FAB-17).

19-20: Male, left valve, external view and inside view (MPEG-FAB-16).

21: Detail of the poro canals da Fig. 19 (MPEG-FAB-16).

22: Detail of the muscle scars da Fig. 20 (MPEG-FAB-16).

Fig. 23-30: *Cyprideis krsticae* Purper & Pinto (1985)

23-24: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-20).

25-26: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-25).

27-28: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-21).

29: Female, left valve, external view (MPEG-FAB-22).

30: Female, left valve, external view (MPEG-FAB-23).

PLATE 1

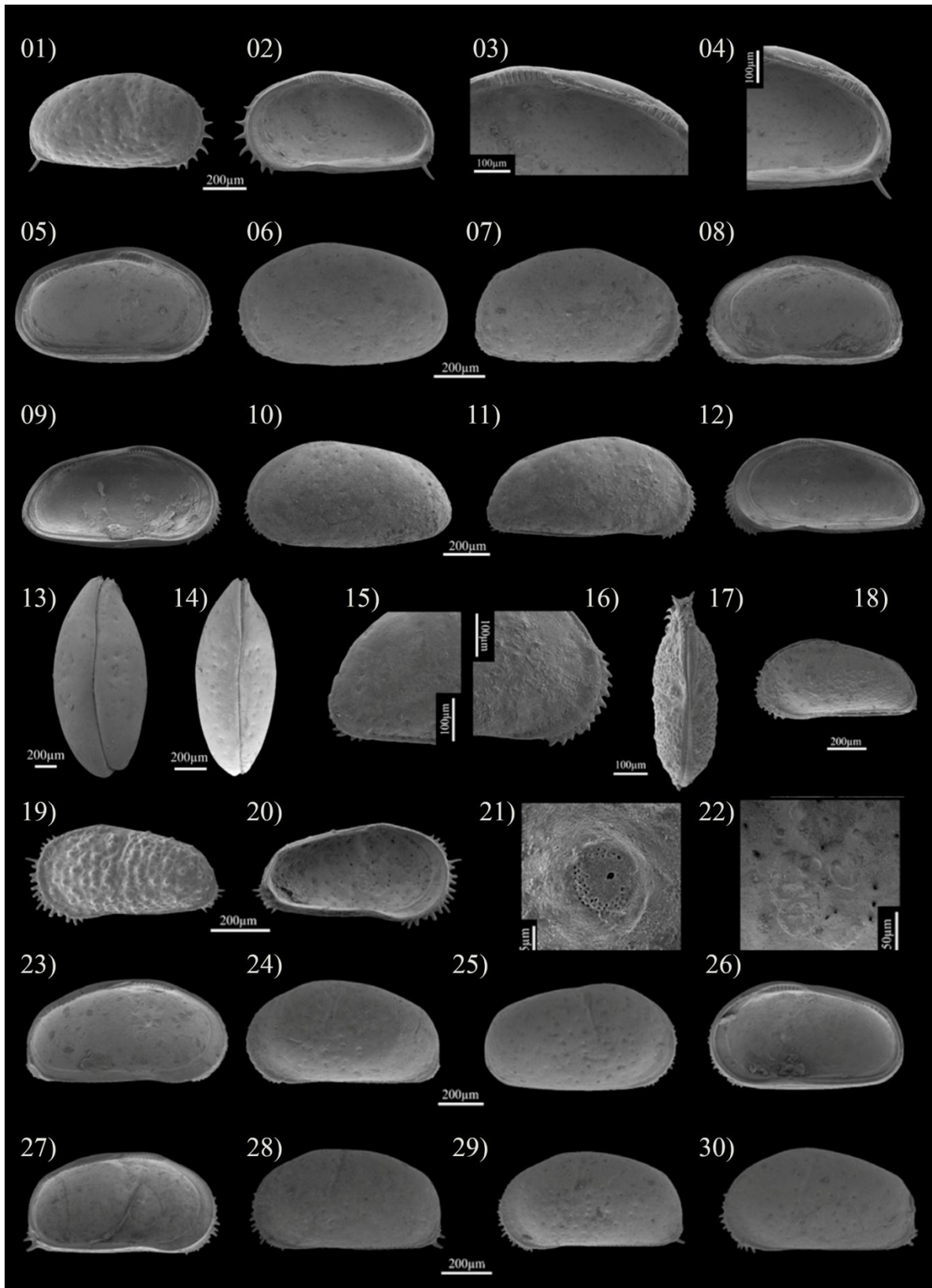


Plate 2

Fig. 01-10: *Cyprideis krsticae* (Purper & Pinto 1985)

01-02: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-27).

03-04: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-31).

05-06: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-28).

07-08: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-29).

09: Female, dorsal view (MPEG-FAB-32).

10: Male, dorsal view (MPEG-FAB-34).

Fig. 11-22: *Cyprideis machadoi* (Purper 1979)

11: Detail of the posterior margin of Fig. 15 (MPEG-FAB-38).

12: Detail of the anterior margin of Fig. 15 (MPEG-FAB-38).

13: Detail of the anterior margin of Fig. 18 (MPEG-FAB-41).

14: Detail of the posterior margin of Fig. 18 (MPEG-FAB-41).

15-16: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-38).

17-18: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-41).

19-20: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-43).

21-22: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-46).

Fig. 23-30: *Cyprideis marginuspinosa* (Purper & Ornellas 1991)

23-24: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-51).

25-26: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-53).

27-28: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-55).

29-30: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-58).

PLATE 2

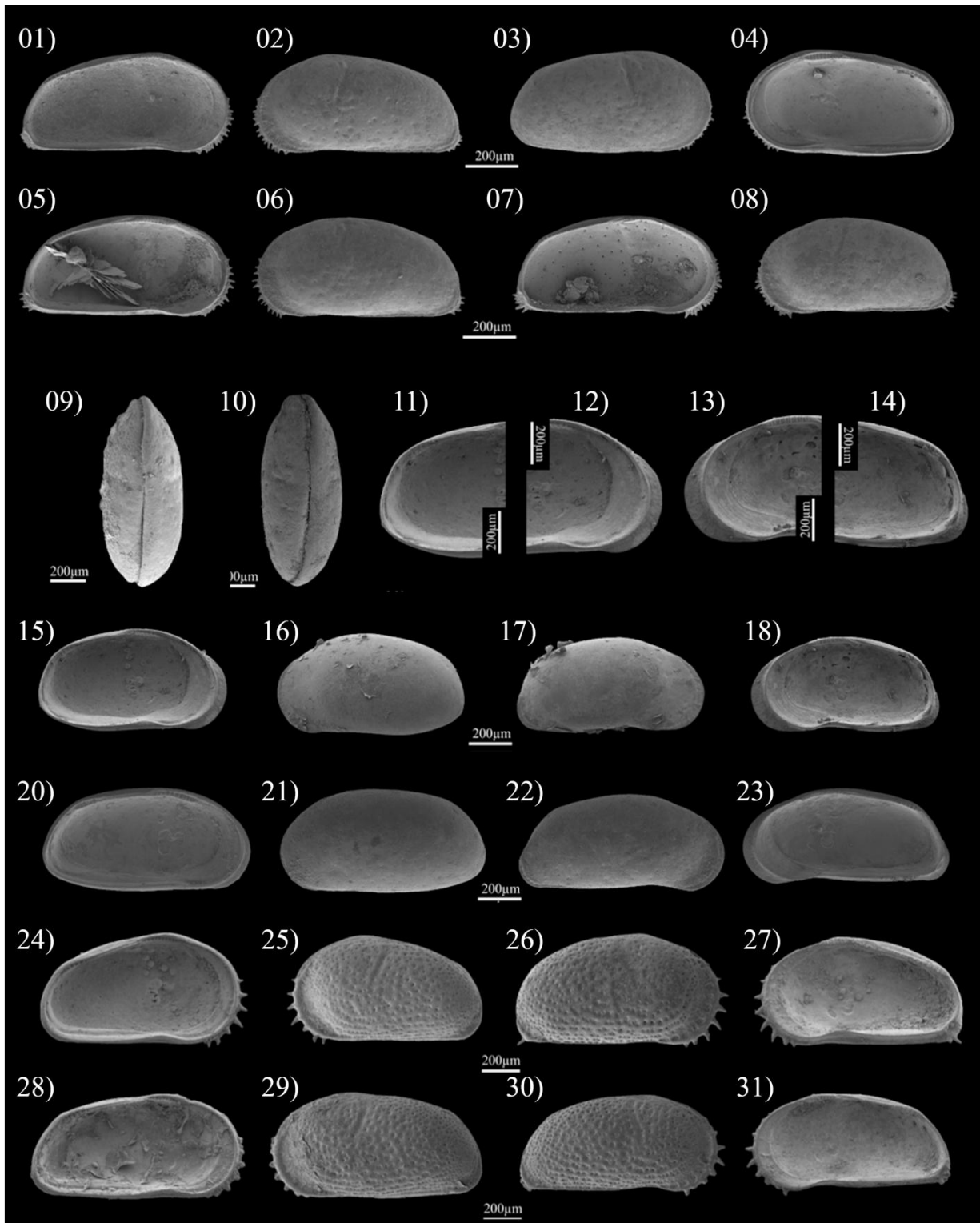


Plate 3

Fig. 01-08: *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas 1991)

01-02: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-64).

03-04: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-66).

05-06: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-68).

07-08: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-70).

Fig. 09-22: *Cyprideis multiradiata* (Purper 1979)

09-10: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-72).

11-12: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-73).

13-14: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-74).

15-16: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-75).

17: Female, dorsal view (MPEG-FAB-76).

18: Male, dorsal view (MPEG-FAB-77).

19-20: Left valve, inside view and external view, Juvenil (MPEG-FAB-78).

21-22: Right valve, external view and inside view, Juvenil (MPEG-FAB-79).

Fig. 23-26: *Cyprideis paralela* (Purper 1979)

23: Female, dorsal view (MPEG-FAB-80).

24: Female, left valve and external view da Fig. 01 (MPEG-FAB-80).

25: Female, right valve and external view da Fig. 01 (MPEG-FAB-80).

26: Detail of the posterior margin of Fig. 02 (MPEG-FAB-80)

Fig. 27-30: *Cyprideis retrobispinosa* (Purper 1983)

27-28: Male, left valve, external view and inside view (MPEG-FAB-81).

29: Detail of the antrior margin of Fig. 05 (MPEG-FAB-81).

30: Detail of the posterior margin of Fig. 05 (MPEG-FAB-81).

PLATE 3

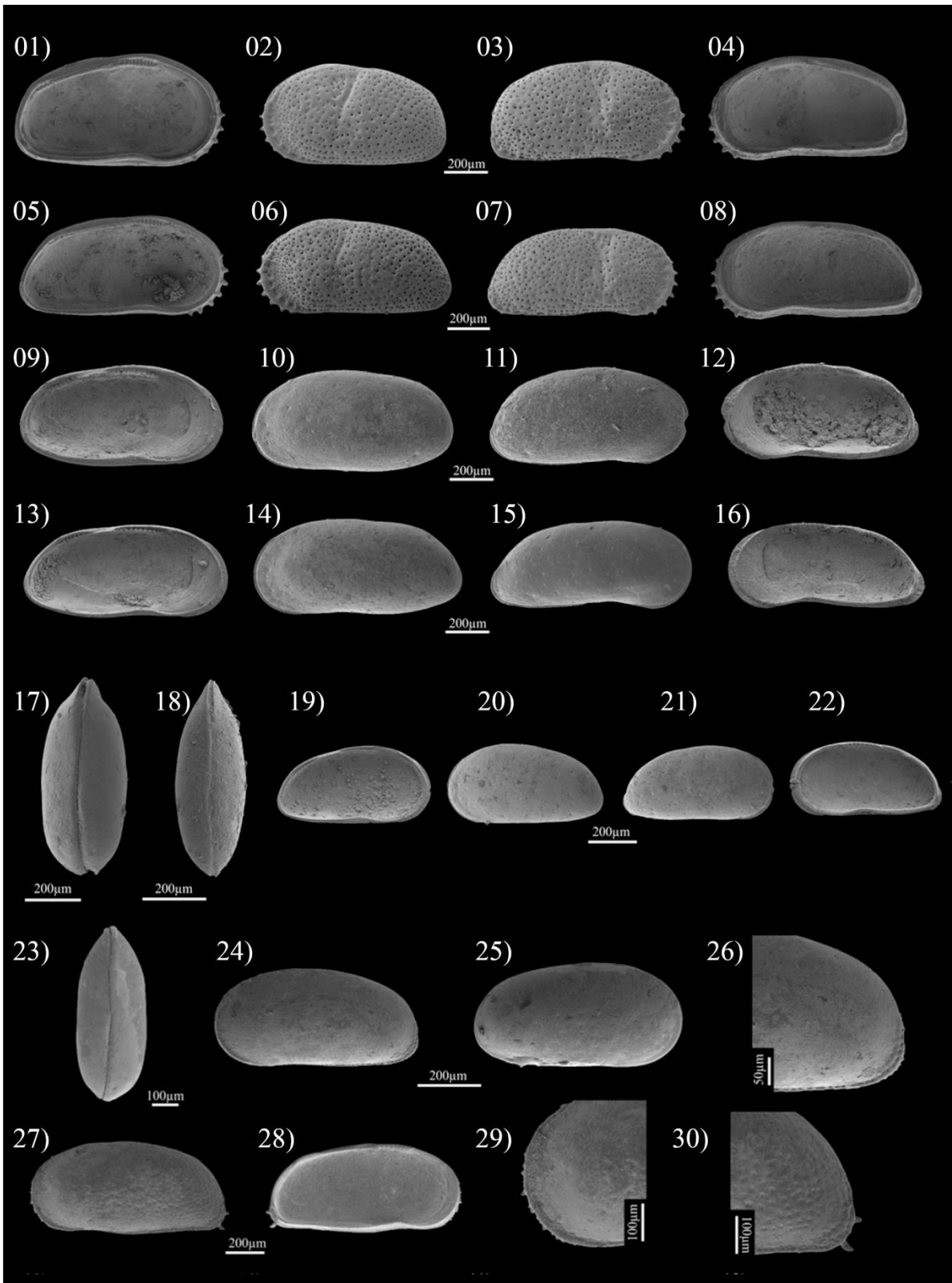


Plate 4

Fig. 01-04: *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate 1980)

01-02: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-82).

03-04: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-83).

Fig. 05-20: *Cyprideis sulcosigmoidales* (Purper 1979)

05-06: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-84).

07-08: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-87).

09-10: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-92).

11-12: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-95).

13-14: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-96).

15-16: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-97).

17: Detail of the posterior margin of Fig. 7 (MPEG-FAB-87).

18: Detail of the anterior margin of Fig. 7 (MPEG-FAB-87).

19: Detail of the posterior margin of Fig. 11 (MPEG-FAB-95).

20: Detail of the anterior margin of Fig. 11 (MPEG-FAB-95).

Fig. 21-28: *Cyprideis indianae* sp. nov.

21-22: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-98).

23-24: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-102).

25-26: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-101).

27-28: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-104).

PLATE 4

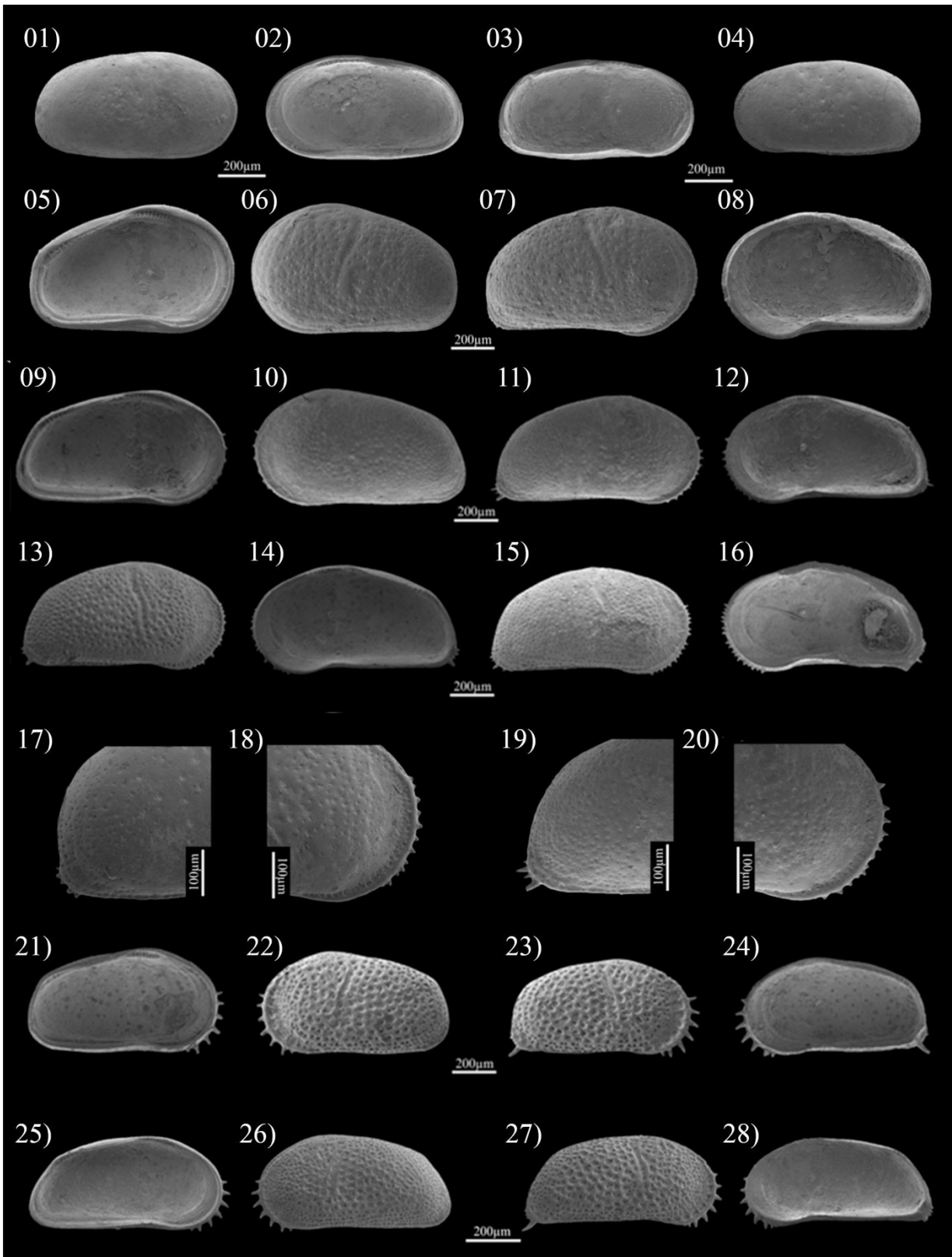


Plate 5

Fig. 01-14: *Cyprideis soledae* sp. nov.

- 01-02: Female, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-105).
03-04: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-108).
05-06: Female, left valve, external view and inside view (MPEG-FAB-106).
07-08: Female, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-109).
09-10: Male, left valve and external view (MPEG-FAB-107).
11-12: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-110).
13-14: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-111).

Fig. 15-32: *Cyprideis santaelenae* sp. nov.

- 15-16: Female, right valve and external view (MPEG-FAB-116).
17-18: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-112).
19-20: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-117).
21-22: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-113).
23-24: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-118).
25-26: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-114).
27-28: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-119).
29-30: Male, left valve, inside view and external view (MPEG-FAB-115).
31-32: Male, right valve, external view and inside view (MPEG-FAB-120).

PLATE 5

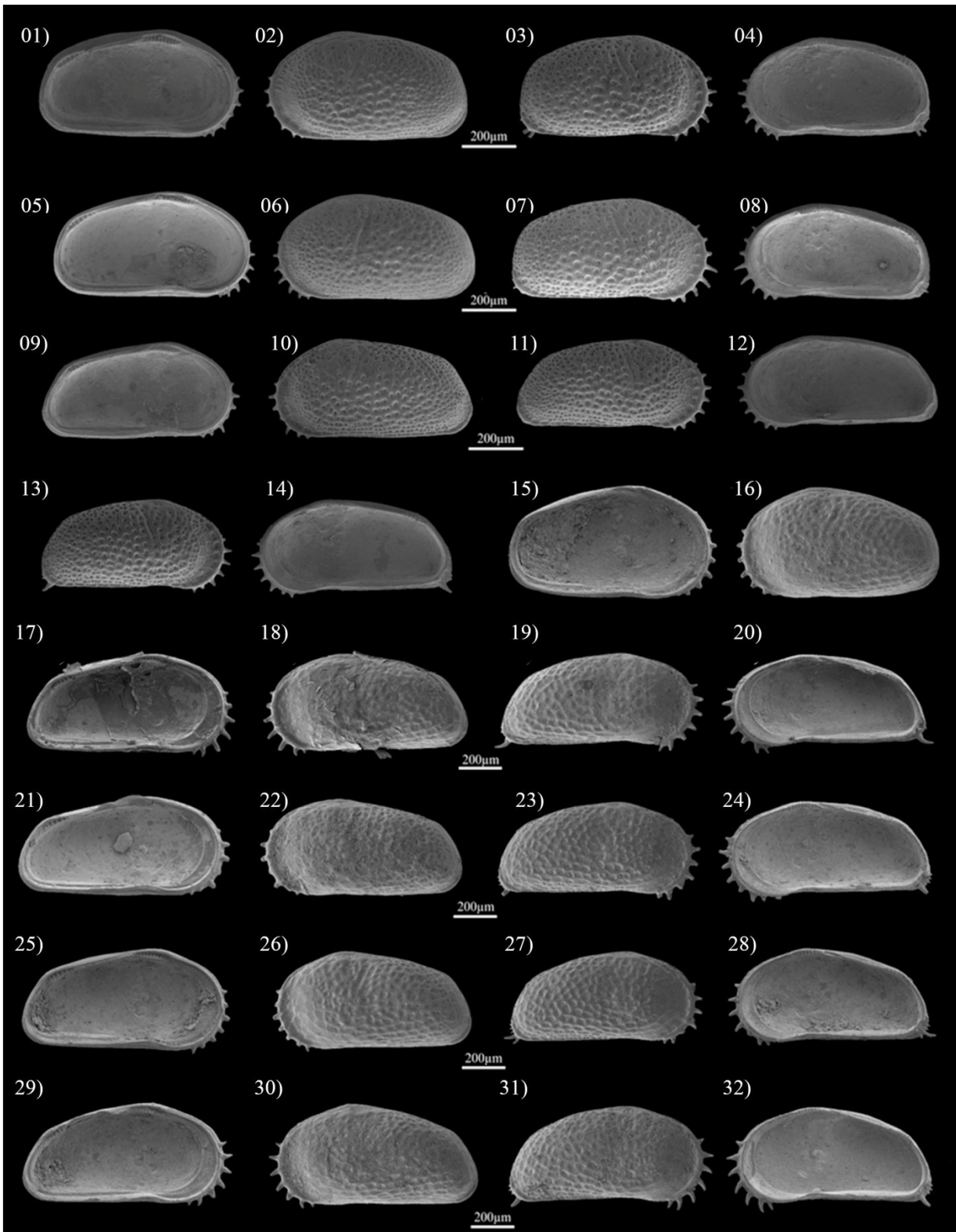


Plate 6

Fig. 01-03: *Cypria aqualica* Sheppard & Bate 1980

01: Female, dorsal view (MPEG-FAB-121).

02: Female, left valve and inside view (MPEG-FAB-121).

03: Female, right valve and inside view (MPEG-FAB-121).

Fig. 04: *Penthesilenula olivencae* (Purper 1979)

04: Male, right valve and external view (MPEG-FAB-122).

Fig. 05-07: *Heterocypris* sp.1

05: Female, dorsal view (MPEG-FAB-123).

06: Female, dorsal view (MPEG-FAB-124).

07: Male, right valve and external view (MPEG-FAB-125).

Fig. 08: *Macrocypris* sp.

08: Male, right valve and external view (MPEG-FAB-126).

Fig. 09-12: *Pelocypris zilchi* Triebel 1953

09-10: Right valve, inside view and external view (MPEG-FAB-127).

11-12: Left valve, external view and inside view (MPEG-FAB-128).

Fig. 13-16: *Perissocytheridea ornellasae* Purper 1979

13: Female, dorsal view (MPEG-FAB-129).

14: Female, left valve and external view (MPEG-FAB-129).

15: Male, ventral view (MPEG-FAB-130).

16: Male, left valve and external view (MPEG-FAB-130).

PLATE 6

