



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

OSTRACODES DA FORMAÇÃO SOLIMÕES, BRASIL:
CONTRIBUIÇÃO À BIOESTRATIGRAFIA DO NEÓGENO DA
AMAZÔNIA

Dissertação de Mestrado
Nº 394

Caio Gurgel de Medeiros

Brasília – DF

2017

OSTRACODES DA FORMAÇÃO SOLIMÕES, BRASIL: CONTRIBUIÇÃO À
BIOESTRATIGRAFIA DO NEÓGENO DA AMAZÔNIA

Dissertação de Mestrado N° 394

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia.

Área de Concentração: Bioestratigrafia e Paleoecologia

Orientador:

Prof. Dr. Dermeval Aparecido Do Carmo (IG/UnB)

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Maria Inês Feijó Ramos (Membro externo – Museu Paraense Emílio Goeldi)

Prof. Dr. Ricardo Lourenço Pinto (Membro interno – UnB)

Brasília – DF

2017

À minha mãe, por sua capacidade inabalável de acreditar em meu potencial, aos amigos, familiares, mestres e ao meu sertão. À Francyroze, que partiu sem alarde, sem adeus, em silêncio, serena.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, por ter me aceito em seu quadro de discentes, e à Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – Residência de Porto Velho, pela cessão do espaço laboratorial para preparação e análise das amostras do mestrado. Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo, pelo seu comprometimento com meu projeto de mestrado. Sob sua orientação, acabei por me aceitar como um pesquisador, mais do que um estudante de pós-graduação, e reconhecer-me como tal não tem preço.

Sou grato à equipe do Laboratório de Paleontologia da UnB pelo acolhimento e auxílio durante todas as fases de desenvolvimento deste trabalho. Em especial, gostaria de ressaltar a participação *sine qua non* do Dr. Lucas Silveira Antonietto, desde a cessão de artigos, passando pelo imageamento dos espécimes no MEV, até os conselhos de alguém que vive plenamente da ciência que tanto ama. Igualmente, não poderia deixar de reconhecer três seres-humanos fantásticos que tornaram esta jornada mais suave: Profa. Dra. Evelyn Sanchez, M.Sc. Lívia Rodrigues e M.Sc. Christian Valdivia Rodriguez. Este último, parceiro para todos os momentos, dos bons aos desesperadores de fim de mestrado.

Um agradecimento especial à Dra. Maria Inês Feijó Ramos, por todo o auxílio prestado durante esta caminhada científica. Da mesma forma, não poderia deixar de mencionar minhas maravilhosas “ajudantes” durante os intermináveis meses de preparação no laboratório da CPRM-REPO: Pesquisadoras em Geociências Lynthener Takenaka e Michelle Cunha Graça, bem como a Técnica em Geologia Cynara Di Domenico.

Informalmente, agradeço aos voos pouco turbulentos, ao trânsito suave no Eixão, às salas de embarque acolhedoras e ao chocolate quente da UnB, meu *drink* de boas-vindas. Eu, que sofro tanto com a privação do sono, resisti bravamente à Ponte Aérea Porto Velho – Brasília. Se não oficial, permito-me usar desta alcunha, pois não foram poucas as vezes que percorri este trajeto.

Por fim, reconheço o papel dos meus demônios particulares, cujos sussurros zombeteiros não previam nada além da minha desistência. Às vezes retiramos forças de onde menos esperamos e isso acabei aprendendo da maneira mais árdua. A todos os mencionados aqui ou não, um muito-muitíssimo-pleonástico obrigado.

“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

Guimarães Rosa

RESUMO

A Formação Solimões compreende uma sucessão siliciclástica intercalada por níveis linhíticos, carbonáticos e ferruginosos, distribuindo-se espacialmente pelo noroeste do Brasil, sudeste da Colômbia e nordeste do Peru. O intervalo sedimentar estudado restringe-se ao Mioceno, sendo atribuído a uma sedimentação fluvial à fluvio-lacustre. A análise do material recuperado da sondagem 1-AS-33-AM, proveniente do Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, permitiu a identificação de 12 espécies de ostracodes e um nível de ocorrência de foraminíferos: *Cyprideis* aff. *amazonica*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis* aff. *graciosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis pebasae*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Alicenula olivencae*, *Rhadinocytherura amazonensis* e *Perissocytheridea* sp. A. Apesar do endemismo das espécies analisadas, foi possível a proposição de um zoneamento bioestratigráfico local em que os 404,15 metros da sondagem foram compartimentados em três biozonas e uma subzona: Biozona *Cyprideis caraionae*, Biozona *Cyprideis multiradiata* e Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, além da Subzona *Rhadinocytherura amazonensis*, inserida na Biozona *Cyprideis multiradiata*, de posição intermediária. O nível de ocorrência de foraminíferos assinala um evento ecológico local em que se observa o desaparecimento de seis espécies de ostracodes e uma visível alteração no sistema deposicional. Além da análise bioestratigráfica, dados geofísicos e petrográficos foram utilizados na compreensão deste episódio paleoambiental, interpretado como uma mudança ambiental provocada por uma incursão marinha no sistema fluvio-lacustre que dominou a atual região da bacia hidrográfica do rio Amazonas durante Mioceno. A correlação cronoestratigráfica foi realizada com base nas propostas de zoneamento efetuadas com base no material coletado na região fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru.

Palavras-chave: Formação Solimões; Mioceno; ostracodes; bioestratigrafia.

ABSTRACT

The Solimões Formation comprises a siliciclastic succession with intercalated lignite, carbonate and ferruginous levels, spatially distributed throughout the northwest region of Brazil, southeast of Colombia and northeast of Peru. The studied sedimentary interval is restricted to the Miocene, being attributed to fluvial to fluvio-lacustrine sedimentation. The analysis of the material recovered from the 1-AS-33-AM core-drilling, from the Municipality of Atalaia do Norte, State of Amazonas, allowed the identification of 12 species of ostracode and one level of occurrence of foraminifera: *Cyprideis* aff. *amazonica*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis* aff. *graciosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis pebasae*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Alicenula olivencae*, *Rhadinocytherura amazonensis* and *Perissocytheridea* sp. A. The endemism of the analyzed species allowed the proposal of a local biostratigraphic zonation, in which the 404.15 meters of the core-drilling were compartmentalized in three biozones and one subzone: *Cyprideis caraionae* biozone, *Cyprideis multiradiata* biozone and *Cyprideis sulcosigmoidalis* biozone, in addition to the *Rhadinocytherura amazonensis* subzone, inserted in the *Cyprideis multiradiata* biozone, the intermediated one. The level of occurrence of foraminifera indicates a local ecological event in which the disappearance of six species of ostracods and a visible change in the depositional system are observed. In addition to the stratigraphic analysis, geophysical and petrographic data were used to recognize this palaeoenvironmental episode, interpreted as an environmental shift caused by a marine incursion into the fluvio-lacustrine system that dominated the region of the Amazon river basin during Miocene. The chronostratigraphic correlation was performed based on the zoning proposals made based on the material collected in the border region between Brazil, Colombia and Peru.

Keywords: Solimões Formation; Miocene; ostracods; biostratigraphy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO	2
2.1. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	3
2.2. FORMAÇÃO SOLIMÕES	7
3. OSTRACODES DO NEÓGENO DA AMAZÔNICA OCIDENTAL.....	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
5. RESULTADOS: TAXONOMIA	14
5.1. BIOESTRATIGRAFIA.....	45
5.2. ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO	46
5.3. CORRELAÇÃO BIOESTRATIGRÁFICA	52
6. DISCUSSÃO.....	54
7. CONCLUSÃO	59
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

2. ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA SONDAAGEM 1-AS-33-AM (S 05°15'/W 71°33', ESTRELA NO MAPA) COM DESTAQUE PARA A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA FORMAÇÃO SOLIMÕES, FORMAÇÃO IÇÁ E COBERTURAS HOLOCÊNICAS NAS BACIAS DO SOLIMÕES E DO ACRE.....3

2.1. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

FIGURA 2 – DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DO JURUÁ E DE JANDIATUBA, AMBAS EM LARANJA, NO CONTEXTO DA BACIA DO SOLIMÕES, REGIÃO NORTE DO BRASIL. LOCALIZAÇÃO DA SONDAAGEM 1-AS-33-AM (S 05°15'/W 71°33', ESTRELA NO MAPA) E ARCOS DE PURUS, CARUARI, E IQUITOS (MODIFICADA DE EIRAS, 2005).....4

FIGURA 3 – COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO SOLIMÕES (MODIFICADA DE WANDERLEY FILHO *ET AL.*, 2007).....6

3. OSTRACODES DO NEÓGENO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL

FIGURA 4 – (A) MODELO FILOGENÉTICO DE MUÑOZ-TORRES *ET AL.* (2006; WHATLEY *ET AL.* 1998) PARA AS ESPÉCIES DE CYPRIDEIS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL; RELAÇÕES CRONOLÓGICAS E FILOGENÉTICAS REDESENHADAS POR GROSS *ET AL.* (2014); AJUSTES TAXONÔMICOS NOS GRUPOS EM VERMELHO (C = CYPRIDEIS, S.MT = *SENSU* MUÑOZ-TORRES *ET AL.* (1998), SIN. = SINÔNIMO); (B) AGRUPAMENTO PROPOSTO POR GROSS *ET AL.* (2014), BASEADO EXCLUSIVAMENTE EM SIMILARIDADES MORFOLÓGICAS (MODIFICADO DE GROSS *ET AL.*, 2014)..... 10

FIGURA 5 – ZONEAMENTO ESTRATIGRÁFICO BASEADO EM OSTRACODES PROPOSTO POR MUÑOZ-TORRES *ET AL.* (2006) E OBSERVAÇÕES (CORRELAÇÃO DAS BIOZONAS E CRONOESTRATIGRAFIA SEGUNDO WESSELINGH *ET AL.* 2006; WESSELINGH & RAMOS 2010) (MODIFICADO DE GROSS *ET AL.*, 2014)..... 11

FIGURA 6 – MAPA PALEOGEOGRÁFICO EXIBINDO A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE TERRAS BAIXAS ALAGADAS AO LONGO DO TEMPO. (A) VISUALIZAÇÃO DOS ANDES E SISTEMAS FLUVIAIS CRATÔNICOS ENTRE O NEO-OLIGOCENO E O EOMIOCENO COM INCIPIENTE ALAGADO NA REGIÃO SUBANDINA. O FLUXO DE DRENAGEM DA PALEO-BACIA HIDROGRÁFICA DE MAGDALENA APRESENTA SENTIDO PREFERENCIAL LESTE E ESTÁ CONECTADA COM AS DRENAGENS SUBANDINAS E CRATÔNICAS, ESTAS FLUINDO PARA NORTE, EM DIREÇÃO AO CARIBE. JUNTOS, ESTES RIOS FORMAM O SISTEMA DE RIOS SUBANDINOS. (B) NO MESOMIOCENO O ALAGADO EXIBE SUA MAIOR EXTENSÃO AREAL. TODAVIA, PERMANECE DESCONECTADO DO OCEANO ATLÂNTICO. (C) O SISTEMA FLUVIAL PREDOMINANTE DURANTE O NEOMIOCENO É CARACTERIZADO PELO DESENVOLVIMENTO LOCALIZADO DE ALAGADOS DE MENOR EXTENSÃO. A BARREIRA REPRESENTADA PELO ARCO DE PURUS É TRANSPOSTA PELO SISTEMA FLUVIAL, PERMITINDO QUE ESTE SE CONECTE AO ATLÂNTICO (MODIFICADO DE HOORN, 1993; HOORN *ET AL.*, 2010). 13

5. RESULTADOS: TAXONOMIA

FIGURA 7 – 1-2. CYPRIDEIS AFF. AMAZONICA PURPER, 1979; 3-6. CYPRIDEIS CARAIONAE PURPER & PINTO, 1985; 7-10. CYPRIDEIS MACHADOI (PURPER, 1979); 11-13. CYPRIDEIS SIMPLEX (SHEPPARD & BATE, 1980); 14-15. CYPRIDEIS MULTIRADIATA (PURPER, 1979); 16. CYPRIDEIS PEBASAE (PURPER, 1979). 39

FIGURA 8 – 1-3. CYPRIDEIS INVERSA (PURPER & PINTO, 1983); 4-9. CYPRIDEIS AFF. GRACIOSA (PURPER, 1979); 10-15. CYPRIDEIS SULCOSIGMOIDALIS (PURPER, 1979). 41

FIGURA 9 – 1-3. *CYPRIDEIS SULCOSIGMOIDALIS* (PURPER, 1979); 4. *ALICENULA OLIVENCAE* (PURPER, 1984); 5-6. *PERISSOCYTHERIDEA* SP. A *SENSU* PURPER, 1977; 7-10. *RHADINOCYTHERURA AMAZONENSIS* SHEPPARD & BATE, 1980.43

5.1. BIOESTRATIGRAFIA

FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO DAS LOCALIDADES E SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS UTILIZADAS NA COMPOSIÇÃO DO ZONEAMENTO EM OSTRACODES DE MUNÓZ-TORRES *ET AL.* (2006) (MODIFICADO DE HOORN, 1995 *IN* MUNÓZ-TORRES *ET AL.* 2006).46

5.2. ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO

FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES AO LONGO DA SONDAÇÃO 1-AS-33-AM, PROPOSTA DE ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO E CORRELAÇÃO COM DADOS PALINOLÓGICOS DE LEITE *ET AL.* (2016).47

FIGURA 12 – PERFIS DE POTENCIAL ESPONTÂNEO (M.V, EM AZUL) E RESISTIVIDADE (OHM.M, EM VERMELHO) DA SONDAÇÃO 1-AS-33-AM (MAIA *ET AL.*, 1977). INDICAÇÃO DE MUDANÇA NO SISTEMA DEPOSICIONAL (RETÂNGULO AMARELO NO PERFIL).....51

5.3. CORRELAÇÃO BIOESTRATIGRÁFICA

FIGURA 13 – DISPOSIÇÃO DO CILINDRO DE SONDAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DAS CORRELAÇÕES CRONOBIOESTRATIGRÁFICA REALIZADAS POR WESSELINGH & RAMOS (2010) E WESSELINGH *ET AL.* (2006).....52

FIGURA 14 – ZONEAMENTOS PALINOLÓGICOS MAIS IMPORTANTES PARA A REGIÃO DOS TRÓPICOS DA AMÉRICA DO SUL (MODIFICADO DE LEITE, 2006) E POSICIONAMENTO CRONOBIOESTRATIGRÁFICO DO POÇO 1-AS-33-AM SEGUNDO LEITE *ET AL.* (2016). ...53

6. DISCUSSÃO

FIGURA 15 – POSICIONAMENTO DE CAMADA DE CALCÁRIO MICRÍTICO (RETÂNGULOS AZUIS) EM AMPLIAÇÃO DO PERFIL LITOLÓGICO DA SONDAÇÃO 1-AS-33-AM. À DIREITA DOS TESTEMUNHOS, AMOSTRAS DE MATERIAL FOSSILÍFERO EM MATRIZ PELÍTICA COMPACTA DE COLORAÇÃO CINZA-AMARRONZADA (A E B) E ESTRUTURA SEDIMENTAR DO TIPO ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA FESTONADA EM ARENITO FRIÁVEL DE COLORAÇÃO BEGE CLARO (C). O MATERIAL EXPOSTO NESTA FIGURA ENCONTRA-SE ACONDICIONADO NA CAIXA DE Nº 23, SOB GUARDA DA LITOTECA DA SUPERINTENDÊNCIA DE MANAUS – CPRM.....56

FIGURA 16 – MAPA PALEOGEOGRÁFICO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL NO MESOMIOCENO. (1) INÍCIO DO SERRAVALLIANO, PERÍODO ANTERIOR À INCURSÃO MARINHA, MAIOR EXTENSÃO EM ÁREA DAS TERRAS BAIXAS ALAGADAS DA AMZÔNIA, CORRESPONDE ÀS BIOZONAS *CYPRIDEIS CARAIONAE* E *CYPRIDEIS MULTIRADIATA* NO PERFIL. (2) FINAL DO SERRAVALLIANO, PERÍODO POSTERIOR A UMA INCURSÃO MARINHA NA REGIÃO AMAZÔNICA, CORRESPONDE À BIOZONA *CYPRIDEIS SULCOSIGMOIDALIS* (MODIFICADO DE HOORN, 1993; HOORN *ET AL.*, 2010).58

ÍNDICE DE TABELAS

5. RESULTADOS: TAXONOMIA

TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS</i> AFF. <i>AMAZONICA</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	17
TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS CARAIONAE</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	19
TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS MACHADOI</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	20
TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS SIMPLEX</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	22
TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS MULTIRADIATA</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	23
TABELA 6 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS PEBASAE</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	25
TABELA 7 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS INVERSA</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DO SEU NÍVEL DE OCORRÊNCIA.	26
TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS</i> AFF. <i>GRACIOSA</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	27
TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>CYPRIDEIS SULCOSIGMOIDALIS</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	29
TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>ALICENULA OLIVENCAE</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	32
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>PERISSOCYTHERIDEA</i> SP. A RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	35
TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA DAS VALVAS DE <i>RHADINOCYTHERURA AMAZONENSIS</i> RECUPERADAS NA PERFURAÇÃO 1-AS-33-AM A PARTIR DOS SEUS NÍVEIS DE OCORRÊNCIA.	37

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado tem como objetivo apresentar a taxonomia de ostracodes da sondagem 1-AS-33-AM, bem como a análise paleoecológica e bioestratigráfica a partir deste grupo de microfósseis. Adicionalmente, é conduzido um levantamento preliminar da fauna associada e seu posicionamento na sucessão de camadas estudadas, permitindo a compartimentação deste espesso pacote sedimentar em intervalos bioestratigráficos. Neste contexto, o desenvolvimento desta pesquisa sustenta-se na inserção e interpretação de informações de cunho paleontológico com ênfase nos ostracodes da Formação Solimões, Neógeno da Amazônia Ocidental.

A Formação Solimões corresponde a uma unidade estratigráfica composta por uma sucessão cíclica de camadas siliciclásticas intercaladas com níveis de linhito, calcário e paleossolo. Seu conteúdo paleontológico é objeto de estudo há algum tempo no Brasil e nos países fronteiriços.

As pesquisas em ostracodes da Formação Solimões em território nacional iniciaram em 1977 com a ostracodologista Profa. Dra. Ivone Purper. Grande parte dos trabalhos empreendidos na região amazônica recorreu aos testemunhos de sondagem, bem como amostras pontuais em seções levantadas às margens dos rios. Dentre os estudos empreendidos na área, elencam-se, por exemplo, os trabalhos de Purper (1977, 1979), Shepard & Bate (1980), Purper & Pinto (1983, 1985), Purper & Ornellas (1991), Whatley *et al.* (1998), Muñoz-Torres *et al.* (1998, 2006), Ramos (2006), Wesselingh & Ramos (2010), Linhares *et al.* (2011) e Gross *et al.* (2013, 2014, 2015).

Na porção brasileira, o Projeto Carvão no Alto Solimões (Maia *et al.*, 1977), empreendido na década de 70 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais do Brasil – CPRM, em conjunto com o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, configurou-se como o grande contribuidor para a disponibilização de material para pesquisas em paleontologia no Neógeno da Amazônia Ocidental. Este projeto foi responsável pela execução de 84 furos destinados à prospecção de carvão, abrangendo uma área aproximada de 320.000 km² no oeste do Estado do Amazonas, próximo à fronteira com a Colômbia e o Peru.

Deste conjunto amostral foi selecionada a sondagem 1-AS-33-AM, com 404,15 metros, como material de estudo, visando a identificação do material paleontológico com ênfase nos ostracodes da Formação Solimões e sua análise bioestratigráfica. A partir da disponibilidade desta ampla sucessão sedimentar, fez-se justificável a elaboração de uma proposta de zoneamento bioestratigráfico baseado na amplitude de ocorrência das espécies de

ostracodes identificadas na perfuração. Para tanto, a correlação cronobioestratigráfica deste zoneamento com outros propostos para a Amazônia Ocidental (Lorente, 1986; Hoorn, 1993; Muñoz-Torres *et al.*, 2006; Jaramillo *et al.*, 2011; Wesselingh *et al.*, 2006) torna-se essencial para o correto posicionamento da perfuração no tempo geológico. Todavia, para a perfuração 1-AS-33-AM, a correlação entre biozonas baseadas em ostracodes e em dados palinológicos tenha se mostrado dificultada (Leite, 2006; Leite *et al.*, 2016).

De toda maneira, os espécimes recuperados e propriamente identificados compreendem uma contribuição às pesquisas em ostracodes na Amazônia ocidental, visando uma melhor compreensão da evolução paleoambiental da região ao longo do Neógeno. Evolução esta pontilhada por inúmeras mudanças creditadas à variações eustáticas, subsidência em resposta ao paroxismo andino e sazonalidade climática.

2. ÁREA DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO

As amostras analisadas são provenientes da sondagem 1-AS-33-AM (S 05°15'/W 71°33'), executada em 1976 no Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, e está incluída no escopo do Projeto "Carvão no Alto Solimões" – CPRM/DNPM (Maia *et al.*, 1977). Trata-se de uma sondagem que abrange um intervalo sedimentar de mais de quatrocentos metros de espessura destinados à prospecção de carvão (Fig. 1). Atualmente, o material que compõe a sondagem encontra-se acondicionado em 69 caixas de plástico dentro das dependências da litoteca da Superintendência Regional de Manaus – SUREG-MA/CPRM.

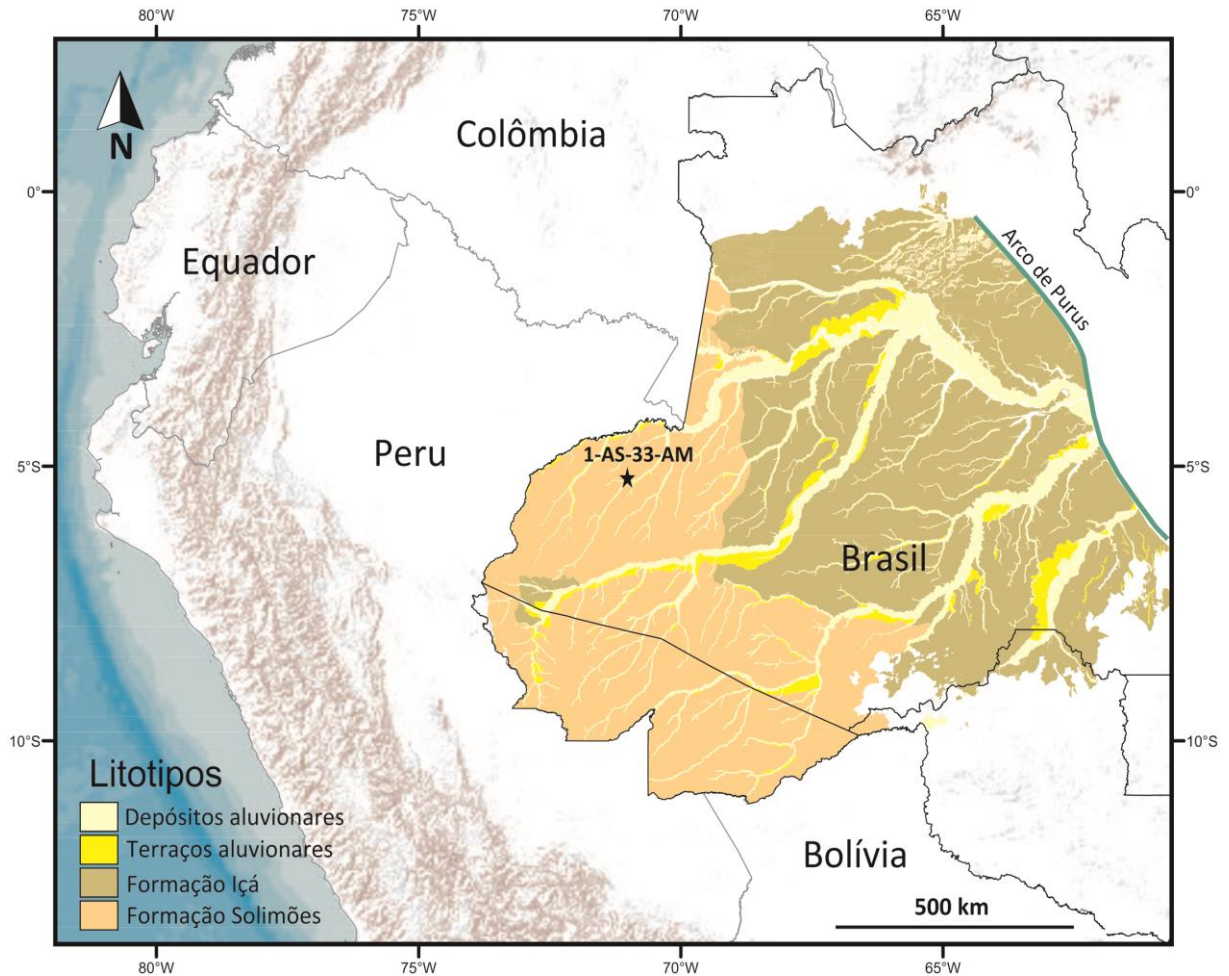


Figura 1 – Mapa de localização da sondagem 1-AS-33-AM (S 05°15’/W 71°33’, estrela no mapa) com destaque para a distribuição espacial da Formação Solimões, Formação Içá e coberturas holocênicas nas bacias do Solimões e do Acre.

2.1. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A bacia do Solimões constitui uma bacia sedimentar paleozoica intracratônica com aproximadamente 440.000 km², quase totalmente contida no Estado do Amazonas, apresentando relevante importância na exploração de hidrocarbonetos em território nacional. Limita-se a norte com o escudo das Guianas; a leste com a bacia do Amazonas, pelo arco de Purus; a oeste pelo arco de Iquitos, que a separa da bacia do Acre, e a sul com o escudo Brasileiro. O alto de Carauari divide a bacia do Solimões em duas sub-bacias: sub-bacia do Juruá, a leste e sub-bacia de Jandiatuba, a oeste do arco, contando com aproximadamente 3.800 e 3.100 m de espessura de rochas sedimentares e soleiras de diabásio (magmatismo Penatecaua), respectivamente (Fig. 2) (Eiras *et al.*, 1994; Eiras, 2005; Wanderley Filho *et al.*, 2007; Barata & Caputo, 2007).

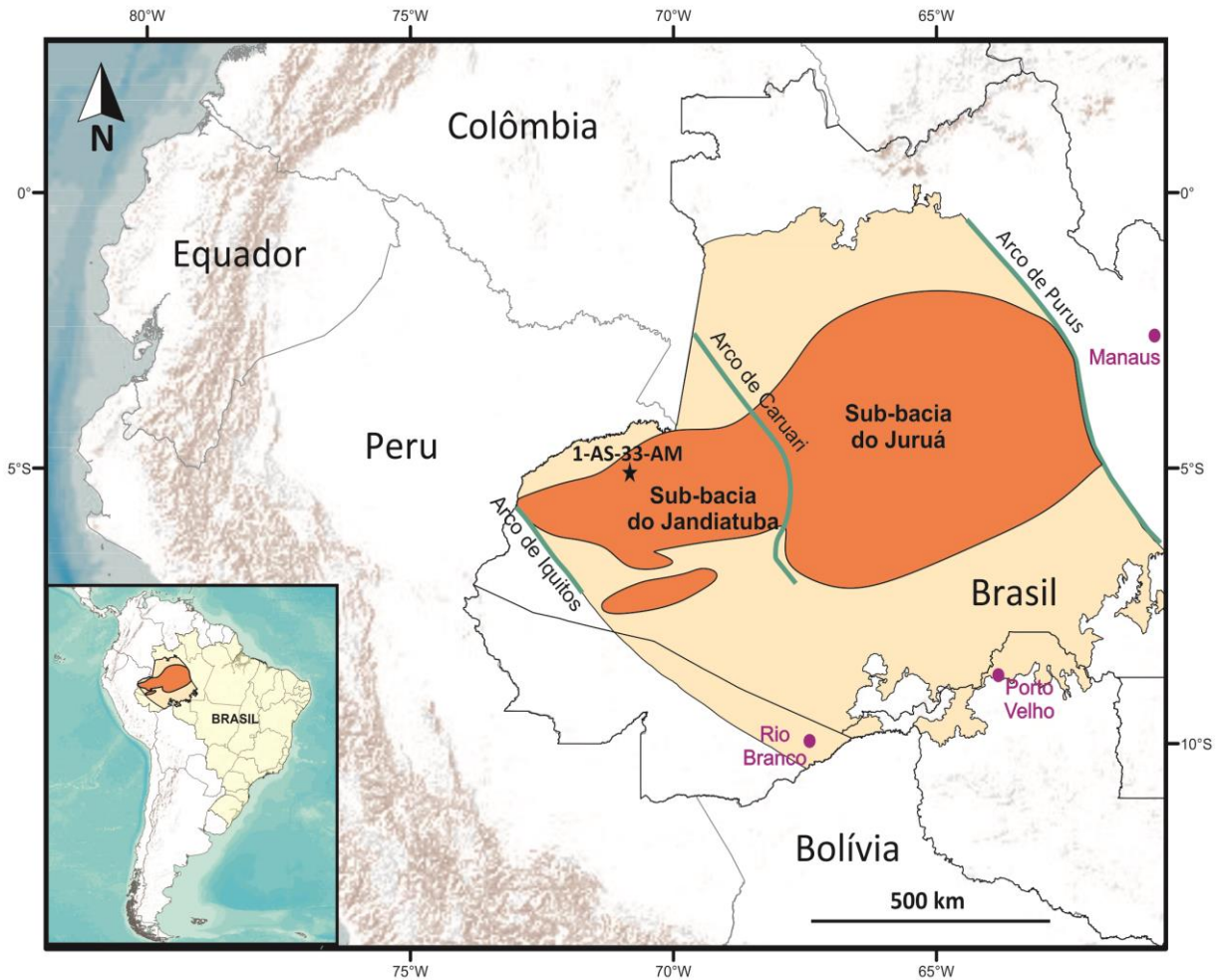


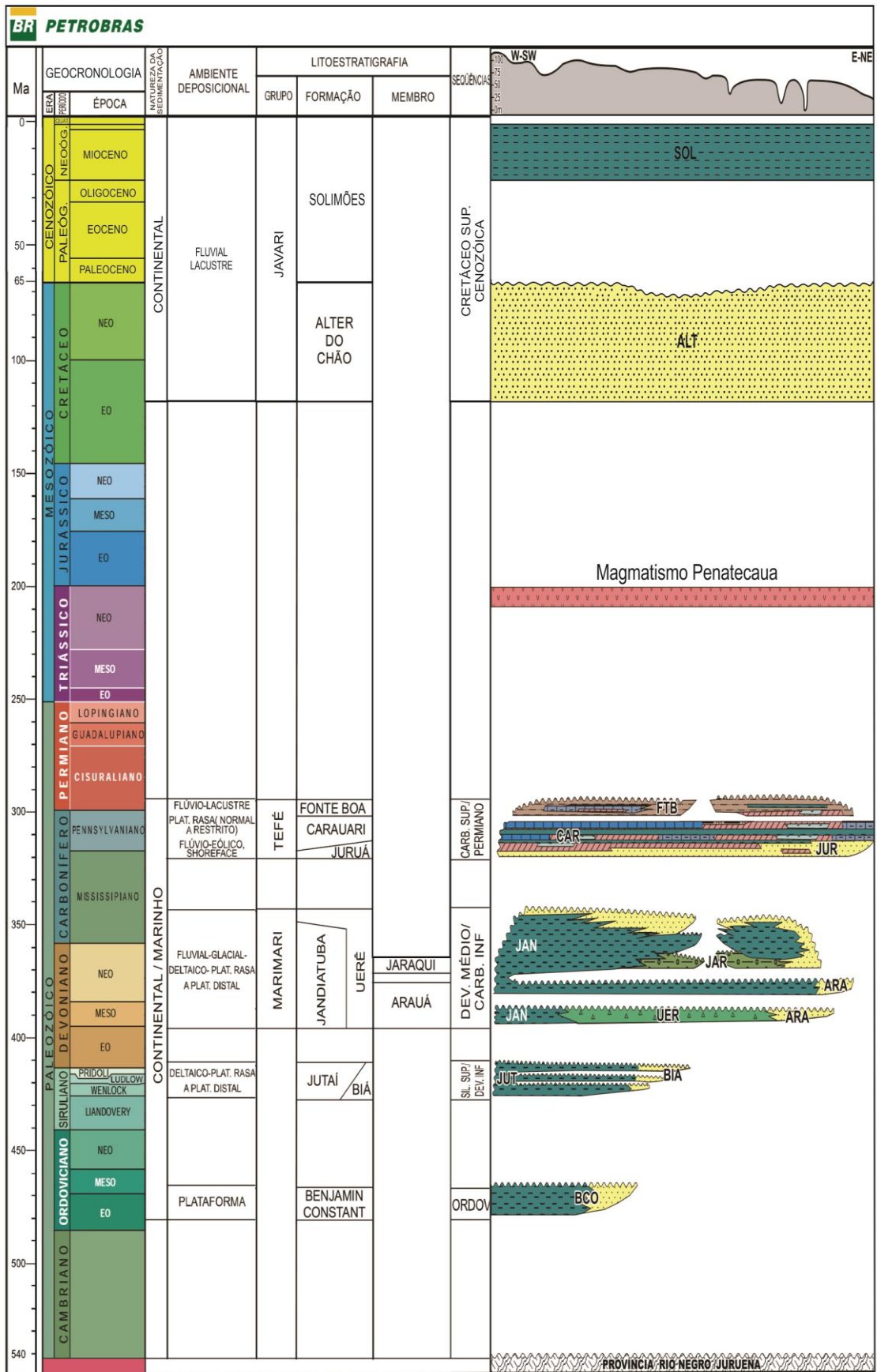
Figura 2 – Delimitação das sub-bacias do Juruá e de Jandiutuba, ambas em laranja, no contexto da bacia do Solimões, região norte do Brasil. Localização da sondagem 1-AS-33-AM (S 05°15'/W 71°33', estrela no mapa) e arcos de Purus, Caruari, e Iquitos (Modificada de Eiras, 2005).

Inicialmente denominada bacia do Alto Amazonas, foi renomeada por Caputo *et al.* (1984) sob a proposição de que esta bacia apresenta evolução geológica diferenciada em relação às bacias do Médio e Baixo Amazonas, simplificadas sob o nome bacia do Amazonas. Seu arcabouço estratigráfico compreende duas sequências sedimentares de primeira ordem (sequências Paleozoica e Mesozoico-Cenozoica), compartimentadas em outras cinco sequências de segunda ordem, limitadas por discordâncias regionais, a saber: Ordoviciano, Siluriano Superior-Devoniano Inferior, Devoniano Médio-Carbonífero Inferior, Carbonífero Superior-Permiano e Cretáceo Superior-Quaternário (Eiras *et al.*, 1994; Wanderley Filho *et al.*, 2007).

Dentro das quatro sequências paleozoicas de segunda ordem, a sequência Ordoviciano equivale aos clásticos neríticos da Formação Benjamin Constant da sub-bacia Jandiutuba, onde há o registro da primeira transgressão marinha da bacia. Sobreposta a esta sequência, ocorrem os carbonatos e terrígenos do Siluriano Superior e Devoniano Inferior da Formação

Jutaí (sequência Siluro-Devoniana). Os depósitos terrígenos neríticos e glacio-marinhos do Grupo Marimari representam a sequência Devoniano-Carbonífera. Por fim, a sequência Permocarbonífera compreende os sedimentos clásticos, carbonáticos e evaporíticos marinhos e continentais do Grupo Tefé (formações Juruá, Carauari e Fonte Boa) encontrados em quase toda a bacia do Solimões (Eiras *et al.*, 1994; Wanderley Filho *et al.*, 2007; Reis & Almeida, 2010).

A sequência Mesozoico-Cenozoica, representada pelo Grupo Javari, é marcada pela implantação de um sistema fluvial entrelaçado de alta energia que perdurou até o final do Cretáceo, permitindo a deposição dos sedimentos arenosos que compõem a Formação Alter do Chão. Estes rios entrelaçados cederam lugar a um sistema de corpos d'água rasos e pântanos alimentados por um sistema fluvial interconectado creditado ao paroxismo andino, durante o Mioceno. Neste ambiente foram depositados sedimentos finos junto com níveis ricos em restos vegetais e conchas. Esta unidade do Cenozoico, essencialmente argilosa, é denominada de Formação Solimões, compreendendo uma cunha sedimentar que se estende desde o arco de Purus até as bacias subandinas, onde chega a atingir mais de sete mil metros de espessura. Capeando este pacote, encontram-se os sedimentos arenosos pleistocênico da Formação Içá, que segundo Maia *et al.* (1977), constitui-se em uma sequência psamítica intercalada com pelitos e conglomerados (Fig. 3) (Eiras *et al.*, 1994; Hoorn, 1994a; Wanderley Filho *et al.*, 2007; Reis & Almeida, 2010).



2.2. FORMAÇÃO SOLIMÕES

A Formação Solimões, descrita por Moraes Rego (1930) e revalidada por Caputo *et al.* (1971), compreende uma sequência sedimentar espessa composta quase exclusivamente por uma sucessão cíclica de camadas alternadas de argilitos, siltitos, arenitos finos à médios, concreções carbonáticas, gipsíferas e ferruginosas, além de níveis de calcário, linhito e turfa (Maia *et al.*, 1977).

Inserido em um sistema deposicional fluvial a fluvio-lacustre, este pacote sedimentar representaria barras arenosas, canais e planícies de inundação, decorrentes de uma sedimentação molássica distal, em que apenas a porção superior foi depositada em ambientes fluvial e lacustre (Caputo *et al.*, 1971, Reis *et al.*, 2006, Wanderley Filho *et al.*, 2007). Quanto à sua idade, trabalhos realizados em moluscos por Wesselingh (1993) e em palinórfos por Hoorn (1994b), sugerem um período de deposição restrito ao Mioceno.

No Brasil, a Formação Solimões estende-se desde a bacia do Acre à bacia do Solimões, assentando-se em *onlap* sobre os sedimentos da Formação Alter do Chão, Cretáceo Médio à Superior, com espessura máxima superior a dois mil metros em sua porção sudoeste. Na bacia do Solimões, a Formação Solimões é capeada discordantemente pela Formação Içá, Pleistoceno (Maia *et al.*, 1977; Caputo, 1984; Cunha, 2007). Do ponto de vista territorial, a formação compreende uma unidade geológica transnacional, compondo uma cunha sedimentar que segue desde o arco Purus às bacias subandinas. Nas bacias Pastaza, Marañón e Madre de Dios do Peru os depósitos pelíticos do Neógeno são chamados de formações Pebas, Ipururo e Nauta. Na Colômbia, nas bacias Amazonas e Putumayo, são conhecidos como Terciário Amazônico e camadas La Tagua (Hoorn, 1993, 1994ab; Whatley *et al.*, 1998; Campbell *et al.*, 2001; Roddaz *et al.*, 2005; Rebata *et al.*, 2006ab).

Devido à grande dimensão areal, questões referentes à nomenclatura desta unidade estratigráfica foram levantadas no decorrer dos anos. Em trabalho clássico, Purper (1979) ressalta que a seção estratigráfica para esta formação foi levantada no Peru por Stere, em Hartt (1872), e estendida para o lado brasileiro por Brown (1879). Moraes Rego (1930) sugeriu a denominação “série de Solimões” para os sedimentos correspondentes à Formação Pebas no Brasil. Contudo, o autor não formalizou uma seção estratigráfica, fazendo uso daquela levantada em Pebas, Peru. Somente em Caputo *et al.* (1971) ocorre a revalidação da formação, com o nome de Formação Solimões, quando os mesmos atestaram que todas as camadas, a partir de suas características

litológicas, são regionalmente indiferenciáveis, compondo apenas uma única unidade litoestratigráfica (Purper, 1979).

3. OSTRACODES DO NEÓGENO DA AMAZÔNICA OCIDENTAL

Na região amazônica, os trabalhos com os ostracodes se concentraram em sua porção ocidental, próximo à fronteira com Peru e Colômbia. No Brasil, em Purper (1979) foram descritas vinte e sete espécies e dezoito gêneros, sendo seis destes recuperados em diferentes localidades da bacia do Alto Amazonas, atual bacia do Solimões. Seguiram-se a este trabalho os de Purper & Pinto (1983) e Purper & Ornellas (1991), elevando o número de espécies descritas e permitindo a caracterização da fauna como autóctone, endêmica e mixo-halina, similar àquela encontrada no Peru e na Colômbia por Shepard & Bate (1980).

Dentre as espécies descritas, o gênero *Cyprideis* apresenta maior abundância e diversidade no Neógeno da Amazônia Ocidental. Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998, 2000), em estudos realizados em diferentes localidades do Brasil, Colômbia e Peru, destacam a predominância deste gênero, perfazendo mais de 90% dos espécimes recuperados. De acordo com Sandberg (1964a), este táxon apresenta seu desenvolvimento pleno em ambiente mixo-halino, o que é corroborado pelos trabalhos de Purper (1979), Shepard & Bate (1980), Purper & Pinto (1983), Purper & Ornellas (1991), Ramos (2006), Linhares *et al.* (2011), Gross *et al.* (2013, 2014).

Um estudo extensivo feito com os *Cyprideis* da Formação Solimões foi realizado por Gross *et al.* (2014). Este trabalho consistiu na análise dos espécimes de ostracodes recuperados em quarenta e oito amostras coletadas da sondagem 1-AS-10-AM (404,25 m), executada próxima ao Rio Ituí, ~62 km do Município de Benjamin Constant, Estado do Amazonas, Brasil, também inserida no escopo do Projeto Carvão no Alto Solimões – CPRM/DNPM. Os níveis analisados da sondagem 1-AS-10-AM permitiram a recuperação de mais de sete mil valvas, sendo mil destas objeto de exames detalhados (fotografias em luz transmitida, MEV, morfometria básica) por parte dos autores. Com base nas observações de Gross *et al.* (2014) a partir do material recuperado, vinte espécies de *Cyprideis* foram encontradas. Deste total, cinco espécies que haviam sido sinonimizadas por Whatley *et al.* (1998) foram reavaliadas, duas sinonimizadas e outras duas definidas. A grande variação intraespecífica das espécies foi ressaltada por Gross *et al.* (2014) em seu trabalho. Estes autores sugeriram que as variações intraespecíficas observadas, sobretudo no tamanho das valvas e ornamentação, são controladas pelo

ambiente, apontando a possibilidade de influxos ecológicos entre o Eomioceno e o Neomioceno.

Com base exclusivamente na similaridade morfológica das espécies, Gross *et al.* (2014) propuseram um modelo de agrupamento das espécies de *Cyprideis* descritas na Amazônia Ocidental em grupos e subgrupos. Este modelo distingue-se do proposto por Whatley *et al.* (1998) e complementado por Muñoz-Torres *et al.* (2006), consistindo em uma hipótese que sugere a ramificação do gênero a partir das espécies *Cyprideis sulcosigmoidalis* e *Cyprideis machadoi* a partir do Eomioceno. Whatley *et al.* (1998) concebem um modelo de evolução filogenética para as espécies endêmicas de *Cyprideis* da Amazônia Ocidental a partir de duas linhagens distintas, lisa e ornamentada, em que se observa uma notável diversificação do gênero a partir do Mesomioceno, durante o Langhiano (Fig. 4).

para a Formação Solimões: biozonas *Cyprideis aulakos*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis minipunctata*, *Cyprideis obliquosulcata* e *Cyprideis cyrtoma*. Esta divisão em intervalos bioestratigráficos empreendida por Muñoz-Torres *et al.* (2006) configura-se como um modelo de zoneamento para o Neógeno da Amazônia Ocidental, estendendo-se deste o Langhiano até o Tortoniano. Os limites das biozonas de *Cyprideis* apresentam boa correlação cronoestratigráfica com outros dois biozoneamentos propostos para a região de estudo, a saber: zoneamento com base em moluscos efetuado por Wesselingh *et al.* (2006) e com base em palinomorfos efetuado por Hoorn (1993) (Fig. 5).

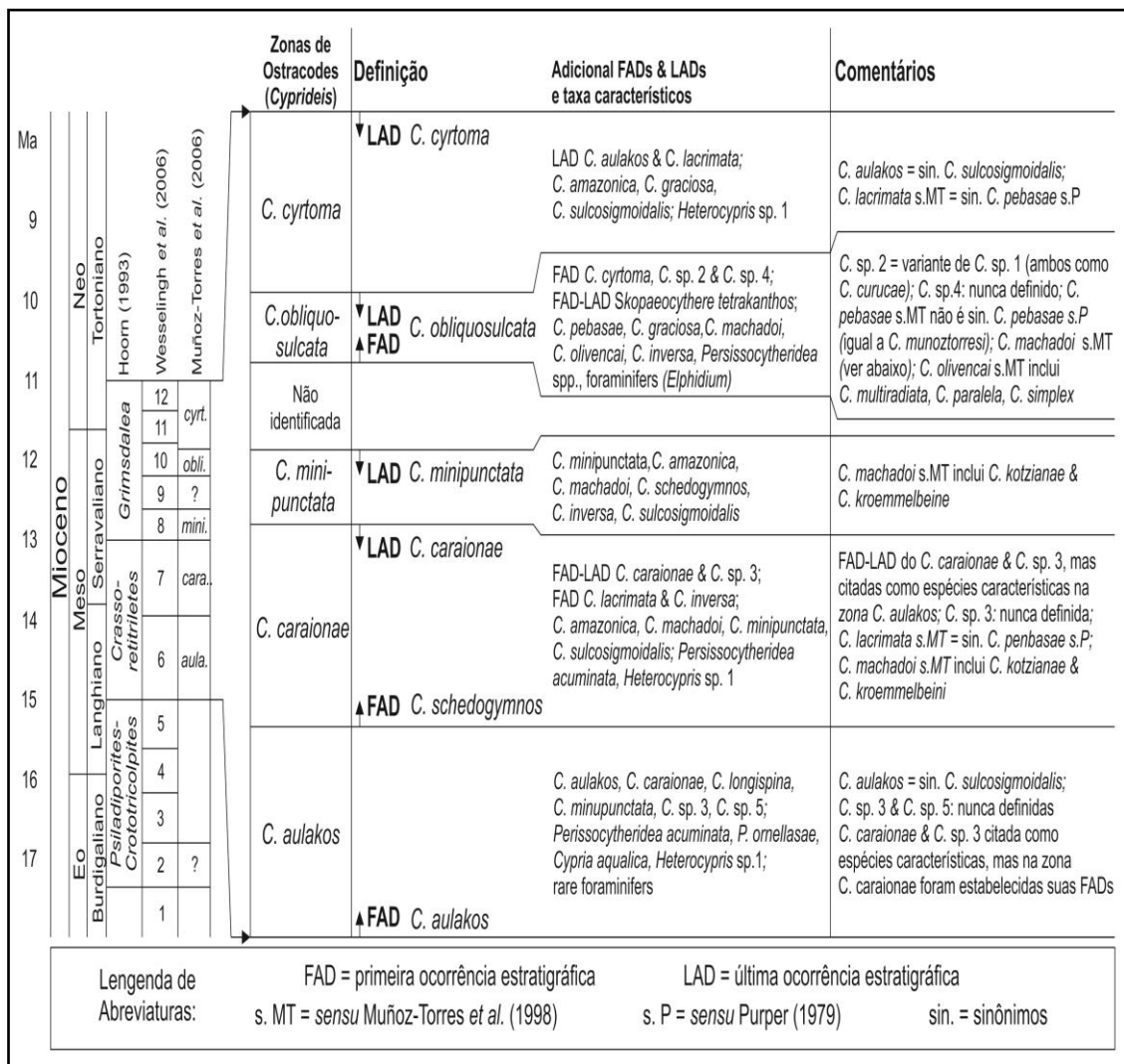


Figura 5 – Zoneamento estratigráfico baseado em ostracodes proposto por Muñoz-Torres *et al.* (2006) e observações (correlação das biozonas e cronoestratigrafia segundo Wesselingh *et al.*, 2006; Wesselingh & Ramos, 2010). (Modificado de Gross *et al.*, 2014).

A integração de dados de natureza estratigráfica, paleontológica e sedimentar apresenta-se como ação indispensável no estudo da evolução geoambiental da Formação Solimões ao longo do Neógeno. Como exemplo, a disposição estratigráfica e abundância relativa dos *Cyprideis* no material de estudo, gênero de ostracode mais representativo no Neógeno da Amazônia Ocidental, possibilitam a realização de inferências plausíveis no que diz respeito à interpretação paleoambiental desta sequência sedimentar. A predominância de *Cyprideis* nas amostras coletadas na região permite associar estas ocorrências a um ambiente de água salobra (Purper, 1977; Shepard & Bate, 1980; Whatley *et al.*, 1998). Contudo, vale ressaltar que as espécies deste gênero suportam grandes variações de salinidade, de temperatura e oxigenação, possuindo alta adaptabilidade a condições de baixa salinidade, como em ambientes límnicos (Ramos, 2006).

Em trabalho realizado próximo ao Município de Eirunepé-AM, Ramos (2006) observou a ocorrência simpátrica de *Cyprideis* com gêneros tipicamente de água doce (*Cytheridella*, *Cypria*, *Darwinula*). A presença das espécies *Cytheridella purperae* Ramos, 2006 e *Darwinula fragilis* – *Alicenula olivencae* (Purper, 1984) – nas amostras recuperadas corroboraram a hipótese de um ambiente continental sem influência marinha. Adicionalmente, Gross *et al.* (2011) apresentaram dados isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) medidos nas valvas de *Cyprideis* provenientes de afloramentos em Aquidabã, Morada Nova e Torre da Lua, próximos ao Município de Eirunepé-AM. Os valores obtidos mostraram-se muito negativos ($\delta^{18}\text{O}$: -5,7 à -9,7‰ e $\delta^{13}\text{C}$: -10,3 à -12,5‰), o que levou os autores a desconsiderar a possibilidade de influxos marinhos para o local de estudo, permitindo inferir o posicionamento do perfil analisado em uma porção mais superior da Formação Solimões. Não obstante, considerando a extensão areal desta formação no âmbito da América do Sul, dados paleontológicos provenientes de grupos fósseis distintos (Lundberg *et al.*, 1986; Lovejoy *et al.*, 1998, 2006; Wesseling & Mactosay, 2006, Linhares *et al.*, 2011) sugerem incursões marinhas na Amazônia Ocidental ao longo do Mioceno, o que permitiu a formulação de modelos de reconstrução paleogeográfica para a região, como aquele proposto por Hoorn (1993) e Hoorn *et al.* (2010) a partir de dados palinológicos (Fig. 6).

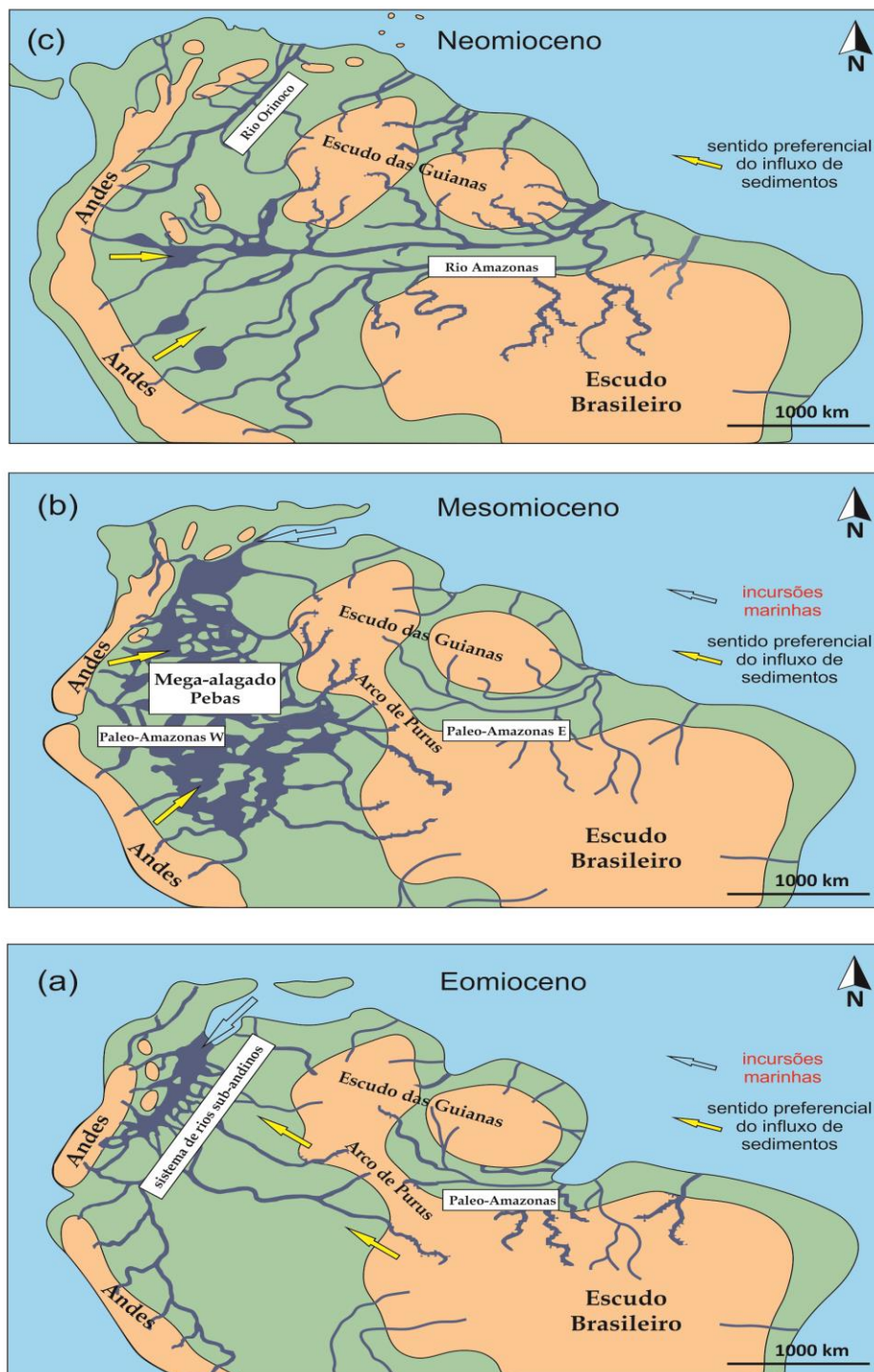


Figura 6 – Mapa paleogeográfico exibindo a evolução do sistema de terras baixas alagadas ao longo do tempo. (a) Visualização dos Andes e sistemas fluviais cratônicos entre o Neoligoceno e o Eomioceno com incipiente alagado na região subandina. O fluxo de drenagem da paleo-bacia hidrográfica de Magdalena apresenta sentido preferencial leste e está conectada com as drenagens subandinas e cratônicas, estas fluindo para norte, em direção ao Caribe. Juntos, estes rios formam o sistema de rios subandinos. (b) No Mesomioceno o alagado exibe sua maior extensão areal. Todavia, permanece desconectado do Oceano Atlântico. (c) O sistema fluvial predominante durante o Neomioceno é caracterizado pelo desenvolvimento localizado de alagados de menor extensão. A barreira representada pelo arco de Purus é transposta pelo sistema fluvial, permitindo que este se conecte ao Atlântico (Modificado de Hoorn, 1993; Hoorn *et al.*, 2010).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O material analisado consistiu em 205 amostras provenientes do cilindro de sondagem 1-AS-33-AM, com 404,15m de profundidade, executado em 1976 no Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, em parceria com o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Esta sondagem soma-se às outras 83 empreendidas durante a execução do Projeto Carvão do Alto Solimões (Maia *et al.*, 1977), compreendendo um total de 14.271,96 metros sondados, com uma média de recuperação em torno de 80%.

A etapa inicial da análise do material se deu com o tombamento das 205 amostras coletadas ao longo do perfil da sondagem, atribuindo a cada uma delas um número de MP (Material de Pesquisa), de acordo com o Livro de Tombamento do Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília – UnB. Destas, 10g foram pesados e separados para processamento laboratorial objetivando a recuperação de ostracodes e outros microfósseis mineralizados. Em posse da alíquota selecionada, conduziu-se o método usual de preparação para microfósseis carbonáticos a partir de sedimentos terrígenos: secagem dos sedimentos, desagregação química com uso de peróxido de hidrogênio 50% (200 volumes), classificação granulométrica (250, 150, 106 e 62 µm) e triagem do material processado com auxílio de um microscópio estereoscópico.

Os espécimes triados foram individualizados com o auxílio de microscópio estereoscópico e agrupados segundo características morfológicas comuns, observando estágios ontogenéticos distintos. Prosseguiu-se a esta fase o imageamento e análise de morfotipos selecionados no microscópio eletrônico de varredura – MEV, buscando a caracterização das espécies presentes. Finalizada esta etapa, com as espécies devidamente identificadas, realizou-se um novo tombamento do material-tipo ilustrado neste trabalho, agora sob o prefixo CP (Coleção de Pesquisa).

5. RESULTADOS: TAXONOMIA

A taxonomia supragenérica segue Gross *et al.* (2014). Ao todo foram identificadas doze espécies de ostracodes, sendo nove pertencentes ao gênero *Cyprideis*: *Cyprideis* aff. *amazonica* Purper, 1979; *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985; *Cyprideis* aff. *graciosa* (Purper, 1979); *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto, 1983); *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979); *Cyprideis multiradiata* (Purper, 1979); *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979); *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate, 1980); *Cyprideis*

sulcosigmoidalis (Purper, 1979); *Alicenula olivencae* (Purper, 1984); *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980 e *Perissocytheridea* sp. A *sensu* Puper, 1977. Todo o material tipo ilustrado é proveniente do cilindro de sondagem 1-AS-33-AM e encontra-se depositado no Museu de Geociências da Universidade de Brasília - UnB, sob guarda do Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências.

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 do gênero – *Candona torosa* Jones, 1850.

Diagnose em Sandberg (1964b) – *Cytherideinae with smooth or pitted exterior, quadripartite hinge, numerous ampulliform radial pore canals, and strong sexual dimorphism in the carapace. Embryological and initial larval development inside the female carapace. No vestibules.*

Diagnose traduzida para o português de Sandberg (1964b) – Cetherideinae com exterior liso ou pontuado, charneira quadripartida, porocanais ampuliformes numerosos. Desenvolvimento embriológico e larval inicial dentro da fêmea. Sem vestíbulos.

Diagnose em Whatley et al. (1998) – *Large. Elongate ovate to subretangular. Anterior margin broadly rounded (with or without marginal denticles); posterior more narrowly so, truncated, or (in males) with subventral apex. Dorsal almost straight to convex; ventral biconvex. Some adults' right valve with postero-ventral spine; more common in juveniles. Smooth, punctate, pitted, reticulate. Often with vertical or oblique median sulcus. Very external ocular features absent. Calcified inner lamella narrow to medium width, more rarely wider (*Amazonacytheridea*), avestibulate or with small crescentic vestibula, specially anteriorly; numerous radial pore canals (rpc), simple or branching sometimes polyfurcating (*Amazonacytheridea*, *Chlamidocytheridea*). Some species with narrow fused zone and short rpc's. Hinge antimerodont with very long terminal elements in some species. Overlap sometimes reversal (*Nealecytheridea*, *Chlamidocytheridea*). Median element not normally oblique to commissure; in some species (*Anomocytheridea*), antero-median part smooth and posterior crenulate; in most species all median elements crenulate; in some species the median element is very*

short. Large V-shaped frontal, two mandibulars and pronounced, semicircular fulcral point anterior of dorsal-most adductor. Sexual dimorphism strong.

Diagnose traduzida para o português de Whatley *et al.* (1998) – Grande. Alongado ovalado à sub-retangular. Margem anterior geralmente arredondada (com ou sem denticulos marginais); posterior mais estreita, truncada, ou (em machos) com ápice subventral. Margem dorsal sub-retilínea à convexa; ventral biconvexa. Alguns adultos apresentam espinhos na região posteroventral da valva direita. Lisos, pontilhados, esburacados, reticulados. Frequentemente apresenta sulco mediano vertical ou oblíquo. Características oculares externas ausentes. Lamela interna calcificada de largura estreita à mediana, raramente ampla (*Amazonacytheridea*), vestíbulo inexistente ou pequeno vestíbulo crescentiforme, em particular na região anterior; numerosos porocanais radiais, simples ou ramificados, às vezes polifurcados (*Amazonacytheridea*, *Chlamidocytheridea*). Algumas espécies possuem uma estreita zona de fusão e porocanais radiais curtos. Charneira antimerodonte com longos elementos terminais em determinadas espécies. Sobreposição por vezes reversa (*Nealecytheridea*, *Chlamidocytheridea*). Elemento mediano normalmente não oblíquo à comissura; em algumas espécies (*Anomocytheridea*), região antero-mediana lisa e posterior crenulada; na maioria das espécies todos os elementos mediano são crenulados; em que em algumas delas o elemento mediano é muito curto. Grande depressão frontal em forma de “V”, duas cicatrizes mandibulares pronunciadas, ponto fulcral semicircular anterior à cicatriz do músculo abdutor. Forte dimorfismo sexual (adaptado de Whatley *et al.*, 1998).

Distribuição estratigráfica – Mioceno ao recente (Whatley *et al.* 1998, Gross *et al.* 2014).

Discussão – Desde sua proposição em Jones (1857) diversas modificações foram feitas para o gênero, sobretudo no que concerne à sua diagnose (Kollmann 1960; Benson *et al.* 1961; Sandberg 1964b). O próprio propositor de *Cyprideis* acreditava que trabalhos posteriores provariam que os espécimes descritos por ele pertenceriam ao gênero *Cythere* (Jones, 1857). Em seu trabalho clássico sobre o gênero *Cyprideis* nas Américas, Sandberg (1964b) propõe uma diagnose enxuta para o gênero. Whatley *et al.* (1998) emendaram a diagnose de *Cyprideis* e incluíram vários outros gêneros em sua sinonímia, dentre os quais incluem espécies endêmicas da região amazônica: *Amazonacytheridea* Purper, 1979, *Botulocyprideis* Sheppard & Bate, 1980 (emendado por Purper & Pinto, 1983), *Chlamydocytheridea* Purper, 1979, *Nealecythere* Purper &

Pinto, 1983, *Paulacoutoia* Purper, 1979, *Pseudoparakrithella* Purper, 1979 e *Sohnicythere* Purper & Pinto, 1983. Adicionalmente, várias espécies amazônicas designadas como *Cytheridea* Bosquet, 1852, foram transferidas para *Cyprideis* por estes autores (Gross *et al.*, 2014). Contudo, ainda segundo Gross *et al.* (2014), as espécies supracitadas divergem significativamente da definição de *Cyprideis* atribuídas a Kollmann (1960); Benson *et al.* (1961); Sandberg (1964b).

***Cyprideis* aff. *amazonica* Purper, 1979**

Fig. 7: 1-2

- 1977 *Cyprideis* sp.nov. B – Purper: 363; Prancha 3, figs. 11-16.
- 1979 *Cyprideis amazonica* Purper, sp. nov. – Purper: 231-232; Prancha 4, figs. 1-11.
- 1998 *Cyprideis amazonica* Purper, 1979 – Muñoz-Torres *et al.*: 94; Prancha 2, figs. 4-6.
- ? 1998 *Cyprideis amazonica* Purper, 1979 – Whatley *et al.*: 234; Texto-fig. 2; Prancha 1, figs. 1-5.
- 2010 *Cyprideis amazonica* Purper, 1979 – Wesselingh & Ramos: 308, 315; Fig. 18.5k-l.
- ? 2011 *Cyprideis amazonica* Purper, 1979 – Linhares *et al.*: 95, 98; Fig. 3/1-2.
- 2014 *Cyprideis amazônica* Purper, 1979 – Gross *et al.*: 13-16; Texto-fig. 4a-c; Prancha 1, figs. 1-26.

Holótipo – Fêmea, valva esquerda. **MP-0-524**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Fêmeas e machos. **MP-0-523, 525, 526, 527, 528 e 574** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 19,50-20,78m (Purper, 1979). Holótipo e parátipos são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 12 valvas de *C. aff. amazonica* nos três níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, compreendendo basicamente indivíduos juvenis (Tab. 1).

Tabela 1 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis* aff. *amazonica* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2422	290,05 m	3	0	0	3	837
2505	147,40 m	5	0	0	5	
2508	139,40 m	4	0	0	4	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie não-sulcada de *Cyprideis* caracterizada por possuir uma superfície lisa pontuada, porocanais pouco perceptíveis, formato reniforme e forte dimorfismo

sexual. Muñoz-Torres *et al.* (1998) ressaltam ainda uma margem posterior bem desenvolvida na valva direita, sendo esta uma característica intrínseca da espécie. Denticulações anteroventrais são descritas nos estágios juvenis, fundindo-se quase totalmente à franja quando adulto (Gross *et al.*, 2014). Estas denticulações foram observadas nos espécimes juvenis recuperados ao longo do perfil da sondagem 1-AS-33-AM. Contudo, no que se refere à margem posterior bem desenvolvida, descrita originalmente por Purper (1979) como concavidade posterolateral, no espécime ilustrado neste trabalho tal feição não foi percebida, tanto anterior quanto posteriormente. A superfície da carapaça do espécime ilustrado neste trabalho apresenta um pontilhado mais sutil do que aquele observado em Purper (1977, 1979) e Whatley *et al.* (1998). O formato reniforme é característico, observa-se uma inclinação mais acentuada a partir do ângulo cardinal posterior em direção à extremidade posterior se comparado aos espécimes ilustrados em Whatley *et al.* (1998) e Linhares *et al.* (2011). Em se tratando de um espécime não adulto e da má preservação da valva, os aspectos morfológicos observáveis em vista interna são poucos distinguíveis. Desta forma, com base puramente nas feições externas da valva, preferiu-se adotar a classificação *Cyprideis* aff. *amazonica*.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base até o topo da Biozona *Cyprideis multiradiata*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis aulakos* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), início do Mesomioceno ao final do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Cyprideis caraionae Purper & Pinto, 1985

Fig. 7: 3-6

1985 *Cyprideis caraionae* sp. nov. – Purper & Pinto: 430; Prancha 1, figs. 1-13.

1998 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 – Whatley *et al.* 1998: 234; Prancha.1, figs. 6-10.

1998 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 – Muñoz-Torres *et al.*: 94; Prancha 2, figs. 12-14.

2011 *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985 – Linhares *et al.*: 95, 98; Fig. 3/5–6.

Holótipo – Fêmea, valva direita. **MP-A-915**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper & Pinto, 1985).

Parátipo – Machos, fêmeas e *instars* juvenis. **MP-0-913, 914, 916 à 920** (Purper & Pinto, 1985).

Localidade-tipo – Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, sondagem 1-AS-33-AM, profundidade de 351m (Purper & Pinto, 1985). Holótipo e parátipos são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper & Pinto, 1985). As amostras analisadas provêm da sondagem realizada durante o Projeto Carvão do Alto Solimões – CPRM/DNPM (Maia *et al.*, 1977).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 352 valvas de *C. caraionae* nos três níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 351,40 m (Tab. 2).

Tabela 2 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis caraionae* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2392	351,40 m	209	89	8	112	
2393	350,50 m	40	17	4	19	820
2422	290,05 m	103	51	7	45	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie de *Cyprideis* caracterizada pela presença de espinhos curtos coalescentes voltados para baixo e ampla lamela interna na margem anterior. Estes espinhos constituem a característica mais distintiva desta espécie, visto que com base em sua ornamentação e contorno esta se assemelha a *Cyprideis amazonica* Purper, 1979. Segundo Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998), outro parâmetro diferenciador apresenta-se na morfologia dos porocanais marginais, geralmente bifurcados em *C. amazonica*, enquanto que em *C. caraionae* estes são geralmente simples a ocasionalmente bifurcados.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a porção intermediária até o topo da Biozona *Cyprideis caraionae*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis aulakos* à Biozona *Cyprideis caraionae* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), Mesomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Cyprideis machadoi (Purper, 1979)

Fig. 7: 7-10

1977 Ostracoda B n.g.,n.sp. – Purper: 359; Prancha. 1, figs. 9-14.

1979 *Chlamydocytheridea machadoi* Purper, gen. et sp. nov. – Purper: 237-238; Prancha 6, figs. 1-6.

? 1979 *Cyprideis truncata* Purper, sp. nov. – Purper: 232-233; Prancha 4, figs. 12-22.

- 1980 *Otarocyprideis elegans* sp. nov. – Sheppard & Bate: 101-102; Prancha 8, Figs. 10-12; Prancha 9, figs. 1-5, 7.
- 1983 *Chlamydocytheridea machadoi* Purper, 1979 – Purper & Pinto: 114; Prancha 1, figs. 14-17.
- ?pars 1991 *Chlamydocytheridea kotziana*e Purper & Ornellas, sp. nov. – Purper & Ornellas: 26; Prancha 1, fig. 7. [non Prancha 1, figs. 8–9].
- 1998 *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979) – Muñoz-Torres *et al.*: 98; Prancha 3, figs. 15-17.
- 1998 *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979) – Whatley *et al.*: 235; Text-fig. 2; Prancha 2, figs. 6-10 [sic].
- ? 2010 *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979) – Wesselingh & Ramos: 308; Fig. 18.5m–n.
- ? 2011 *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979) – Linhares *et al.*: 95; Fig. 3/13-14.
- ? 2013 *Cyprideis aff. machadoi* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 227–229; Prancha 6, figs. 1-20, 22.
- 2014 *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 16-17; Texto-fig. 4d-f; Prancha 1, figs. 27-41; Prancha 2, figs. 1-23.

Holótipo – Carapaça. **MP-0-505**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Valvas incompletas. **MP-0-506, 507** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 31,52-32,62m (Purper, 1979). Holótipo e parátipo são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM Ao todo, foram recuperadas 113 valvas de *C. machadoi* nos dez níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 147,40 m (Tab. 3).

Tabela 3 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis machadoi* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2422	290,05 m	2	1	1	0	
2439	260,05 m	4	3	1	0	
2441	255,00 m	1	0	1	0	
2498	157,35 m	11	7	4	0	
2499	156,80 m	31	25	3	3	819
2505	147,40 m	55	11	10	34	
2508	139,40 m	2	2	0	0	
2510	136,35 m	3	3	0	0	
2522	106,65 m	1	1	0	0	
2524	99,80 m	3	3	0	0	848

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Inicialmente descrita como *Chlamydocytheridea machadoi* em Purper (1979), esta espécie foi transferida para o gênero *Cyprideis* por Muñoz-Torres *et al.*

(1998), que também sinonimizaram *Chlamydocytheridea kotzianae* Purper & Ornellas, 1991, a *C. machadoi*. Os espécimes identificados neste trabalho como *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979) compartilham das mesmas características descritas originalmente pela sua propositora, das quais se destacam: valvas grandes, não sulcadas, superfície lisa e franja bem desenvolvida na porção anterior, compondo um “lábio”. Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998) descrevem esta última característica como uma extensão do tipo *Chlamydoteca*. Contudo, tanto o formato quanto o tamanho desta franja são bem variáveis, como ilustrado em Gross *et al.* (2014), assemelhando-se àquela presente na espécie *Cyprideis kotzianae* (Purper & Ornellas, 1991) e na espécie *Cyprideis truncata* Purper, 1979, esta última sinonimizada por Whatley *et al.* (1998). Da mesma forma que observado por Gross *et al.* (2014), *instars* juvenis desta espécie apresentam discreta denticulação posteroventral, amalgamando-se na fase adulta em uma franja. Ainda segundo estes autores, a sinonimização de *C. truncata* é passível de revisão, visto diferenças morfológicas observadas a partir de espécimes recuperados no município de Eirunepé, Estado do Amazonas (Wesselinght & Ramos, 2010; Gross *et al.*, 2013), a saber: valvas de menor tamanho, elementos da charneira menos desenvolvidos, lamela interna menos ampla, poros marginais com ramificação discreta e estreitamento da área entre a franja e a *selvage* anterior.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base da Biozona *Cyprideis multiradiata* até a porção intermediária superior da Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis aulakos* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), do Eomioceno ao início do Neomioceno (Wesselinght & Ramos, 2010).

Cyprideis simplex (Sheppard & Bate, 1980)

Fig. 7: 11-13

1980 *Botulocyprideis simplex* sp. nov. – Sheppard & Bate: 104; Prancha 9, Figs. 6, 8–13.

? 1983 *Botulocyprideis simplex* Sheppard & Bate *emend.* Purper & Pinto – Purper & Pinto: 116–117; Prancha 2, figs. 17–27.

2014 *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate, 1980) – Gross *et al.*: 21; Prancha 4, figs. 46–50.

Holótipo – O holótipo desta espécie encontra-se depositado nas coleções do Museu Britânico de História Natural, em Londres, sob o código **OS 11077**, valva direita (Sheppard & Bate, 1980).

Parátipo – Valvas **OS 11078 à OS 11082** (Sheppard & Bate, 1980).

Localidade-tipo – Região de Pichua, Rio Marañon, Peru (Sheppard & Bate, 1980).

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Sheppard & Bate, 1980).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM - Ao todo, foram recuperadas 12 valvas de *C. simplex* nos três níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 290,05 m (Tab. 4).

Tabela 4 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis simplex* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2422	290,05 m	5	5	0	0	
2439	260,05 m	4	1	0	3	823
2508	139,40 m	3	3	0	0	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Os espécimes recuperados neste trabalho e assinalados à espécie *Cyprideis simplex* diferem do material disponível em Purper & Pinto (1983), apresentando um formato alongado sub-retangular com maior inclinação dorsal a partir do ângulo cardinal anterior, pouco distinguível em Purper & Pinto (1983), estreitando-se em direção à extremidade posterior. Os espécimes ilustrados em Sheppard & Bate (1980) e Gross *et al.* (2014) se assemelham ao ilustrado neste trabalho, compartilhando características morfológicas similares da região interna, destacando um lamela interna ampla, disposição das impressões musculares e elementos da charneira pouco desenvolvidos. Diferenças em relação ao formato e tamanho das valvas são aqui creditadas a um acentuado dimorfismo sexual. Comparativamente, o espécime ilustrado neste trabalho é ligeiramente maior do que *Cyprideis paralela*, sendo menos alongado em vista lateral e mais largo que esta. Do mesmo modo que Gross *et al.* (2014), a classificação desta espécie segue a sinonimização proposta por Whatley *et al.* (1998), que considera o gênero *Botulocyprideis* Sheppard & Bate, 1980 como sinônimo júnior de *Cyprideis*.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base até a porção superior da Biozona *Cyprideis multiradiata*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis caraionae* à Biozona *Cyprideis minipunctata* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), Mesomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Cyprideis multiradiata (Purper, 1979)

Fig. 7: 14-15

- 1977 Ostracoda A n.g.,n.sp. – Purper: 359; Prancha 1, figs. 1-8.
 1979 *Amazonacytheridea multiradiata* Purper, gen. et sp. nov.– Purper: 234-235; Prancha 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; Prancha 4, figs. 7, ?5. [non Prancha 4, fig. 6].
 pars 1998 *Cyprideis olivencai* (Purper, 1979) – Whatley *et al.*: 236; Text-fig. 2 (última fileira, desenho da esquerda); Prancha 2, figs. 4–5, ?3 [sic]. [non Prancha 2, figs. 1-2 [sic]].
 2014 *Cyprideis multiradiata* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 21-22; Texto-fig. 4p-r; Prancha 5, Figs. 1-30.

Holótipo – Fêmea, valva esquerda. **MP-0-502**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Macho. **MP-0-501, 503, 504** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 31,52-32,62m (Purper, 1979). Holótipo e parátipo são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 36 valvas de *C. multiradiata* nos sete níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número nas profundidades de 290,05 m e 147,40 m (Tab. 5).

Tabela 5 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis multiradiata* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2422	290,05 m	10	4	6	0	
2487	185,50 m	2	1	1	0	
2498	157,35 m	3	3	0	0	
2499	156,80 m	3	2	1	0	
2505	147,40 m	10	2	9	0	827
2508	139,40 m	6	6	0	0	
2510	136,35 m	2	2	0	0	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – *Cyprideis* de formato alongado à ovoide, superfície lisa, não-sulcada, caracterizada por possuir uma lamela interna ampla com um vestíbulo. Descrita inicialmente em Purper (1979) como *Amazonacytheridea multiradiata*, foi sinonimizada por Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Whatley *et al.* (1998), juntamente com as espécies *Pseudoparakrithella paralela* Purper, 1979 e *Botulocyprideis simplex* Sheppard & Bate,

1980, em *Cyprideis olivencai* (Purper, 1979). Contudo, independente de variações intraespecíficas observada nos espécimes recuperados (sobretudo no que diz respeito ao formato e tamanho das valvas), fez-se a escolha neste trabalho de seguir a revalidação proposta por Gross *et al.* (2014), individualizando o grupo de espécies sinonimizadas em três táxons distintos: *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis paralela* e *Cyprideis simplex*, respectivamente.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base até o topo da Biozona *Cyprideis multiradiata*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis aulakos* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), início do Mesomioceno ao início do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

***Cyprideis pebasae* (Purper, 1979)**

Fig. 7: 16

- 1977 *Cytheridea* sp.nov. C – Purper: 363; Prancha 3, figs. 1–4.
1979 *Cytheridea pebasae* Purper, sp. nov. – Purper: 228-229; Prancha 2, figs. 11-23.
1998 *Cyprideis lacrimata* sp. nov. – Muñoz-Torres *et al.*: 96; Texto-fig. 2; Prancha 3, figs. 7-11.
non 1998 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) – Muñoz-Torres *et al.*: 100; Prancha 4, figs. 8-10.
non 1998 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) – Whatley *et al.*: 236; Texto-fig. 2; Prancha 2, figs. 16-20.
pars 2006 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) Whatley *et al.*, 1998 *emend.* – Ramos: 90-91; Fig. 6i–y. [non Fig. 6e-h].
? 2010 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) – Wesselingh & Ramos: 308; Fig. 18.5c-d.
2011 *Cyprideis lacrimata* Muñoz-Torres, 1998 – Linhares *et al.*: 98; Fig. 3/12.
2011 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) – Linhares *et al.*: 95, 98; Fig. 4/3-4.
2013 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 225–227; Prancha 5, figs. 1-17.
2014 *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 28; Texto-fig. 6g; Prancha 8, figs. 34-43; Prancha 9, figs. 1-24; Prancha 10, figs. 45,47,51.

Holótipo – Fêmea, valva esquerda. **MP-0-513**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Fêmeas e machos. **MP-0-514, 515, 516, 568, 569, 570** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 19,50-20,78m (Purper, 1979). Holótipo e parátipos são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas três valvas de *C. pebasae* nos dois níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 136,35 m (Tab. 6).

Tabela 6 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis pebasae* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2510	136,35 m	2	1	1	0	842
2524	99,80 m	1	1	0	0	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie de *Cyprideis* de formato subretangular-subtrapezoidal, não-sulcada com ornamentação superficial marcada por uma pontuação grossa. Franjas bem desenvolvidas na margem anterior e posteroventral. Denticulação marginal pouco desenvolvida anteriormente, sendo esta uma das características que diferem esta espécie da *Cyprideis munoztorresi* Gross, Ramos & Piller, 2014. Originalmente descrita em Purper (1979), a espécie foi emendada em Ramos (2006) e teve incluída em sua sinonímia a espécie *C. lacrimata* em Muñoz-Torres *et al.* (1998) por Gross *et al.* (2013). Estes argumentam que *C. lacrimata* é bastante similar à *C. pebasae*, apesar de diferir desta por apresentar um contorno mais retangular e ornamentação mais discreta ao longo da porção marginal livre da valva. Complementarmente, segundo Gross *et al.* (2014), as espécies *Cyprideis purperi purperi* Sheppard & Bate, 1980 e *Cyprideis purperi colombianaensis* Sheppard & Bate, 1980, postas como sinônimos de *C. pebasae* por Ramos (2006), são espécies sulcadas e apresentam ornamentação mais discreta, divergindo da espécie ilustrada neste trabalho.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base até a porção intermediária da Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis caraionae* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), final do Mesomioceno ao início do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Cyprideis inversa (Purper & Pinto, 1983)

Fig. 8: 1-3

1983 *Sohnicythere inversa* Purper & Pinto sp. nov. – Purper & Pinto: 119–120; Prancha 3, figs. 12-24.

1998 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto, 1983) – Muñoz-Torres *et al.*: 96; Prancha 3, figs. 4-6.

1998 *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto, 1983) – Whatley *et al.*: 234–235; Texto-fig. 2; Prancha 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; Texto-fig. 6n;
Prancha 12, figs. 15-19.

Holótipo – Fêmea, valva esquerda. **MP-0-827**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper & Pinto, 1983).

Parátipo – Fêmeas e machos, valvas. **MP-0-828** à **MP-0-831** (Purper & Pinto, 1983).

Localidade-tipo – Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, sondagem 1-AS-32-AM, profundidade de 18,50-84,00m (Purper & Pinto, 1983). Holótipo e parátipos são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper & Pinto, 1983). As amostras analisadas provêm da sondagem realizada durante o Projeto Carvão do Alto Solimões – CPRM/DNPM (Maia *et al.*, 1977).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas duas valvas de *C. inversa* no único nível de ocorrência desta espécie no perfil analisado, na profundidade de 136,35 m (Tab. 7).

Tabela 7 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis inversa* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir do seu nível de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2510	136,35 m	2	0	2	0	829

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie de tamanho pequeno, valva de formato subpiriforme, caracterizada por possuir uma superfície fortemente pontuada com tubérculos esparsos e espinhos bem desenvolvidos na margem anterior. Outra característica marcante refere-se ao posicionamento dos elementos da charneira na valva esquerda (charneira inversa). Contudo, independente desta particularidade, Muñoz-Torres *et al.* (1998) posicionaram-na dentro do gênero *Cyprideis*, diferindo do proposto inicialmente por Purper & Pinto (1983).

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre na base da Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis caraionae* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), final do Mesomioceno ao início do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Cyprideis aff. graciosa (Purper, 1979)

Fig. 8: 4-9

- 1977 *Cytheridea* sp.nov. D – Purper: 363; Prancha 3, figs. 5-6.
 1979 *Cytheridea graciosa* Purper, sp. nov. – Purper: 229–230; Prancha 3, figs. 1-9.
 1991 *Cytheridea graciosa* Purper, 1979 – Purper & Ornellas: 26–28; Prancha 1, figs. 10-15.
 1998 *Cyprideis graciosa* (Purper, 1979) – Muñoz-Torres *et al.*: 96; Prancha 3, figs. 1-3.
 1998 *Cyprideis graciosa* (Purper, 1979) – Whatley *et al.*: 234; Text-fig. 2; Prancha 1, figs. 11-15.
 2006 *Cyprideis graciosa* (Purper, 1979) – Ramos: 92; Fig. 7d-h.
 2010 *Cyprideis graciosa* (Purper, 1979) – Wesselingh & Ramos: 308; Fig. 18.5e-f.
 2011 *Cyprideis graciosa* (Purper, 1979) – Linhares *et al.*: 96; Fig. 3/9-10.
 2013 *Cyprideis graciosa* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 225; Prancha 4, figs. 1–17.
 2014 *Cyprideis* aff. *graciosa* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 25; Texto-fig. 6d; Prancha 6, figs. 33-34; Prancha 7, figs. 1-20.

Holótipo – Fêmea, valva direita. **MP-0-517**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Macho, valva esquerda, **MP-0-518**; *instars* juvenil, valva direita, **MP-0-571** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 19,50-20,78m (Purper, 1979). Holótipo e parátipos são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 67 valvas de *C. aff. graciosa* nos seis níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 147,40 m (Tab. 8).

Tabela 8 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis* aff. *graciosa* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2439	260,05 m	11	8	1	2	
2441	255,00 m	1	1	0	0	
2499	156,80 m	19	4	0	15	828,839
2505	147,40 m	30	6	2	22	
2508	139,40 m	4	4	0	0	
2510	136,35 m	2	2	0	0	844,845

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie de tamanho médio, sub-retangular a subtriangular com ornamentação superficial pontuada a reticulada. Na valva direita, observam-se cerca de oito espinhos bem desenvolvidos na margem anterior e quatro espinhos na margem posteroventral, sendo um deles mais pronunciado (Purper, 1979). Contudo, estes

espinhos não se apresentam bem desenvolvidos na valva esquerda, sendo esta uma característica morfológica determinante para a espécie segundo Purper (1979) e Purper & Ornellas (1991). No material ilustrado neste trabalho os espinhos da margem posteroventral estão quebrados, assim como os espinhos dispostos na margem anterior. O formato e ornamentação externa são condizentes com o descrito para a espécie. Todavia, observa-se uma grande variação intraespecífica nos espécimes recuperados, o que dificulta uma classificação mais exata. Devido à ausência de informações e seguindo o argumento de Gross *et al.* (2013), que discute a ocorrência ou não de espinhos posteroventrais na valva esquerda como diagnóstico da espécie, adota-se aqui à espécie a nomenclatura *Cyprideis* aff. *graciosa*.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a porção interior até o topo da Biozona *Cyprideis multiradiata*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis obliquosulcatas* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), final do Mesomioceno ao início Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

***Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979)**

Fig. 8: 10-15/ Fig.9: 1-3

1977 *Cytheridea* sp.nov. A – Purper: 361; Prancha 2, figs. 1-6.

1979 *Cytheridea sulcosigmoidalis* Purper, sp. nov. – Purper: 226-227; Prancha 1, figs. 11-18.

?pars 1980 *Cyprideis purperi purperi* subsp. nov. – Sheppard & Bate: 99-101; Prancha 7, fig. 12? e 13 [non Texto-fig. 2; Prancha 7, figs. 1-11; Prancha 8, Figs. 1-2]

1998 *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979) – Whatley *et al.*: 236; Texto-fig. 2; Prancha 3, figs. 1-5.

1998 *Cyprideis* sp. 4 – Whatley *et al.*: 237; Prancha 3, figs. 16-20.

1998 *Cyprideis aulakos* sp. nov. – Muñoz-Torres *et al.*: 94; Texto-fig. 2; Prancha 2, figs. 7-11.

1998 *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979) – Muñoz-Torres *et al.*: 100; Prancha 4, figs. 16-18.

2011 *Cyprideis aulakos* Muñoz-Torres, 1998 – Linhares *et al.*: 95; Fig. 3/3-4.

2011 *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979) – Linhares *et al.*: 95; Fig. 4/5-6.

2014 *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979) – Gross *et al.*: 32-35; Texto-fig. 60; Prancha 12, figs. 20-34; Prancha 13, figs. 1-21; Prancha 14, figs. 1-21.

Holótipo – Fêmea, valva esquerda. **MP-0-508**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Macho, valva direita. **MP-0-509** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 31,25-32,62m (Purper, 1979). Holótipo e parátipo são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 166 valvas de *C. sulcosigmoidalis* nos doze níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 290,05 m (Tab. 9).

Tabela 9 – Distribuição quantitativa das valvas de *Cyprideis sulcosigmoidalis* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2422	290,05 m	132	69	9	54	833, 818
2453	237,90 m	1	1	0	0	
2454	237,40 m	1	1	0	0	
2480	194,45 m	1	1	0	0	
2499	156,80 m	6	2	0	4	
2502	151,60 m	2	2	0	0	
2505	147,40 m	4	4	0	0	
2508	139,40 m	7	7	0	0	
2510	136,35 m	4	4	0	0	830
2522	106,65 m	6	6	0	0	
2524	99,80 m	1	0	1	0	824, 849
2536	79,40 m	1	0	0	1	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie de *Cyprideis* de formato trapezoidal, superfície pontuada, denticulação marginal pouco desenvolvida e expressivo sulco estendendo-se da margem dorsal à porção anteromediana. Descrita originalmente em Purper (1979), foi sinonimizada junto com a espécie *Cyprideis aulakos* Muñoz-Torres, 1998 sob a denominação de *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979) por Gross *et al.* (2014). Para tanto, Gross *et al.* (2014) argumenta que variações na ornamentação e na denticulação marginal não são características suficientes para individualizar *C. aulakos* de *C. sulcosigmoidalis*, preferindo considerá-las como sinônimos. A partir das observações realizadas nos espécimes recuperados durante a produção deste trabalho, optou-se por seguir a proposta de sinonimização de Gross *et al.* (2014). Ao longo do perfil do furo de sondagem 1-AS-33-AM observou-se que os espécimes descritos originalmente como *C. sulcosigmoidalis* encontravam-se preferencialmente numa porção inferior, a 290,05 m de profundidade, enquanto que os *C. aulakos* estariam bem mais acima no perfil, entre 136,35m e 99,80m. Contudo, estas variações ecofenotípicas em populações homogêneas

que ocorrem em níveis distintos permitiriam uma reavaliação futura destas espécies. Para tanto, um estudo mais específico tomando por base material proveniente de outras perfurações na região da Amazônia Ocidental se faria necessário.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base da Biozona *Cyprideis multiradiata* até o topo da Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis aulakos* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), do Eomioceno ao início do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Família DARWINULIDAE Brady & Norman, 1889

Gênero *Alicenula* Rossetti & Martens, 1998

Espécie-tipo do gênero – *Darwinula serricaudata* Klie, 1935

Diagnose em Rossetti & Martens (1998) – *Elongate darwinulids, without internal teeth in the left valve and without ventral keel on the right valve. Hinge adont. Length mostly c 0.6 mm. Valves with right/left or with left/right overlap. Dorsal margin evenly sloping, not rounded or straight over part of its length. Central muscle scars always situated towards the front in adult specimens. Large caudal brooding cavity externally visible. First segment of antennula with two dorsal setae, second segment with one dorso-apical seta and three ventral setae. Antenna with two long setae and a spine on exopodite; first endopodal segment with two ventroapical setae. Seta y on penultimate segment of mandibula-palp absent. Adults with furca. Postabdomen mostly large and "spinuous".*

Diagnose traduzida para o português de Rossetti & Martens (1998) – Darwinulídeo alongado, com ausência de dente interno na valva esquerda e ausência de quilha ventral na valva direita. Charneira adonte. Comprimento (c 0,6 mm). Valvas com sobreposição direita/esquerda ou esquerda/direita. Margem dorsal uniformemente inclinada, não arredondada ou reta sobre parte de seu comprimento. Cicatrizes musculares centrais localizadas sempre na porção anterior em espécimes adultos. Cavidade caudal grande, externamente visível. Primeiro segmento da antênula com duas cerdas dorsais, segundo segmento com uma cerda dorso-apical e três cerdas ventrais. Antena com duas longas cerdas e um espinho no exopódio; primeiro segmento endopodal duas cerdas ventroapicais. Cerda y no penúltimo seguimento de mandíbula-palp ausente. Adultos com furca. Pós-abdomen geralmente largo e “espinhoso”.

Distribuição estratigráfica – Cretáceo ao Recente (Rossetti *et al.*, 2011).

Discussão – Darwinulídeos compõem um grupo de ostracodes euritópicos cosmopolitas de reprodução assexuada, notáveis por apresentar alta tolerância a níveis elevados de salinidade. Dentre outros fatores, esta tolerância permitiu a colonização de uma grande variedade de ambientes, acarretando em uma vasta distribuição geográfica, desde habitats límnicos rasos a ambientes marginais caracterizados por apresentar água salobra (Rossetti *et al.*, 1998; Rossi *et al.*, 2004, 2009; Gandolfi *et al.*, 2009; Higuti *et al.*, 2009; Schön *et al.*, 2009). Algumas espécies, como *Penthesilenula brasiliensis*, são mais comuns, e ocorrem em lagos e alagadiços, possuindo distribuição intercontinental (Pinto *et al.*, 2004). A espécie *Darwinula stevensoni* é cosmopolita (exceto para a Antártica), podendo ser encontrada em uma ampla gama de habitats: rios, lagos, meios intersticiais (Schön *et al.*, 2009). Segundo Aladin (1993), *Darwinula stevensoni* é considerada um osmorregulador capaz de combinar osmoconformidade em ambientes com alta salinidade, com regulação hiposmótica em ambientes com baixa salinidade. Em relação à taxonomia, Rossetti & Martens (1998) realizaram uma revisão mundial para esta família combinando características das valvas e partes moles dos espécimes estudados. Estes autores propuseram novas sinonímias e alocaram todas as espécies conhecidas em cinco gêneros: *Darwinula*, *Microdarwinula*, *Alicenula*, *Penthesilenula* e *Vestalenula*, sendo os três últimos erigidos em Rossetti & Martens (1998). Em Rossetti *et al.* (2011) o gênero *Isabenula*, com aspectos morfológicos intermediários entre os gêneros *Vestalenula* e *Penthesilenula*, é erigido, somando-se aos cinco gêneros descritos anteriormente. Segundo Rossetti *et al.* (2011), a descoberta deste novo gênero abre novas oportunidades na reconsideração crítica de hipóteses prévias sobre tempo e modo da evolução da família Darwinulidae e sobre relações filogenéticas entre seus representantes. Adicionalmente, Pinto *et al.* (2013) ressaltam ainda que apenas espécies recentes e do Holoceno foram consideradas na revisão taxonômica de Darwinulidae (Rossetti & Martens, 1998) e vários dos fatores usados no reconhecimento de diferentes gêneros são difíceis de se observar em fósseis. A partir disso, seria difícil prever quanto do atual conhecimento sobre os darwinulídeos seria estendido com sucesso para estudos paleontológicos. Especificamente em relação ao gênero *Alicenula*, com base nas características morfológicas de suas valvas, as espécies de *Alicenula* possuem tamanho menor do que a *Darwinula stevensoni* (Comprimento > 0,65 mm), diferindo-se desta por apresentar dente interno na valva esquerda, e apresentam sobreposição da valva direita sobre a esquerda ou da valva esquerda sobre a direita (Rossetti *et al.*, 2011).

Alicenula olivencae (Purper, 1984)

Fig. 9: 4

- 1977 *Darwinula* sp. – Purper: 364; Prancha 4, figs 5-8.
 1979 *Darwinula fragilis* Purper, sp. nov. – Purper: 225; Prancha 1, figs. 4-10.
 ? 1980 *Darwinula* sp. – Sheppard & Bate: 117-118; Prancha 13, fig. 7.
 ? 1984 *Darwinula olivencae* – Purper: 1371.
 1998 *Darwinula fragilis* Purper, 1979 – Muñoz-Torres *et al.*: 90; Prancha 1, figs. 1-3.
 2006 *Darwinula fragilis* Purper, 1979 – Ramos: 89-90, figs. 6 a-c.
 2010 *Alicenula (Darwinula) fragilis* Purper, 1979 – Wesselingh & Ramos: 309, figs. 18.7e-f.
 2013 *Penthesilenula olivencae* (Purper, 1984), comb. nov.– Gross *et al.*: 218; Prancha 1, figs. 1-10, 22-23.

Holótipo – Fêmea, valva esquerda. **MP-0-532**. Material depositado nas coleções do Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Purper, 1979).

Parátipo – Macho, valva direita. **MP-0-531** (Purper, 1979).

Localidade-tipo – Município de São Paulo de Olivença, Estado do Amazonas, sondagem CPCAN-III, profundidade de 19,50-20,78m (Purper, 1979). Holótipo e parátipo são provenientes da mesma amostra.

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Purper, 1979).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 11 valvas de *A. olivencae* nos dois níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 147,40 m (Tab. 10).

Tabela 10 – Distribuição quantitativa das valvas de *Alicenula olivencae* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2505	147,40 m	10	10	0	0	841
2508	139,40 m	1	1	0	0	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Darwinulídeo de pequeno tamanho e formato sub-retangular alongado. A espécie *Darwinula fragilis* foi descrita inicialmente em Purper (1979) e posteriormente teve seu nome alterado para *Darwinula olivencae* pela mesma autora em 1984. Contudo, Gross *et al.* (2013) apontam a falta de uma descrição e figuras adequadas (especialmente de aspectos da valva interna) como um fator que impediria uma sinonimização mais robusta. Publicações posteriores mantiveram o nome original, desconsiderando a tentativa de sinonimização. Wesselingh & Ramos (2010) propuseram a inserção de espécimes similares ao ilustrado neste trabalho no gênero *Alicenula*

Rossetti & Martens, 1996, enquanto Gross *et al.* (2013) atribui o material recuperado em Eirunepé-AM ao gênero *Penthesilenula* Rossetti & Martens, 1996, gerando uma nova combinação: *Penthesilenula olivencae* (Purper, 1984). Esta nova atribuição genérica recai sobre a presença de dentes internos na valva esquerda do material recuperado por Gross *et al.* (2013), que não se encontram na diagnose original de *Alicenula*. Contudo, Pinto *et al.* (2013) destacam que a ocorrência de dentes internos tanto na reargião interna posterior quanto na porção antero-ventral foram documentadas para o gênero desde a edificação de sua diagnose. Segundo estes mesmos autores, Gross *et al.* (2013), ao seguir a diagnose original de *Alicenula* em Rossetti & Martens (1998), ocorreram em erro na correta identificação do gênero, atribuindo-o ao gênero *Penthesilenula*. Desta forma, com base nas ilustrações em Gross *et al.* (2013), Pinto *et al.* (2013) sugerem que a espécie descrita por eles insere-se no gênero *Alicenula*, sob a combinação *Alicenula olivencae* (Purper, 1984).

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie na porção superior da Biozona *Cyprideis multiradiata*, Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis obliquosulcata* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), início do Mesomioceno ao início do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Família CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Gênero *Perissocytheridea* Stephenson, 1938

Espécie-tipo do gênero – *Perissocytheridea matsoni* (Stephenson, 1935)

Diagnose em Stephenson (1938) – *The carapace is tumid, small and fragile. In side view, the shell is subpyriform, with the greatest height anterior to the middle. The anterior end is broadly rounded, the posterior end rounded or subacute, with the postero-ventral angle removed from the ventral margin about one-third to one-half the height of the carapace. The dorsal margin is straight or weakly convex, and slopes toward the posterior from the high anterior cardinal angle. The ventral margin shows considerable convexity. The ornamentation of known species consists of pits. Viewed from the inside, the interior of the valves is deep. The hinge structure shows decided affinities to that of the subgenus Clithrocytheridea of the genus Cytheridea. In the right valve the hinge consists of slender, elongate, well-elevated, terminal taxodont dental areas at the cardinal angles, divided into cusps by vertical notches. These dentitions are steeply truncated into an incised connecting groove which is continuous between them, and which is terminated dorsally by the low bar of the dorsal margin. The*

complimentary hinge line of the left valve is composed of well-incised, notched sockets for the reception of the terminal dentitions of the right valve. A slender, well-defined bar forms the hinge between the sockets, which is separated from the dorsal margin by a faintly incised line. The line of concretion is coincident with the inner margin except on the anterior and posterior ends, where it swings out into the marginal areas to a point about midway between inner and outer margins.

Diagnose traduzida para o português de Sephenon (1938) – Carapaça protuberante, pequena e frágil. Em vista lateral, a concha é subpiriforme, com a maior altura anterior ao meio. A extremidade anterior é amplamente arredondada, a extremidade posterior arredondada ou subaguda, com o ângulo postero-ventral removido da margem ventral cerca de um terço à metade da altura da carapaça. A margem dorsal é reta ou fracamente convexa e inclina-se para a porção posterior a partir do ângulo cardinal anterior. A margem ventral apresenta convexidade considerável. A ornamentação das espécies conhecidas é pontuada. Visto de dentro, o interior das valvas é profundo. A estrutura da charneira mostra afinidade com a do subgênero *Clithrocytheridea* do gênero *Cytheridea*. Na valva direita, a charneira consiste em áreas dentárias terminais taxodontes delgadas, alongadas e bem elevadas nos ângulos cardinais, divididas em cúspides por entalhes verticais. Estas denticões são truncadas de forma íngreme num sulco de ligação incisiva que é contínuo entre elas e que é finalizada dorsalmente pela barra baixa da margem dorsal. A linha de charneira complementar da valva esquerda é composta de soquetes entalhados para a recepção das denticões terminais da valva direita. Uma barra delgada e bem definida forma a charneira entre os encaixes, que é separada da margem dorsal por uma linha incisiva fraca. A linha de concreção é coincidente com a margem interna, exceto nas extremidades anterior e posterior, onde se desloca para as áreas marginais até um ponto a meio caminho entre as margens interna e externa.

Distribuição estratigráfica – Cenomaniano ao recente (Frenzel & Boomer, 2005).

Discussão – Gênero de ostracodes de carapaça de tamanho pequeno, formato subpiriforme, ornamentação aparente, associados a um ambiente transicional (lagunas, estuários, baías, deltas, lagos) sujeito a alta variabilidade de processos hidrodinâmicos (ondas, correntes, tempestades, variações isostáticas) e climáticos (taxas de precipitação/evaporação). Este gênero possui alta tolerância à variação de salinidade, sendo classificado como mixo-halino, podendo ocorrer associado a espécies marinhas e de água doce, apesar de que em casos específicos as espécies não-mixo-halinas sejam

consideradas alóctones (Coimbra *et al.*, 2006). No continente americano, o gênero *Perissocytheridea* possui registros desde o Cenomaniano até o presente, sendo comumente encontrado associado a espécies do gênero *Cyprideis*, (Frenzel & Boomer, 2005; Nogueira *et al.*, 2011; Piovesan *et al.*, 2015). A associação *Cyprideis-Perissocytheridea* é observada desde o Neógeno até os dias atuais, apresentando considerável potencial em estudos ecológicos modernos (Ornellas, 1974 *apud* Coimbra *et al.*, 2007; Dias-Brito *et al.*, 1988; Gonçalves, 2012).

***Perissocytheridea* sp. A sensu Puper, 1977**

Fig. 9: 5-6

- 1977 *Perissocytheridea* sp.nov. A – Purper: 364; Prancha 4, figs. 17-20.
 ? 1998 *Perissocytheridea* sp. 1 – Muñoz-Torres *et al.*: 104; Prancha 6, figs. 1-6.
 2013 *Perissocytheridea* sp. – Gross *et al.*: 231; Prancha 7, figs 25-27.

Material figurado– Macho, valva esquerda. **CM-835**. Juvenil, valva esquerda. **CM-836**. Material depositado nas coleções do Museu de Geociências da Universidade de Brasília - UnB, sob guarda do Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências.

Localidade – Brasil, Estado do Amazonas, sondagem 1-AS-33-AM, profundidade 290,05m.

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas oito valvas de *Perissocytheridea* sp. A nos dois níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 290,05 m (Tab. 11).

Tabela 11 – Distribuição quantitativa das valvas de *Perissocytheridea* sp. A recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2422	290,05 m	6	4	2	0	835,836
2499	156,80 m	2	2	0	0	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Espécie pertencente ao gênero *Perissocytheridea* Stephenson, 1938, distinguível pelo formato da valva, ornamentação superficial e pronunciado sulco bifurcado na porção anterodorsal. O espécime assemelha-se à espécie *Perissocytheridea* sp. A em Purper (1977) e Gross *et al.* (2013), bem como à *Perissocytheridea* sp. 1 em Muñoz-Torres *et al.* (1998), diferenciando-se desta com base em algumas características morfológicas da valva (formato e ornamentação) e tamanho dos espécimes ilustrados. Comparando o espécime ilustrado com o material recuperado por Nogueira *et al.*

(2011), que realizaram um trabalho robusto sobre o gênero na Formação Pirabas, Amazônia Oriental, o espécime macho ilustrado aqui assemelha-se a *Perissocytheridea colini* Nogueira & Ramos, 2011: comprimento equivalente, superfície pontuada, formato sub-retangular alongado e processo caudal arredondado. Contudo, a fêmea ilustrada em Nogueira *et al.* (2011), Figura 4:1-2, difere consideravelmente do espécime ilustrado aqui, apresentando um sulco profundo na região dorso-mediana, formato sub-arredondado e processo caudal truncado a partir do ângulo cardinal posterior.

Distribuição estratigráfica – Região Amazônica (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a base até a porção superior da Biozona *Cyprideis multiradiata*, Serravalliano. Sua amplitude abrange a Biozona *Cyprideis obliquosulcata* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), final do Mesomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

Família CYTHERURIDAE Müller, 1894

Gênero *Rhadinocytherura* Sheppard & Bate, 1980

Espécie-tipo do gênero – *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980 †.

Diagnose original em Sheppard & Bate (1980) – *A subovate to subquadrated genus of the Cytheruridae; rounded anterior and small triangular posterior with caudal process; smooth eye swelling. Well-developed vestibules at anterior and posterior ends. Hinge is modified peratodont with anterior terminal element lacking.*

Diagnose traduzida para o português de Sheppard & Bate (1980) – Gênero pertencente à família *Cytheruridae* caracterizado por sua forma subovada à subquadrada; regiões anterior arredondada e posterior pequena, de formato triangular, com um processo caudal; tubérculo ocular liso. Vestíbulos bem desenvolvidos nas extremidades anterior e posterior. Charneira compreende uma modificação do tipo peratodonte com ausência de elementos na região anterior.

Distribuição estratigráfica – Mioceno (Gross *et al.*, 2015), Plio-Pleistoceno? (Sheppard & Bate, 1980).

Discussão – Segundo Sheppard & Bate (1980), a charneira do gênero *Rhadinocytherura* é única, sendo essencialmente peratodonte em cuja expansão do elemento mediano é mais pronunciado anteriormente e onde o elemento terminal anterior encontra-se ausente em ambas as valvas. Por consequência, a charneira compreende, na valva esquerda, um soquete septado posterior, uma barra mediana lisa que expande levemente na porção posteromediana e que progride em dente anterior. Não há soquete anterior, um sulco para acomodação encontra-se presente. Os elementos equivalentes na valva direita correspondem a um dente posterior com um profundo sulco posteromediano

adjacente que se estreita anteriormente onde se conecta a um soquete dentado mais profundo. Ambos posteroterminal e antero-mediano elementos dividem-se em três partes. O formato da carapaça, tamanho e presença de um processo caudal posicionam o gênero na Família *Cytheruridae*. Contudo, Sheppard & Bate (1980) ressaltam que devido ao caráter ímpar da charneira descrita para o gênero, talvez se fizesse necessária a proposição de um grupo taxonômico distinto baseado somente nesta característica.

***Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980**

Fig. 9: 7-10

1977 Ostracode D n.g., n.sp. – Purper: 364; Prancha 4, figs. 25-27.

1980 *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate sp.nov. – Sheppard & Bate: 112-113; Prancha 11, figs. 10-16.

1998 *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980 – Muñoz-Torres *et al.*: 104; Prancha 6, figs. 7-12.

2013 *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980 – Gross *et al.*: 231; Prancha 7, figs. 28-34.

2013 *Rhadinocytherura* sp.– Gross *et al.*: 231; Prancha 7, figs. 35-37.

Holótipo – O holótipo desta espécie encontra-se depositado nas coleções do Museu Britânico de História Natural, em Londres, sob o código **OS 11047**, valva direita (Sheppard & Bate, 1980).

Parátipo – Carapaça **OS 11050**; valvas **OS 11048, 11049, 11052 à 11054** (Sheppard & Bate, 1980).

Localidade-tipo – Região de La Tagua, sul da Colômbia, sondagem CAE/GEO/33, profundidade de 480-560 cm da superfície (Sheppard & Bate, 1980).

Horizonte-tipo – Formação Pebas/Solimões (Sheppard & Bate, 1980).

Ocorrência na sondagem 1-AS-33-AM – Ao todo, foram recuperadas 18 valvas de *R. amazonensis* nos três níveis de ocorrência desta espécie no perfil analisado, ocorrendo em maior número na profundidade de 351,40 m (Tab. 12).

Tabela 12 – Distribuição quantitativa das valvas de *Rhadinocytherura amazonensis* recuperadas na perfuração 1-AS-33-AM a partir dos seus níveis de ocorrência.

Nº MP	Profundidade	Valvas recuperadas	Fêmeas	Machos	Juvenis	Nº CP
2392	351,40 m	13	7	6	0	825
2393	350,50 m	2	0	0	2	
2499	156,80 m	3	3	0	0	

Horizonte – Bacia do Solimões, Formação Solimões, Neógeno.

Discussão – Descrita inicialmente em Sheppard & Bate (1980), esta espécie de ostracode é facilmente reconhecida pelo formato de sua carapaça, pequeno tamanho, ornamentação, lamela interna ampla e elementos de charneira (Sheppard & Bate, 1980;

Muñoz-Torres *et al.*, 1998; Gross *et al.*, 2013). O espécime ilustrado aqui se enquadra na descrição da espécie *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980. Contudo, algumas características observadas assemelham-se à descrição de *Rhadinocytherura* sp. feita por Gross *et al.* (2013), a saber: margem dorsal reta, processo caudal localizado na metade superior da valva direita, soquete posterior mais robusto na valva direita e ornamentação pontuada. De toda forma, Muñoz-Torres *et al.* (1998) já apontavam variações na ornamentação e formato das valvas, interpretadas neste trabalho como variações intraespecíficas de natureza ecofenotípica.

Distribuição estratigráfica – Amazônia Ocidental (Brasil, Colômbia e Peru). Neste trabalho, esta espécie ocorre desde a porção intermediária da Biozona *Cyprideis caraionae* até a porção intermediária da Biozona *Cyprideis multiradiata* (Subzona *Rhadinocytherura amazonensis*), Serravalliano. Sua amplitude estende-se da Biozona *Cyprideis obliquosulcata* à Biozona *Cyprideis cyrtoma* de Muñoz-Torres *et al.* (2006), início do Mesomioceno ao início do Neomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010).

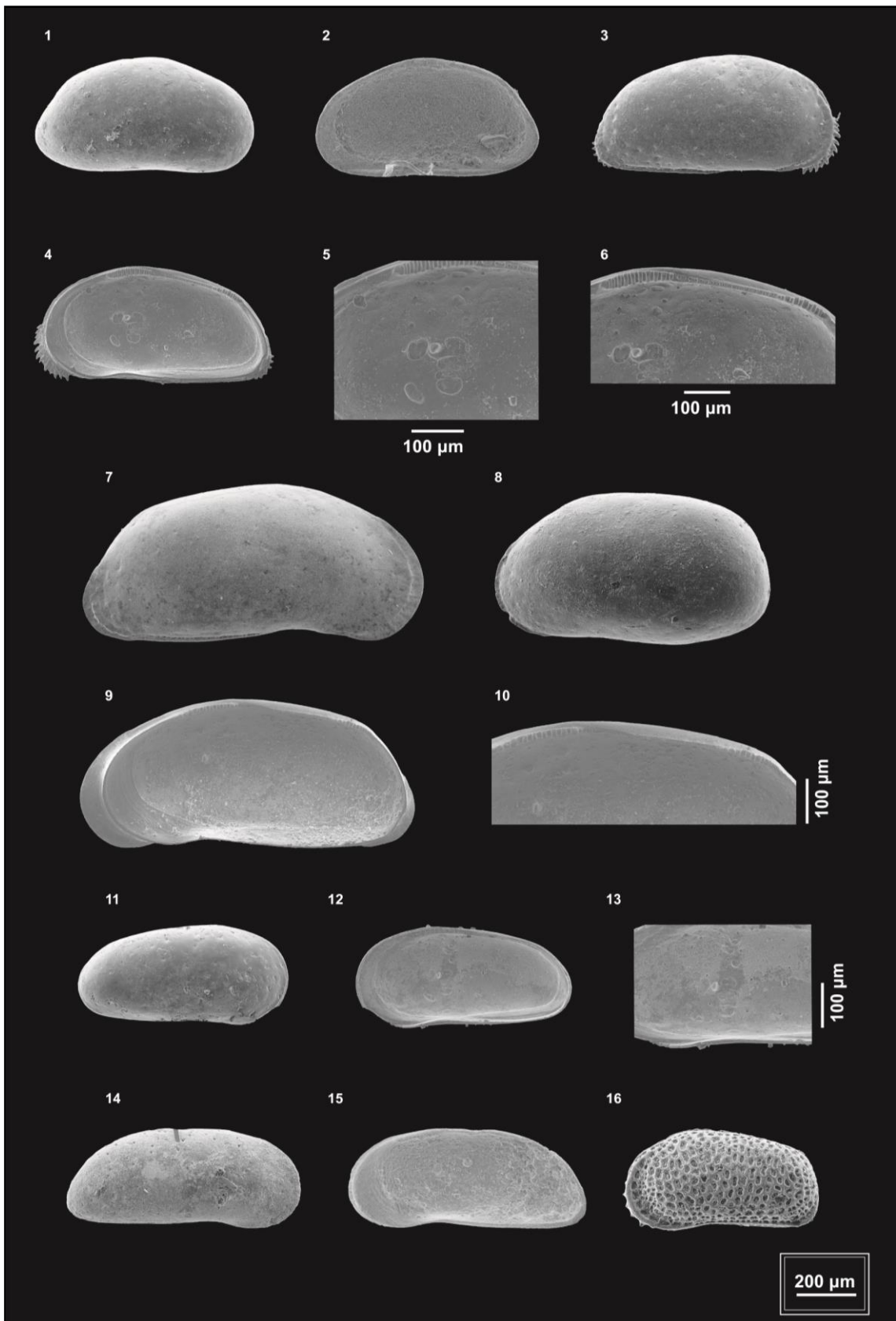


Figura 7 – 1-2. *Cyprideis* aff. *amazonica* Purper, 1979; 3-6. *Cyprideis caraionae* Purper & Pinto, 1985; 7-10. *Cyprideis machadoi* (Purper, 1979); 11-13. *Cyprideis simplex* (Sheppard & Bate, 1980); 14-15. *Cyprideis multiradiata* (Purper, 1979); 16. *Cyprideis pebasae* (Purper, 1979).

Cyprideis aff. *amazonica* Purper, 1979

Fig. 7: 1-2 (comprimento/altura = mm)

1: juvenil, valva direita, vista externa, CP-837 (0,74/0,39).

2: juvenil, valva direita, vista interna, CP-837 (0,74/0,39).

Cyprideis caraionae Purper & Pinto, 1985

Fig. 7: 3-6 (comprimento/altura = mm)

3: fêmea, valva direita, vista externa, CP-820 (0,79/0,41).

4: fêmea, valva direita, vista interna, CP-820 (0,79/0,41).

5: detalhe das cicatrizes musculares centrais e ponto fulcral, CP-820.

6: margem dorsal, elementos da charneira, CP-820.

Cyprideis machadoi (Purper, 1979)

Fig. 7: 7-10 (comprimento/altura = mm)

7: macho, valva direita, vista externa, CP-819 (1,15/0,51).

8: fêmea, valva esquerda, vista externa, CP-848 (0,91/0,52).

9: macho, valva direita, vista interna, CP-819 (1,15/0,51).

10: margem dorsal, elementos da charneira, CP-819.

Cyprideis simplex (Sheppard & Bate, 1980)

Fig. 7: 11-13 (comprimento/altura = mm)

11: macho, valva direita, vista externa, CP-823 (0,70/0,32).

12: macho, valva direita, vista interna, CP-823 (0,70/0,32).

13: detalhe das cicatrizes musculares centrais e ponto fulcral, CP-823.

Cyprideis multiradiata (Purper, 1979)

Fig. 7: 14-15 (comprimento/altura = mm)

14: macho, valva direita, vista externa, CP-827 (0,78/0,33).

15: macho, valva direita, vista interna, CP-827 (0,78/0,33).

Cyprideis pebasae (Purper, 1979)

Fig. 7: 16 (comprimento/altura = mm)

16: macho, valva esquerda, vista externa, CP-842 (0,65/0,33).

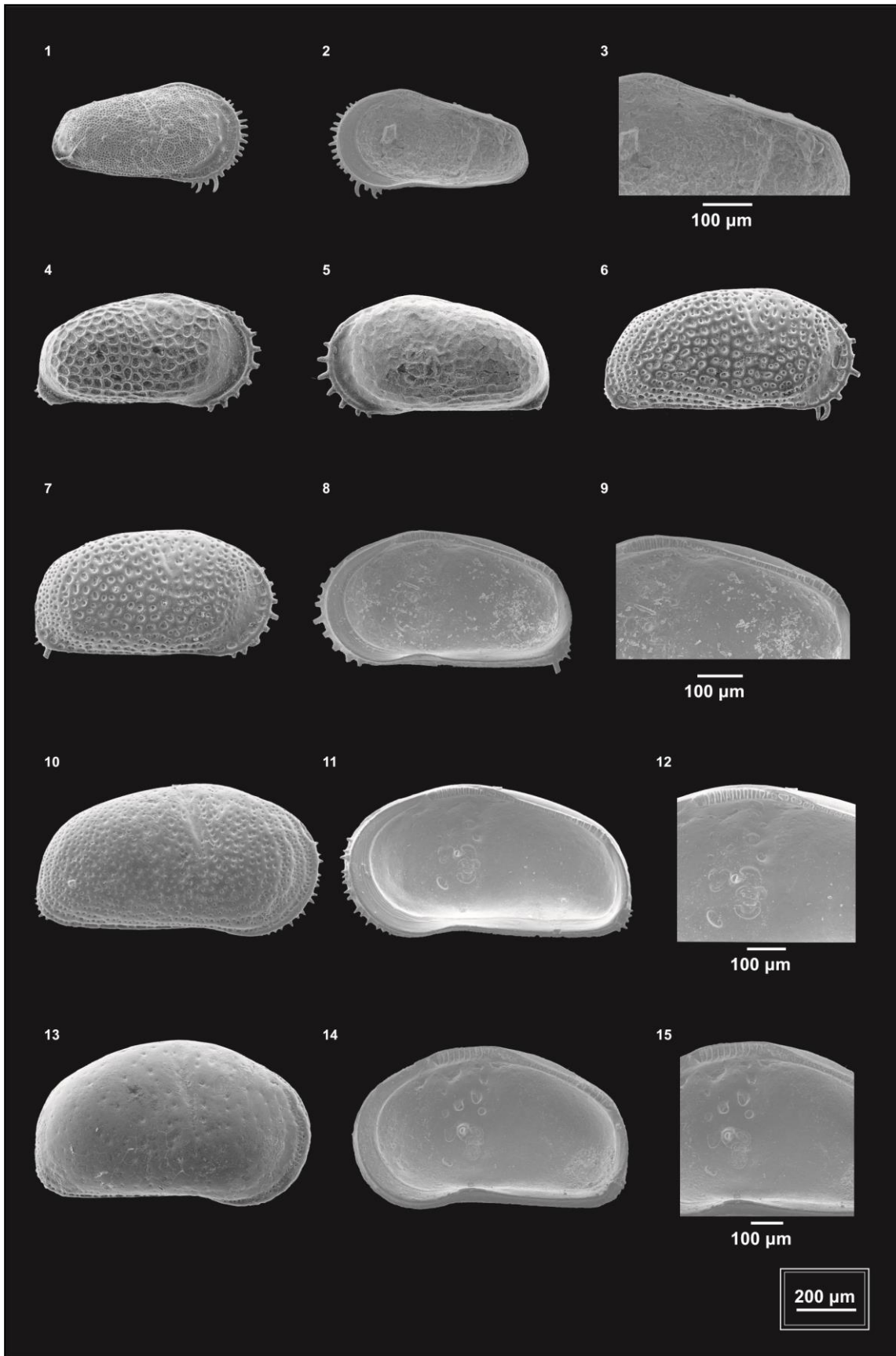


Figura 8 – 1-3. *Cyprideis inversa* (Purper & Pinto, 1983); 4-9. *Cyprideis* aff. *graciosa* (Purper, 1979); 10-15. *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979).

Cyprideis inversa (Purper & Pinto, 1983)

Fig. 8: 1-3 (comprimento/altura = mm)

1: macho, valva direita, vista externa, CP-829 (0,60/0,34).

2: macho, valva direita, vista interna, CP-829 (0,60/0,34).

3: margem dorsal, elementos da charneira, CP-829.

Cyprideis aff. *graciosa* (Purper, 1979)

Fig. 8: 4-9 (comprimento/altura = mm)

4: macho, valva direita, vista externa, CP-844 (0,71/0,38).

5: macho, valva esquerda, vista externa, CP-845 (0,74/0,40).

6: fêmea, valva direita, vista externa, CP-839 (0,81/0,41).

7: fêmea, valva direita, vista externa, CP-828 (0,79/0,42).

8: fêmea, valva direita, vista interna, CP-828 (0,79/0,42).

9: detalhe das cicatrizes musculares e elementos de charneira, CP-828.

Cyprideis sulcosigmoidalis (Purper, 1979)

Fig. 8: 10-15 (comprimento/altura = mm)

10: macho, valva direita, vista externa, CP-818 (0,93/0,50).

11: macho, valva direita, vista interna, CP-818 (0,93/0,50).

12: detalhe das cicatrizes musculares e elementos de charneira, CP-818.

13: macho, valva direita, vista externa, CP-824 (0,91/0,52).

14: macho, valva direita, vista interna, CP-824 (0,91/0,52).

15: detalhe das cicatrizes musculares e elementos de charneira, CP-824.

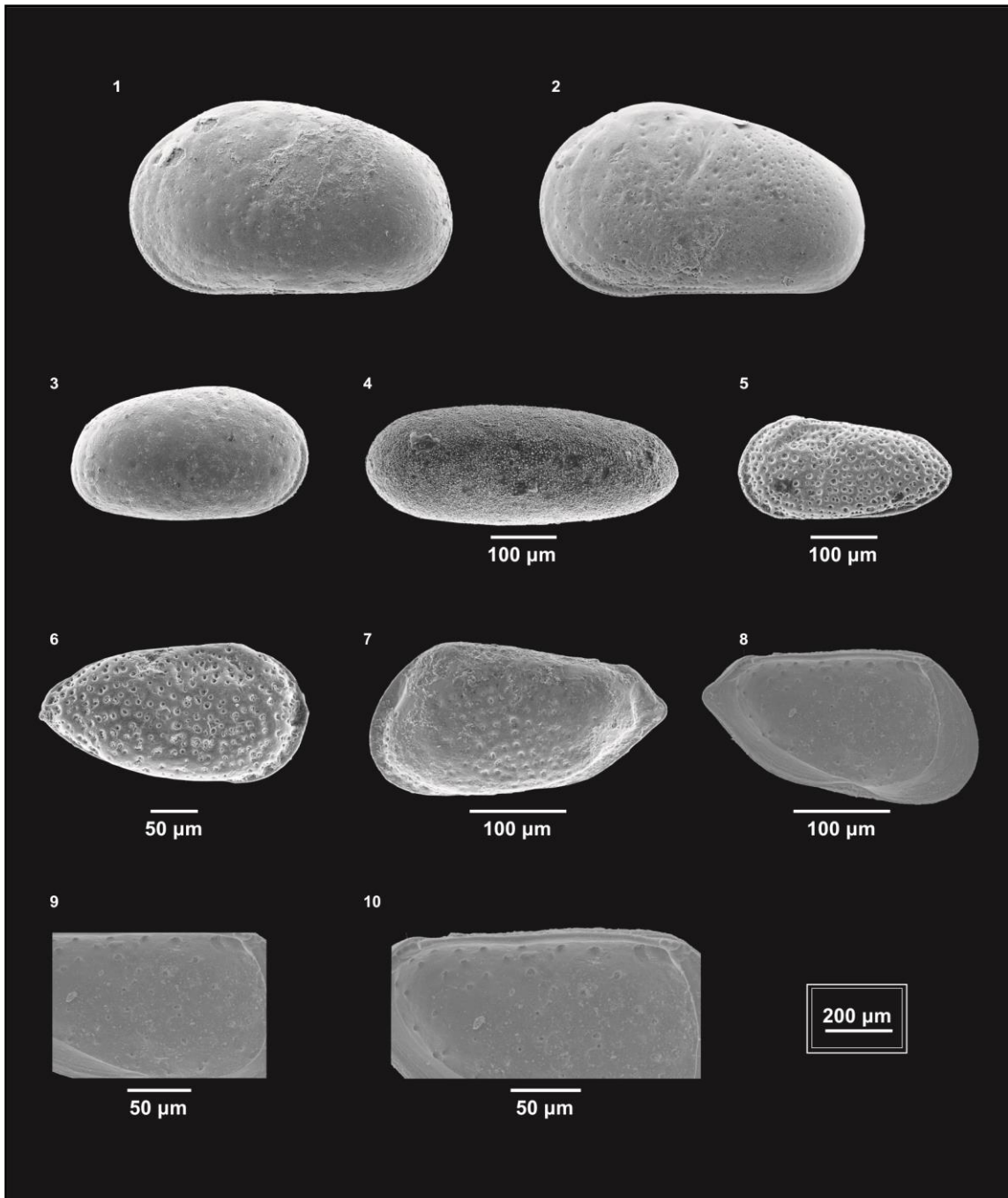


Figura 9 – 1-3. *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Purper, 1979); 4. *Alicenula olivencae* (Purper, 1984); 5-6. *Perissocytheridea* sp. A sensu Puper, 1977; 7-10. *Rhadinocytherura amazonensis* Sheppard & Bate, 1980.

Cyprideis sulcosigmoidalis (Purper, 1979)

Fig. 9: 1-3 (comprimento/altura = mm)

1: fêmea, valva esquerda, vista externa, CP-849 (0,94/0,59).

2: fêmea, valva esquerda, vista externa, CP-830 (0,95/0,59).

3: juvenil, valva direita, vista externa, CP-833 (0,70/0,40).

Alicenula olivencae (Purper, 1984)

Fig. 9: 4 (comprimento/altura = mm)

4: fêmea, valva esquerda, vista externa, CP-841 (0,47/0,28).

Perissocytheridea sp. A *sensu* Puper, 1977

Fig. 9: 5-6 (comprimento/altura = mm)

5: macho, valva esquerda, vista externa, CP-836 (0,32/0,15).

6: juvenil, valva direita, vista externa, CP-835 (0,28/0,15).

Rhadinocytherura amazonensis Sheppard & Bate, 1980

Fig. 9: 7-10 (comprimento/altura = mm)

7: macho, valva esquerda, vista externa, CP-825 (0,28/0,16).

8: macho, valva esquerda, vista interna, CP-825 (0,28/0,16).

9: detalhe das cicatrizes musculares, CP-825.

10: margem dorsal, elementos da charneira, CP-825.

5.1. BIOESTRATIGRAFIA

No presente trabalho, as espécies identificadas foram agrupadas de acordo com a distribuição estratigráfica na sondagem 1-AS-33-AM. O procedimento utilizado consistiu na análise da amplitude destas, considerando a primeira e última ocorrência de cada espécie e relações de contemporaneidade, gerando uma proposta de zoneamento bioestratigráfico para a região de estudo. Esta proposta soma-se àquelas elaboradas para o Neógeno da região amazônica, das quais se destacam Germeraad *et al.* (1968), Lorente (1986), Muller *et al.* (1987), Hoorn (1993, 1994a), Muñoz-Torres *et al.* (2006), Wesselingh *et al.* (2006), Jaramillo *et al.* (2011), Leite *et al.* (2016). Cada uma dessas propostas abarca um grupo fóssil distinto, contribuindo para uma melhor compreensão da evolução da Amazônia no contexto da América do Sul.

É pertinente ressaltar que a proposição do biozoneamento realizado neste trabalho expressa apenas o material recuperado e identificado no cilindro de sondagem 1-AS-33-AM. A correlação cronoestratigráfica foi feita com base em Wesselingh *et al.* (2006) e Wesselingh & Ramos (2010), bem como a partir de dados palinológicos apresentados em Leite (2006) e Leite *et al.* (2016) para a mesma perfuração.

Considerando a ampla sucessão de camadas (404,15 m) abrangidas pela perfuração 1-AS-33-AM, optou-se aqui por elaborar uma nova proposta de arcabouço cronobioestratigráfico baseado na sucessão de espécies de ostracodes a partir desta localidade. Na ausência de algumas espécies-guias de Muñoz-Torres *et al.* (2006), o presente zoneamento foi realizado com base na sucessão fossilífera recuperada na perfuração previamente mencionada. Desta maneira, o zoneamento sugerido aqui reflete uma proposta de agrupamento distinta à elaborada por Muñoz-Torres *et al.* (2006) para a Amazônia Ocidental.

Muñoz-Torres *et al.* (2006) propõem a formalização de cinco biozonas baseadas em espécies do gênero *Cyprideis* Jones, 1857, a partir da análise do material coletado em 34 seções estratigráficas distribuídas em 26 localidades na região de fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru. A integração da distribuição estratigráfica dos ostracodes em grupos de afloramentos “vizinhos” foi obtida fazendo uso do nível de base dos rios como referencial local (*datum*). Muñoz-Torres *et al.* (2006) ressaltam que o *datum* local selecionado, na falta de outro critério válido para amarrar afloramentos distantes, possibilita a ocorrência de erros em uma distribuição vertical de espécies. Contudo, estes autores destacam que eventos paleoecológicos de grande amplitude

permaneceriam reconhecíveis em grandes áreas, permitindo um posicionamento estratigráfico não arbitrário.

Dentre as biozonas estabelecidas por Muñoz-Torres *et al.* (2006), três delas (*Cyprideis aulakos*, *Cyprideis caraionae* e *Cyprideis minipunctata*) foram estabelecidas em seções levantadas em território do Peru, estendendo-se do Langhiano ao Serravalliano. As outras duas biozonas (*Cyprideis obliquosulcata* e *Cyprideis cyrtoma*) levaram em consideração material recuperado na região fronteiriça entre Brasil e Colômbia, compreendendo desde o fim do Serravalliano ao início do Tortoniano (Fig. 10).



Figura 10 – Distribuição das localidades e seções estratigráficas utilizadas na composição do zoneamento em ostracodes de Muñoz-Torres *et al.* (2006) (Modificado de Hoorn, 1995 in Muñoz-Torres *et al.* 2006).

5.2. ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO

A distribuição das amostras ao longo da perfuração 1-AS-33-AM permitiu a identificação inicial de três biozonas (*Cyprideis caraionae*, *Cyprideis multiradiata* e *Cyprideis sulcosigmoidalis*) e uma subzona (Subzona *Rhadinocytherura amazonensis*), esta última inserida na Biozona *Cyprideis multiradiata*.

De maneira geral, dos quatro gêneros registrados, nove das 12 espécies identificadas correspondem a *Cyprideis*. Além dos ostracodes, uma ocorrência expressiva de foraminíferos na porção médio-superior do perfil foi observada. Uma caracterização apropriada deste foraminífero será tema de trabalhos futuros. Não obstante, independente de pertencer a um grupo biológico distinto, sua profusão nas amostras e resolução espacial bem delimitada sugerem tratar de relevante marcador bioestratigráfico local (Fig. 11).

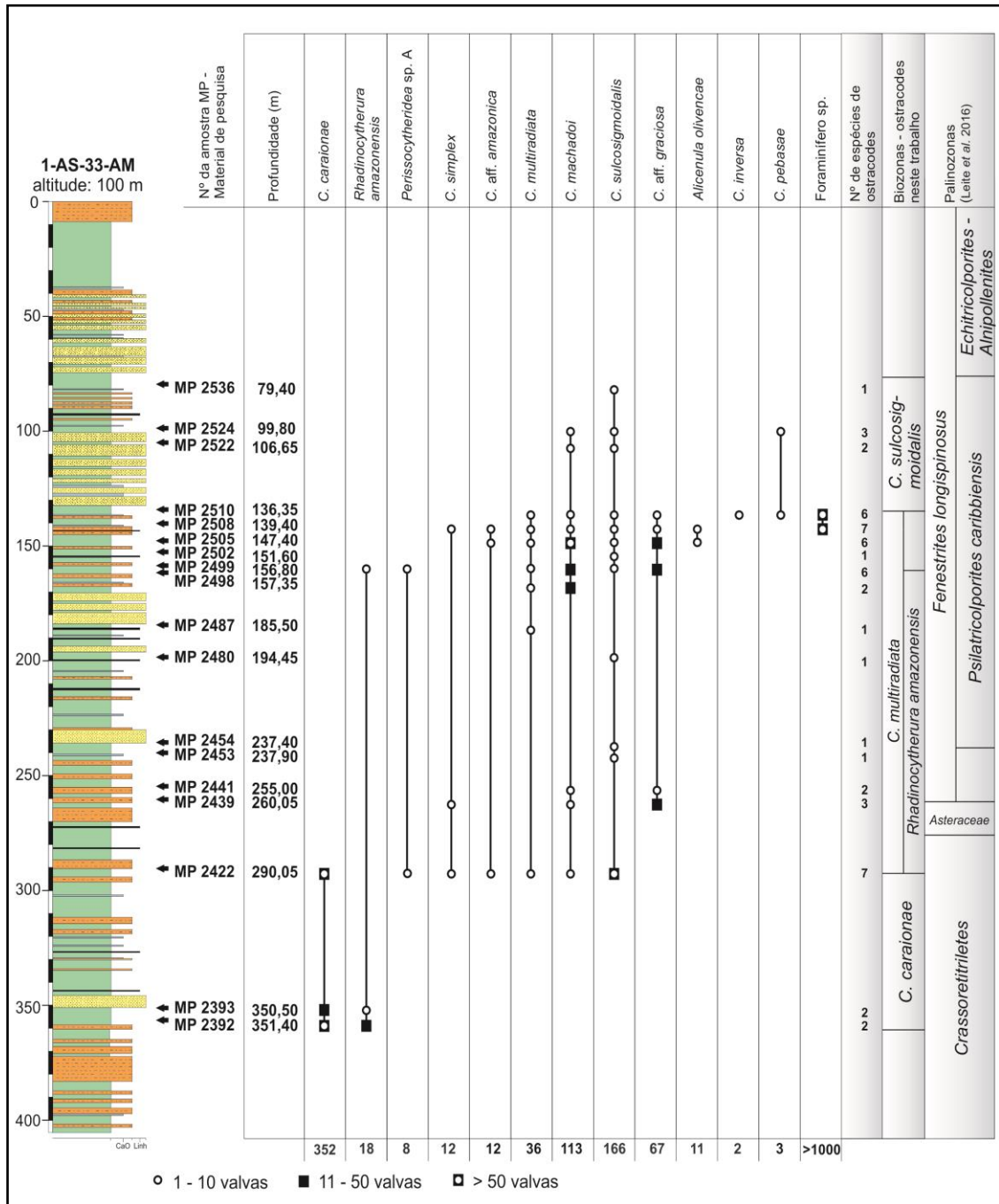


Figura 11 – Distribuição das espécies ao longo da sondagem 1-AS-33-AM, proposta de zoneamento bioestratigráfico e correlação com dados palinológicos de Leite *et al.* (2016).

Biozona Cyprideis caraionae

Definição: A delimitação desta biozona obedeceu à amplitude da *C. caraionae* no perfil estudado, em que a base e o topo correspondem respectivamente à primeira e última aparição de *C. caraionae*: biozona de amplitude de táxon.

Discussão: Independente do intervalo bioestratigráfico da base do perfil estudado possuir o mesmo nome que em Muñoz-Torres *et al.* (2006) – Biozona *Cyprideis caraionae* – elas não compreendem a mesma biozona. Muñoz-Torres *et al.* (2006) define o limite inferior da Biozona *Cyprideis caraionae* a partir da primeira ocorrência da *Cyprideis schedogymnos* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten, 1998, não encontrada no material analisado, enquanto que o limite superior é atribuído à última ocorrência de *Cyprideis caraionae*, configurando uma biozona de amplitude concorrente. Com base na correlação cronobioestratigráfica em Wesselingh & Ramos (2010), esta biozona localiza-se temporalmente na base do Serravalliano, Mesomioceno. Ao se correlacionar com o zoneamento em Leite *et al.* (2016) para a mesma sondagem, a Biozona *Cyprideis caraionae* insere-se na Palinozona *Crassoretitriletes*, Mesomioceno (Leite *et al.*, 2016).

Caracterização: *Cyprideis caraionae* configura-se como a única espécie de *Cyprideis* recuperada até os 290,05m de profundidade. Paralelamente, observou-se a ocorrência de *Rhadinocytherura amazonensis*, assim como a primeira ocorrência das espécies *Cyprideis* aff. *amazonica*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis sulcosigmoidalis* e *Perissocytheridea* sp. A, marcando o limite superior deste zoneamento.

Estratotipo: Cilindro de sondagem 1-AS-33-AM, a partir de 351,40 até 290,05 metros de profundidade. Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, Brasil.

Idade: Mesomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010; Leite *et al.*, 2016),

Biozona Cyprideis multiradiata

Definição: A base e o topo desta biozona correspondem respectivamente à primeira e última aparição da espécie *Cyprideis multiradiata*: biozona de amplitude de táxon.

Discussão: Correlaciona-se a este zoneamento a Biozona *Cyprideis minipunctata*, definida por Muñoz-Torre *et al.* (2006) a partir da última ocorrência de *C. caraionae*, à última ocorrência da *Cyprideis minipunctata* (Purper & Ornellas, 1991), não observada dentre as espécies analisadas. Com base na correlação cronobioestratigráfica em Wesselingh & Ramos (2010), esta biozona é posicionada no Serravalliano, Mesomioceno. Ao se correlacionar com o zoneamento realizado por Leite *et al.* (2016)

para a mesma sondagem, a Biozona *Cyprideis multiradiata* possui seu limite inferior dentro da Palinozona *Crassoretitriletes*, engloba totalmente a Palinozona *Asteraceae* e estende-se até a porção mediana da Subzona *Psilatricolporites caribbiensis* (Palinozona *Fenestrites longispinosus*), Mesomioceno-Plioceno (Leite *et al.*, 2016).

Caracterização: A base desta biozona é marcada pelo desaparecimento da *Cyprideis caraionae* e o aparecimento de seis espécies de ostracodes, a saber: *Cyprideis aff. amazonica*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis sulcosigmoidalis* e *Perissocytheridea* sp. A. Em conjunto com um nível de foraminíferos, estas espécies ocorrem concomitantemente com *Cyprideis aff. graciosa*, *Alicenula olivencae* e *Rhadinocytherura amazonensis*, caracterizando o arcabouço deste zoneamento, que neste trabalho foi compartimentado em uma subzona.

- *Subzona Rhadinocytherura amazonensis*

Definição e caracterização: Inserida na Biozona *C. multiradiata*, seu limite inferior é definido a partir da última aparição da *C. caraionae*, enquanto que seu limite superior compreende a última ocorrência da *Rhadinocytherura amazonensis*: biozona diferencial superior.

Estratotipo: Cilindro de sondagem 1-AS-33-AM, entre 290,05 e 136,35 metros de profundidade. Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, Brasil.

Idade: Mesomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010), Plioceno? (Leite *et al.*, 2016).

Biozona Cyprideis sulcosigmoidalis

Definição: A base desta biozona é definida a partir da última ocorrência da espécie *C. multiradiata*, enquanto que o topo corresponde à última ocorrência da *C. sulcosigmoidalis*: biozona diferencial superior.

Discussão: Com base na disposição estratigráfica dos espécimes recuperados em comparação à amplitude das espécies que caracterizam a Biozona *Cyprideis obliquosulcata* (Muñoz-Torres *et al.*, 2006), faz-se possível uma tentativa de correlação da Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, proposta neste trabalho. A Biozona *Cyprideis obliquosulcata* foi definida por Muñoz-Torre *et al.* (2006) a partir da amplitude da espécie *C. obliquosulcata* Muñoz-Torres, Whatley & Van Harten, 1998, não visualizada dentre os espécimes recuperados ao longo deste trabalho. Com base na correlação cronobioestratigráfica em Wesselingh & Ramos (2010), esta biozona corresponde ao topo do Serravalliano, Mesomomioceno. Ao se correlacionar com o zoneamento realizado por Leite *et al.* (2016) para a mesma sondagem, a Biozona *Cyprideis*

sulcosigmoidalis corresponde à porção superior da Subzona *Psilatricolporites caribbiensis*, sendo que seu topo coincide com o limite superior entre esta subzona e a Subzona *Echitricolporites-Alnipollenites* (ambas inseridas na Palinozona *Fenestrites longispinosus*), Plioceno (Leite *et al.*, 2016).

Caracterização: Esta biozona é marcada pelo aparecimento das espécies *Cyprideis pebasae*, *Cyprideis inversa* e do desaparecimento dos foraminíferos, assim como a ocorrência da espécie *Cyprideis machadoi*.

Estratotipo: Cilindro de sondagem 1-AS-33-AM, acima de 136,35 metros de profundidade. Distrito de Canamã, Município de Atalaia do Norte, Estado do Amazonas, Brasil.

Idade: Mesomioceno (Wesselingh & Ramos, 2010), Plioceno? (Leite *et al.*, 2016).

Em que pese a semelhança dos limites bioestratigráficos definidos aqui e em Leite *et al.* (2016) para a mesma sondagem, o posicionamento cronoestratigráfico de ambas mostra-se discrepante para o Neógeno. Com base em dados palinológicos, Leite *et al.* (2016) estende o topo do perfil até o Plioceno. Esta concepção diverge daquela adotada aqui, que limita a sondagem ao Mesomioceno, incluindo-se quase totalmente no Serravalliano, suportada com base na correlação cronobioestratigráfica realizada por Wesselingh *et al.* (2006) e Wesselingh & Ramos (2010) a partir dos trabalhos de Hoorn (1993), Wesselingh *et al.* (2006) e Muñoz-Torres *et al.* (2006).

Próximo ao limite das biozonas *Cyprideis multiradiata* e *Cyprideis sulcosigmoidalis*, uma mudança brusca nas condições paleoambientais é observada nas profundidades de 139,40 e 136, 35 m. Esta mudança é assinalada pela ocorrência expressiva de foraminíferos associados a moluscos, briozoários e fragmentos de coral, além do desaparecimento de seis espécies de ostracodes, compondo um nível estratigráfico anômalo. No perfil de resistividade esta passagem é assinalada por uma estabilização do sistema, seguido pelo aumento da energia representada pela deposição episódica de camadas psamíticas em um padrão de granocrescência ascendente (Fig. 12). Esta variação abrupta nas condições paleoambientais do sistema corroborada por informações paleontológicas e bioestratigráficas apresentadas neste trabalho, permitem inferir uma incursão marinha para a região de estudo.

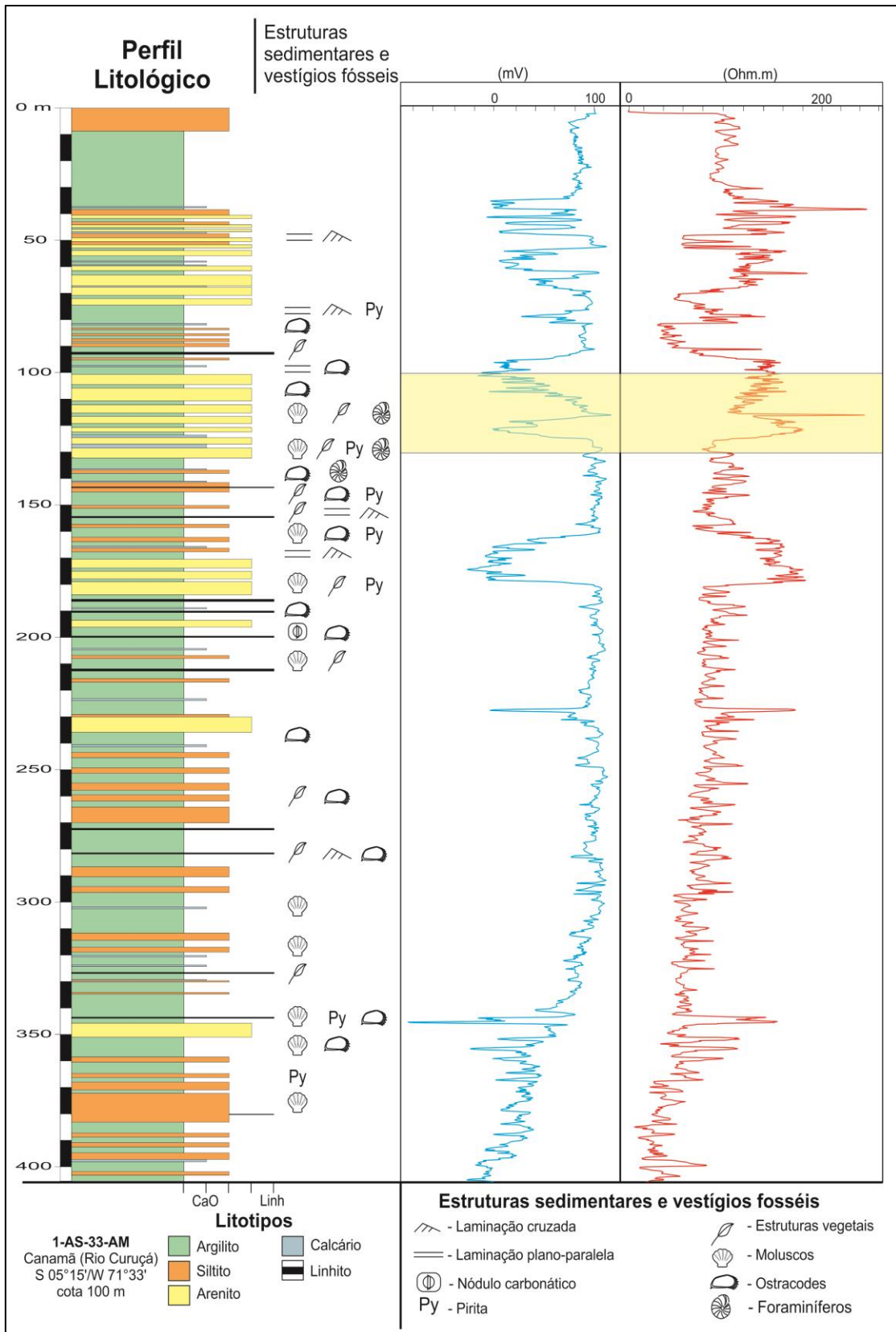


Figura 12 – Perfis de potencial espontâneo (m.V, em azul) e resistividade (Ohm.m, em vermelho) da sondagem 1-AS-33-AM (Maia *et al.*, 1977). Indicação de mudança no sistema deposicional (retângulo amarelo no perfil).

5.3. CORRELAÇÃO BIOESTRATIGRÁFICA

Em posse da distribuição estratigráfica das espécies de ostracodes nas amostras da perfuração ora estudada, a etapa seguinte compreendeu a avaliação do significado cronoestratigráfico no arcabouço regional. Da mesma forma que em Gross *et al.* (2014), as biozonas propostas no presente trabalho apresentaram uma melhor correlação com aquelas concebidas por Wesselingh & Ramos (2010; correlação entre zonas de moluscos e ostracodes) e Wesselingh *et al.* (2006; correlação entre zonas de moluscos e palizonas de Hoorn, 1993,1994ab). Considerando uma possibilidade de readequação estratigráfica, preferiu-se aqui não adotar o zoneamento proposto por Muñoz-Torres *et al.* (2006), pois apenas uma das espécies-guia daquele zoneamento ocorre na sucessão fossilífera da sondagem em estudo, ou seja, a espécie *Cyprideis caraionae*. (Fig. 13).

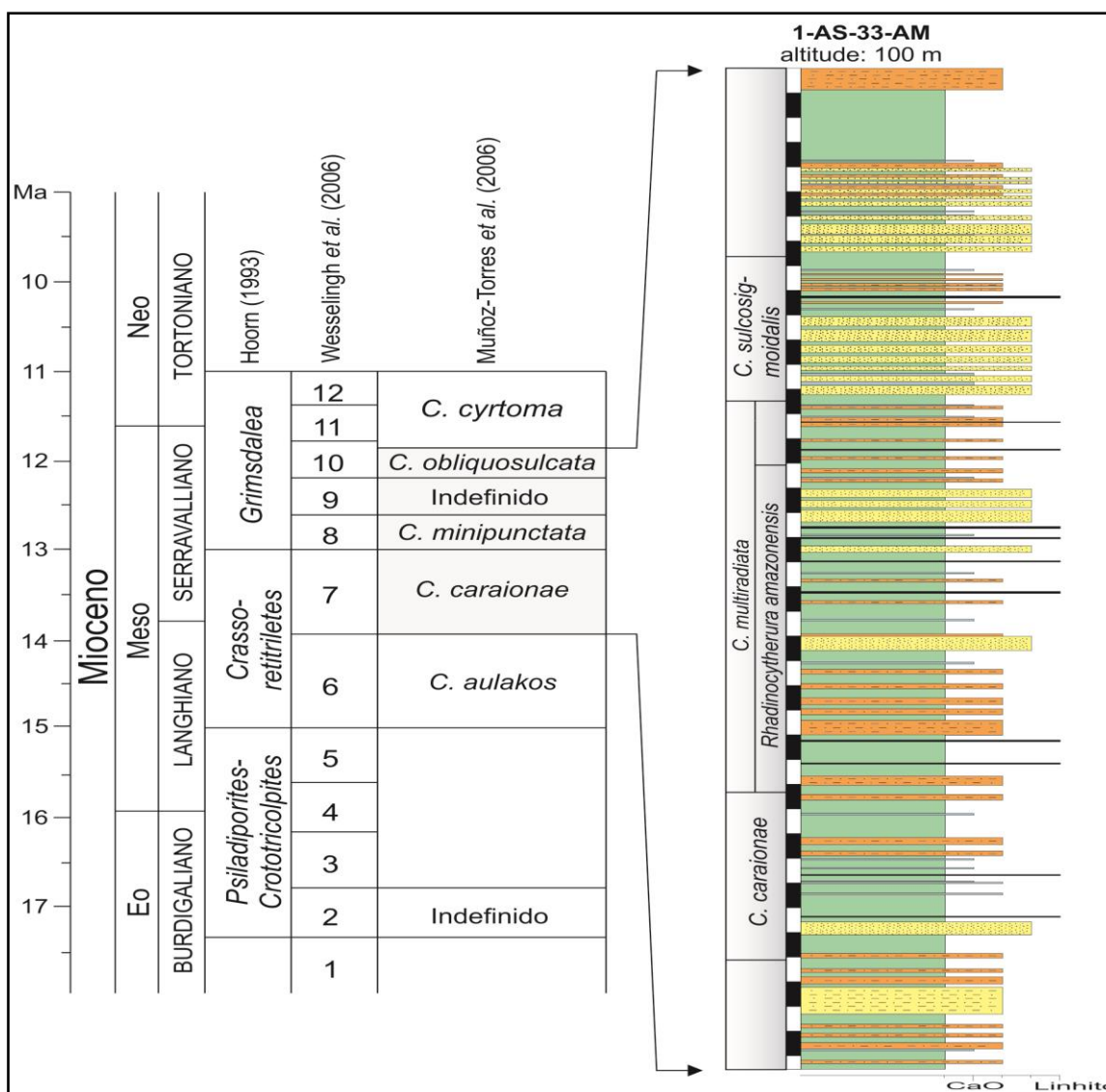


Figura 13 – Disposição do cilindro de sondagem 1-AS-33-AM a partir das correlações cronobioestratigráficas realizadas por Wesselingh *et al.* (2006) e Wesselingh & Ramos (2010).

No que se refere ao posicionamento cronoestratigráfico da sondagem com base em dados palinológicos apresentados por Leite *et al.* (2016), observa-se claramente uma divergência no posicionamento estratigráfico do cilindro 1-AS-33-AM. A partir da correlação com outras palinozonas produzidas para a região (Germeraad *et al.*, 1968; Muller *et al.*, 1986; Lorente, 1968; Jaramillo *et al.*, 2011), a porção superior do poço ultrapassaria o limite do Mioceno, estendendo-se ao Plioceno (Fig. 14). Este posicionamento difere daquele concebido a partir das correlações bioestratigráficas estabelecidas por Wesselingh & Ramos (2010) e Wesselingh *et al.* (2006), adotadas neste trabalho.

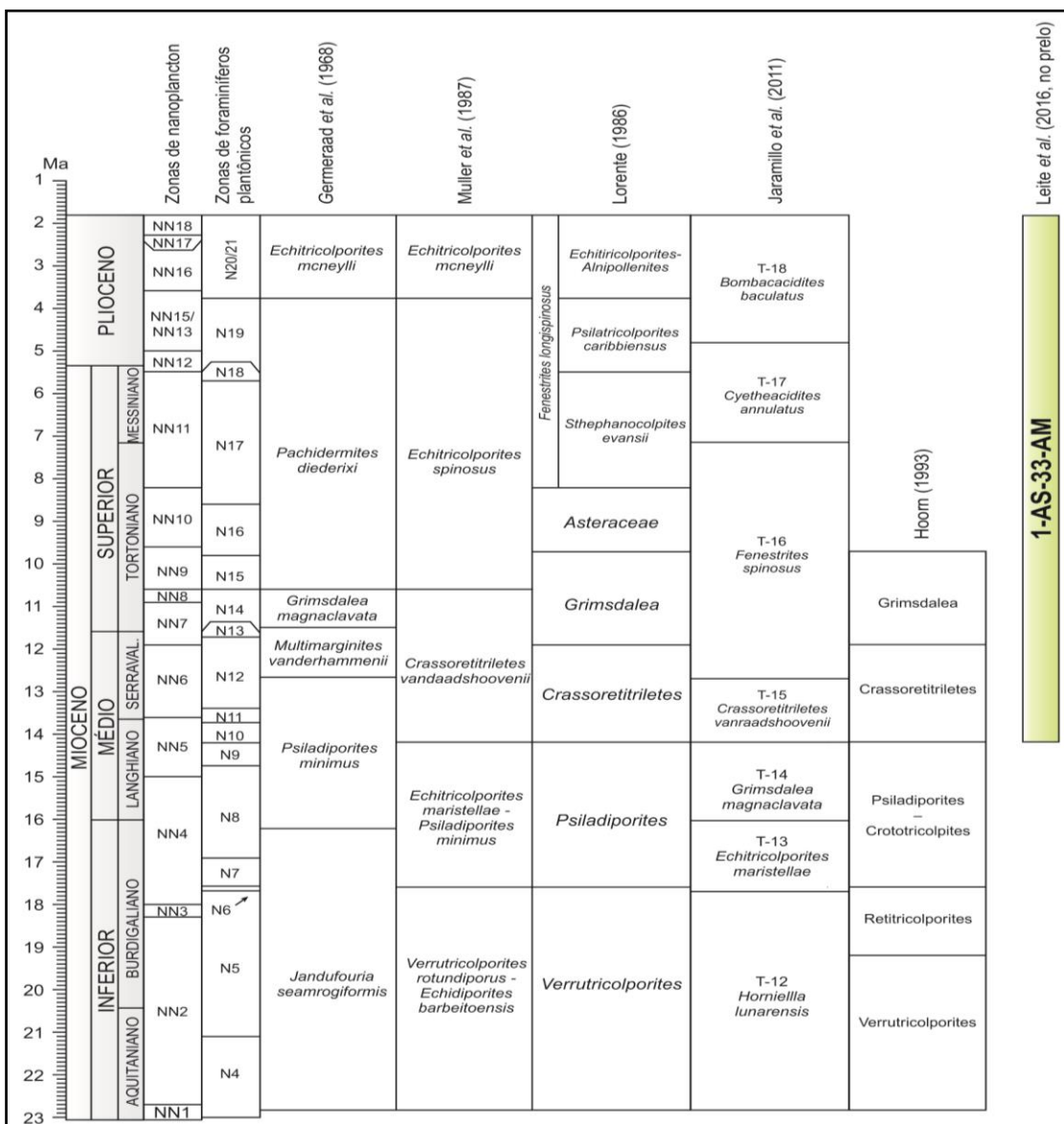


Figura 14 – Zoneamentos palinológicos mais importantes para a região dos trópicos da América do Sul (modificado de Leite, 2006) e posicionamento cronobioestratigráfico do poço 1-AS-33-AM segundo Leite *et al.* (2016).

6. DISCUSSÃO

Os espécimes de ostracodes analisados neste trabalho compreendem espécies previamente conhecidas da micropaleofauna do Néogeno da Amazônia Ocidental, mais precisamente da Formação Solimões. Em se tratando de *Cyprideis*, as nove espécies ilustradas aqui foram divididas em dois ramos, de acordo com o modelo filogenético elaborado por Muñoz-Torres *et al.* (2006) a partir de Whatley *et al.* (1998) para o gênero: linhagem lisa e linhagem ornamentada.

As espécies *Cyprideis* aff. *amazonica*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis simplex* e *Cyprideis multiradiata* enquadram-se na linhagem lisa, possuindo uma ornamentação superficial lisa à levemente pontuada. Na linhagem ornamentada foram agrupadas as espécies *Cyprideis pebasae*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis* aff. *graciosa* e *Cyprideis sulcosigmoidalis*. A espécie *C. sulcosigmoidalis* apresenta variações consideráveis na variação da ornamentação da superfície externa, variando desde fracamente à fortemente pontuada. Contudo, segundo Gross *et al.* (2014), estas variações na ornamentação, bem como na denticulação marginal, não seriam suficientes para individualizar os espécimes estudados por estes autores da espécie *Cyprideis aulakos*, atribuída originalmente à linhagem lisa, sinonimizando esta última sob a denominação *C. sulcosigmoidalis*.

Forte dimorfismo sexual e ampla variação intraespecífica são características comuns observadas nas espécies de *Cyprideis* da Formação Solimões, o que por vezes torna-se um complicador durante a etapa de taxonomia. Das espécies analisadas, a espécie *C. machadoi* apresentou um dimorfismo sexual mais acentuado, permitindo uma rápida distinção entre exemplares machos (mais alongados e com um processo caudal mais desenvolvido) e fêmeas (mais arredondadas, extensão do tipo *Chlamydotheca* pouco desenvolvida e ausência ou truncamento do processo caudal). Em relação às variações intraespecíficas, a espécie *C. aff. graciosa* apresenta variações no que concerne ao seu formato, tamanho, denticulação marginal e ornamentação. Estas variações são passíveis de um estudo mais aprofundado, permitindo a individualização de morfotipos distintos e, possivelmente, a definição de novas espécies.

No que concerne ao zoneamento bioestratigráfico, ao comparar a proposta de biozoneamento exposta aqui ao de Muñoz-Torres *et al.* (2006) observa-se uma correlação das biozonas *C. caraionae* definidas por estes autores com a apresentada neste trabalho. Independente de não corresponderem exatamente ao mesmo intervalo

bioestratigráfico ou modelo de biozona, ambas fazem uso da última aparição da espécie *C. caraionae* como limite superior da biozona, configurando o topo destas. Os intervalos subjacentes carecem de uma correlação mais precisa. Contudo, com base em *taxa* característicos utilizados na elaboração das biozonas em Muñoz-Torres *et al.* (2006) é possível inferir um posicionamento cronoestratigráfico para a perfuração 1-AS-33-AM dentro do Mioceno, a saber: *C. machadoi* e *C. sulcosigmoidalis* (característicos da Biozona *Cyprideis minipunctata* em Muñoz-Torres *et al.*, 2006) e Foraminíferos – *Elphidium?* – (Biozona *Cyprideis obliquosulcata* em Muñoz-Torres *et al.*, 2006).

A correlação cronoestratigráfica com dados palinológicos para a mesma perfuração apresentados em Leite (2006) e Leite *et al.* (2016) não se mostrou satisfatória para a porção médio-superior do perfil. Na base, tanto a Biozona *Cyprideis caraionae* como a Palinozona *Crassoretitrites* são atribuídas ao início do Serravalliano. Entretanto, em direção ao topo ocorrem divergências sobre o posicionamento da perfuração no tempo geológico. A correlação dos ostracodes com zoneamentos realizados com moluscos (Wesselingh *et al.* 2006) e palinomorfos (Hoorn, 1993) mostram uma distribuição estratigráfica limitada ao Mioceno (Muñoz-Torres *et al.* 2006; Wesselingh & Ramos, 2010; Gross *et al.*, 2014), enquanto que Leite *et al.* (2016) estende a deposição desta sequência litológica até o Plioceno, em que o topo do perfil estaria inserido na Subzona *Echitricolporites – Alnipollenites*, pertencente à Palinozona *Fenestrites longispinosus*.

De toda forma, definições sobre palinozonas e seu posicionamento estratigráfico ainda caracterizam incertezas significativas na bioestratigrafia da Amazônica Ocidental. Do mesmo modo, indefinições sobre aspectos paleoambientais e cronoestratigráficos perduram no meio científico, com destaque para trabalhos abordando a possibilidade de uma influência marinha para a região (Hoorn, 1993, 1994a; Vonhof *et al.*, 2003; Wesselingh, 2006, 2008; Wesselingh *et al.*, 2006; Hoorn *et al.*, 2010; Wesselingh & Ramos, 2010; Latrubesse *et al.*, 2010; Linhares *et al.*, 2011; Gross *et al.*, 2013, 2015; Boonstra *et al.*, 2015; Leite *et al.*, 2016). Desta forma, decidiu-se neste trabalho por abordar de forma breve os aspectos relacionados à evolução deste sistema ao longo do Mioceno, com o intuito de contribuir com a apresentação de dados sobre o arcabouço fossilífero local e uma proposição de zoneamento com ênfase nos ostracodes.

A perfilagem geofísica mostrou-se útil na compreensão da evolução deposicional da porção médio-superior do perfil, em que se verifica a deposição de camadas espessas de areia intercaladas por pelitos e carbonatos. A identificação visual destes níveis carbonáticos foi suportada por uma análise petrográfica complementar, em

que se identificou cinco níveis de calcário microcristalino, notoriamente associados a paleoambientes de baixa energia, como componente de fácies lacustres internas de lagos antigos, por exemplo (Neumann *et al.* 2008).

A quase totalidade destes níveis carbonáticos apresenta espessura de alguns poucos centímetros, geralmente intercalados com níveis pelíticos. No entanto, a partir de 121,70 m, observa-se a ocorrência de um pacote carbonático de cerca de um metro de espessura sobreposto a um espesso pacote psamítico (Fig. 15). Esta mudança abrupta nas condições deposicionais pode ser vinculada ao desaparecimento anterior de seis espécies de ostracode e ocorrência em profusão de foraminíferos entre 139,40 e 136,35 m. A partir das observações realizadas com base na integração de informações de caráter sedimentar, paleontológico e petrográfico, foi possível inferir uma mudança severa dentro deste sistema de terras baixas da Amazônia durante o Mioceno.

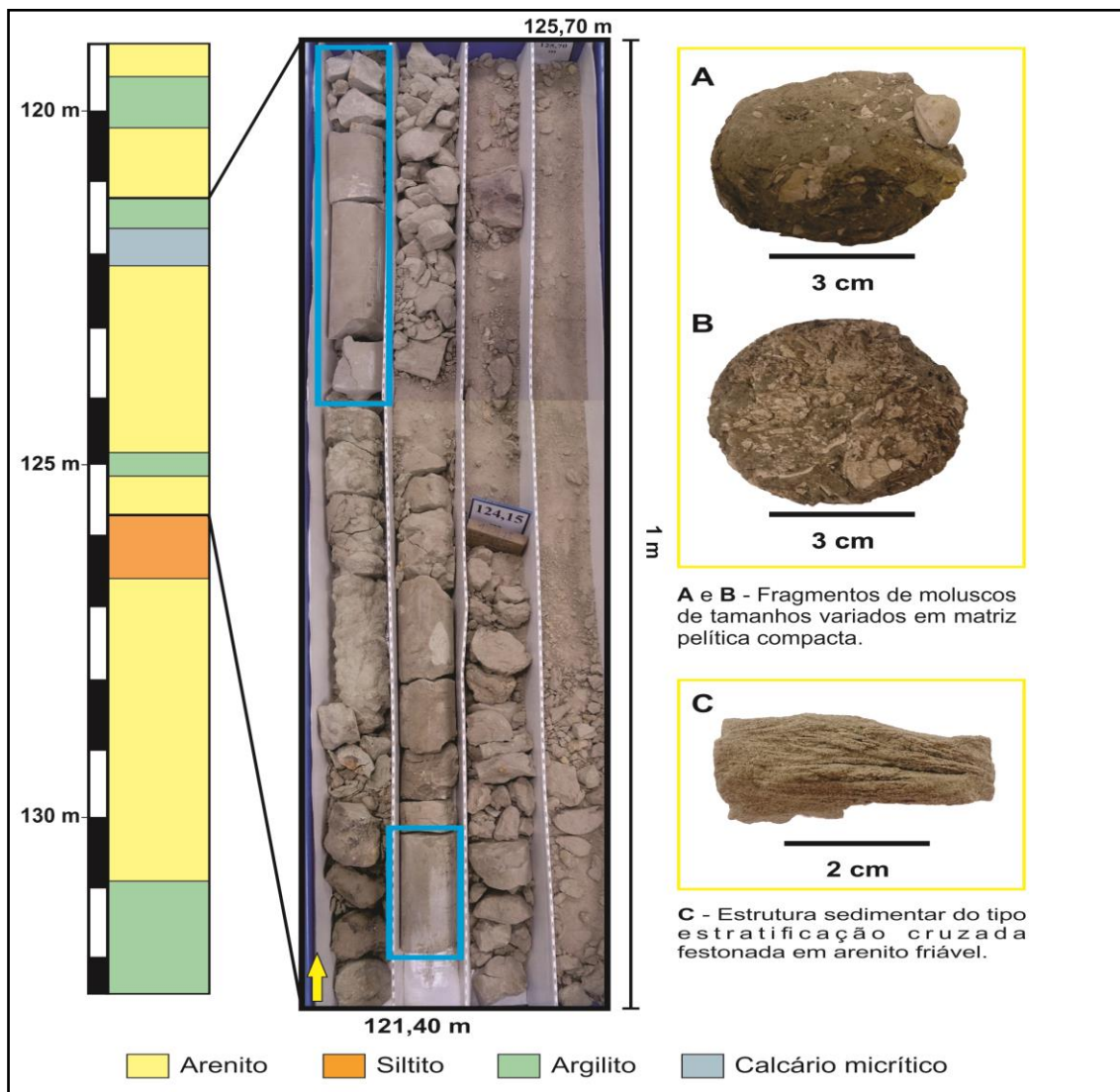


Figura 15 – Posicionamento de camada de calcário micrítico (retângulos azuis) em ampliação do perfil litológico da sondagem 1-AS-33-AM. À direita dos testemunhos, amostras de material

fossilífero em matriz pelítica compacta de coloração cinza-amarronzada (A e B) e estrutura sedimentar do tipo estratificação cruzada festonada em arenito friável de coloração bege claro (C). O material exposto nesta figura encontra-se acondicionado na caixa de nº 23, sob guarda da Litoteca da Superintendência de Manaus – CPRM.

Dentre os parâmetros que mais contribuíram para mudanças neste paleoambiente predominantemente flúvio-lacustre destacam-se variações na taxa de subsidência, sazonalidade climática e variações do nível no mar (Hoorn *et al.*, 2010, Boonstra *et al.* 2015). Partindo da análise do conteúdo fossilífero, sua disposição estratigráfica e interpretações com base na evolução deposicional no sistema a partir de informações de natureza petrográfica e geofísica (perfilagem), foi possível sugerir aqui uma incursão marinha entre as biozonas *Cyprideis multiradiata* e *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Serravalliano). Bioestratigraficamente, esta incursão é marcada pela ocorrência de um expressivo nível de foraminíferos, cuja ocorrência no Neógeno da Amazônia não é inédita, tendo sido documentada em alguns trabalhos realizados na região (Hoorn 1993, 2006; Whatley *et al.*, 1998; Wesselingh *et al.*, 2002; Vonhof *et al.*, 2003; Linhares *et al.*, 2011; Gross *et al.*, 2014). Boonstra *et al.* (2015) observam que incursões marinhas esporádicas ocasionariam um *stress* efêmero no ambiente, permitindo inclusive a invasão de espécies reconhecidamente marinhas, como algumas espécies de ostracodes e foraminíferos. Contudo, o curto tempo de residência destas novas condições impossibilitariam a continuidade destas espécies ao longo de uma sucessão litoloestratigráfica (Fig. 16).

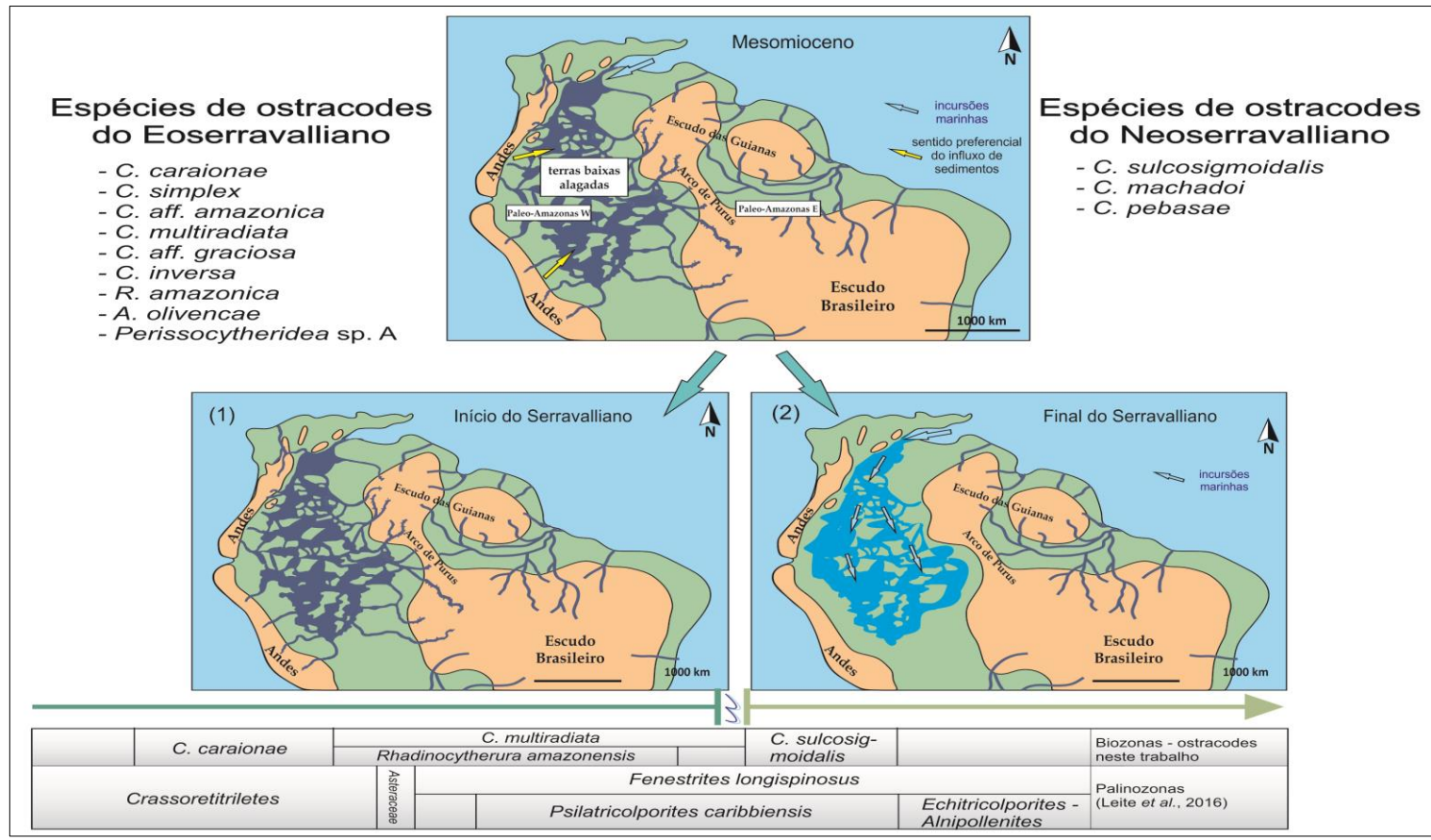


Figura 16 – Mapa paleogeográfico da Amazônia Ocidental no Mesomioceno. (1) Início do Serravalliano, período anterior à incursão marinha, maior extensão em área das terras baixas alagadas da Amazônia, corresponde às biozonas *Cyprideis caraionae* e *Cyprideis multiradiata* no perfil. (2) Final do Serravalliano, período posterior a uma incursão marinha na região amazônica, corresponde à Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis* (Modificado de Hoorn, 1993; Hoorn et al., 2010).

7. CONCLUSÃO

Este trabalho representa uma contribuição aos estudos da distribuição geográfica e estratigráfica de ostracodes na região da Amazônia Ocidental. No total, doze espécies de ostracodes e um nível de foraminíferos foram identificados, assim como dentes e escamas de peixes, espículas, moluscos, briozoários e fragmentos de coral. As espécies de ostracodes identificadas são as seguintes: *Cyprideis* aff. *amazonica*, *Cyprideis caraionae*, *Cyprideis* aff. *graciosa*, *Cyprideis inversa*, *Cyprideis machadoi*, *Cyprideis multiradiata*, *Cyprideis pebasae*, *Cyprideis simplex*, *Cyprideis sulcosigmoidalis*, *Alicenula olivencae*, *Rhadinocytherura amazonensis* e *Perissocytheridea* sp. A. Com base neste material, realizou-se um zoneamento bioestratigráfico que abarca a amplitude dos taxa ilustrados neste estudo, sendo propostas três biozonas: Biozona *Cyprideis caraionae*, amplitude de táxon; Biozona *Cyprideis multiradiata*, amplitude de táxon; Biozona *Cyprideis sulcosigmoidalis*, diferencial superior. Além destas biozonas, há uma subzona inserida na Biozona *C. multiradiata*, sendo ela: Subzona *Rhadinocytherura amazonensis*, diferencial superior.

A correlação cronoestratigráfica com as palinozonas propostas para a região de estudo se mostrou dificultada. O zoneamento proposto neste trabalho com base em ostracodes restringe temporalmente a perfuração 1-AS-33-AM ao Mesomioceno, enquanto dados palinológicos disponíveis para a mesma perfuração estenderiam a deposição deste intervalo sedimentar até o Plioceno. Publicações futuras podem tentar elucidar esta questão a partir de novos dados ou da reavaliação daqueles já existentes. Desta maneira, o posicionamento da perfuração 1-AS-33-AM no tempo geológico permanece em aberto.

Em complemento, o estudo adequado dos foraminíferos recuperados deverá ser objeto de trabalhos futuros, contribuindo para a obtenção de uma visão integrada das mudanças paleoambientais na região amazônica. Por fim, adiciona-se às contribuições realizadas à identificação de um evento do Mioceno de caráter local na Amazônia Ocidental com base em informações taxonômicas, bioestratigráficas, geofísicas e petrográficas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aladin N.W. 1993. Salinity tolerance, morphology and physiology of the osmoregulatory organ in Ostracoda with special reference to Ostracoda from the Aral Sea. In: McKenzie K.G. & Jones P.J. (eds). Ostracoda in the earth and life sciences. A. A. Balkema, Rotterdam, 387-403.
- Barata C.B. & Caputo M.V. 2007. Geologia do petróleo da Bacia do Solimões. O “estado da arte”. 4º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Campinas, 1:147-157.
- Benson R.H., Berdan J.M., Van den Bold W.A., Hanai T., Hessland I., Howe H.V., Kesling R.V., Levinson S.A., Reymont R.A., Moore R.C., Scott H.W., Shaver R.H., Sohn I.G., Stover L.E., Swain F.M., Sylvester-Bradley P.C., Wainwright J. 1961. Treatise on invertebrate paleontology, mQ, Arthropoda 3, Crustacea, Ostracoda. *Geological Society of America*, University of Kansas, Lawrence, 442 p.
- 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.
- Brown C.B. 1879. On the Tertiary deposits on the Solimões and Javary rivers in Brazil. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, London, **35**: 76-81.
- Campbell K.E., Heizler M., Frailey C.D., Romero-Pittman L., Porthero D.R. 2001. Upper Cenozoic chronostratigraphy of the Southwestern Amazon basin. *Geology*, **29**: 595-598.
- Caputo M.V., Rodrigues R., Vasconcelos D.N.N. 1971. Litoestratigrafia da Bacia do rio Amazonas. *Relatório Técnico Interno 641-A*, Petrobras-Renor, Belém, p. 35-46.
- Caputo M.V. 1984. Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology e palaeogeography of Northern basins of Brazil. *Unpublished PhD thesis. University of California*, Santa Barbara, 583p.
- Coimbra J.C., Costa K.B., Fauth G. 2006. Palaeoenvironmental significance of allochthonous vs. autochthonous Late Quaternary ostracodes from Imaruí Lagoon and d’Una River, southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **9**: 295-302.

- Coimbra J.C., Carreño A.L., Geraque E.A., Eichler B.B. 2007. Ostracodes (Crustacea) from Cananéia-Iguape estuarine/lagoon system and geographical distribution of the mixohaline assemblages in southern and southeastern Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, **97** (3): 273-279.
- Cunha P.R.C. 2007. Bacia do Acre. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, **15** (2): 207-215.
- Dias-Brito D., Moura J.A., Würdig N.L. 1988. Relationships between ecological models based on ostracods and foraminifers from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro-Brazil). In: Hanai T., Ikeya N., Ishizaki K. (eds.). *Evolutionary Biology of Ostracoda*, Elsevier, 467-484.
- Eiras J.F., Becker C.R., Souza E.M., Gonzaga J.G., Da Silva J.G.F., Daniel L.M.F., Matsuda N.S., Feijó F.J. 1994. Bacia do Solimões. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, **8** (1): 17-46.
- Eiras J.F. 2005. Cenário geológico das bacias sedimentares do Brasil. In: Projeto Multimin Tecnologia. Apostila sobre prospecção e desenvolvimento de campos de petróleo e gás (Schlumberger) – Segunda parte: Tectônica, sedimentação e sistemas petrolíferos da bacia Solimões, estado do Amazonas. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAOU0AA/geologia-petroleo?part=3>>.
- Gonçalves J.F. 2012. *Estruturas das assembleias de Ostracoda no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil*. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, curso de Ciências Biológicas, ênfase em Biologia Marinha e Costeira, Imbé, 37p.
- Frenzel P. & Boomer I. 2005. The use of ostracods from marginal marine, brackish waters as bioindicators of modern and Quaternary environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **225**: 68-92.
- Gandolfi A., Todeschi E.B.A., Van Doninck K., Rossi V., Menozzi P. 2001. Salinity tolerance of *Darwinula stevensoni* (Crustacea, Ostracoda). *Italian Journal of Zoology*, **68**: 61-67.
- Germeraad J.H., Hopping C.A., Muller J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **6**: 189-348.

- 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*, p. 1-22.
- Hartt C.F. 1872. On the Tertiary Basin of the Marañon. *American Journal of Science & Arts*, New Haven, **4**: 53-8.
- Higuti J., Lansac-Tôha F.A., Velho L.F.M, Pinto R.L., Vieira L.C.G., Martens K. 2009. Composition and distribution of Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda) in the alluvial valley of the upper Paraná River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **69** (2): 253-262.
- 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** (3-4): 267–309.
- Horn C. 1994a. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle–Late Miocene, NW Amazonia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112** (3-4): 187-238.
- Horn C. 1994b. Fluvial palaeoenvironmental in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene to early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. **109**: 1-55.
- Horn C. 1995. *Miocene palynostratigraphy and paleoenvironments of Northwestern Amazonia: evidence for marine incursions and the influence of the Andean*. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam, 156 p.

- Horn C. 2006. Mangrove forests and marine incursions in Neogene Amazonia (Lower Apaporis River, Colombia). *Palaios*, **21**: 197-209.
- Horn C., Wesselingh F.P., Hovikoski J., Guerrero J. 2010. The development of the Amazonian mega-wetland (Miocene; Brazil, Colombia, Peru, Bolivia). In: Horn C. & Wesselingh F.P. (eds.). Amazonia, Landscape and Species Evolution: a Look into the Past, *Wiley-Blackwell*, Oxford, p. 123–142.
- Jaramillo C., Rueda M., Torres V. 2011. A palynological zonation for the Cenozoic of the Llanos and Llanos Foothills of Colombia. *Palynology*, **35**: 46-84.
- Jones T.R. 1857. A monograph of the Tertiary Entomostraca of England. *Monograph of the Palaeontographical Society of London*, **9**: 1-55.
- Kollmann K. 1960. *Cytherideinae* und *Schulerideinae* n. subfam. (Ostracoda) aus dem Neogen des östl. Oesterreich. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, **51**: 89-195.
- Latrubesse E.M., Cozzuol M., Silva-Caminha S.A.F., Rigsby C.A., Absy M.L., Jaramillo C. 2010. The late Miocene paleogeography of the Amazon basin and the evolution of the Amazon River system. *Earth-Science Reviews* **99**: 99-124.
- Leite F.P.R. 2006. *Palinologia da Formação Solimões, Neógeno da Bacia do Solimões, Estado do Amazonas, Brasil: Implicações Paleoambientais e Bioestratigráficas*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências Aplicadas, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 128p.
- Leite F.P.R., Paz J., Carmo D.A., Silva-Caminha S.A.F. 2016. The effects of the inception of Amazonian transcontinental drainage during the Neogene on the landscape and vegetation of the Solimões Basin, Brazil. *Palynology*. doi:10.1080/01916122.2016.1236043.
- Linhares A.P., Ramos M.I.F., Gross M., Piller, W.E. 2011. Evidence for marine influx during the Miocene in southwestern Amazonia, Brazil. *Geología Colombiana*, **36**:91–104.
- Lovejoy N.R., Bermingham E., Martin A.P. 1998. Marine incursion into South America. *Nature*, **396**: 421-422.
- Lovejoy N.R., Albert J.S., Crampton W.G.R. 2006. Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: Evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**(1), 5-13.
- Lorente M.A. 1986. Palynology and palynofacies of the Upper Tertiary of Venezuela. *Dissertationes Botanicae*, **99**: 1-222.

- Lundberg J., Machado-Allison A., Kay R.F. 1986. Miocene characid fishes from Colombia: Evolutionary stasis and extirpations. *Science*, **234**: 208-209.
- Maia R.G.N., Godoy H.K., Yamaguti H.S., Moura P.A., Costa F.S.F., Holanda M.A., Costa J.A. 1977. *Projeto Carvão no Alto Solimões*. Relatório Final. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Departamento Nacional da Produção Mineral, Manaus, 142 p.
- Moraes Rego L.F. 1930. Notas sobre a Geologia do território do Acre e da bacia do Javari. Cezar & Cavalcante, Manaus, 45 p.
- Muller J., Di Giacomo E., Van Erve A.W. 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary, and Quaternary of northern South America. *AASP Contribution Series*, **19**: 7-76.
- Muñoz-Torres F., Whatley R.C., Van Harten D. 1998. The endemic non-marine Miocene ostracod fauna of the Upper Amazon Basin. *Revista Española de Micropaleontología*, **30**: 89-105.
- Muñoz-Torres F.A., Whatley R.C., Van Harten D. 2006. Miocene ostracod (Crustacea) biostratigraphy of the upper Amazon Basin and evolution of the genus *Cyprideis*. *Journal of South American Earth Sciences*, **21** (1–2): 75-86.
- Neumann V.H., Aragão M.A.F., Valença L.M.M., Leal J. P. 2008. Ambientes Lacustres (Cap. 5). In: Silva A.J.P., Aragão M.A.F., Magalhães A.J.C. (eds.). Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil, *Beca-BALL Edições*, São Paulo, 132-169.
- Nogueira A.A.E., Ramos M.I.F., Puckett T.M. 2011. The Genera *Haplocytheridea* Stephenson, 1936 and *Cytheridea* Bosquet, 1852 (Subphylum Crustacea, Class Ostracoda) from the Early Miocene Pirabas Formation, Brazil. *Revue de micropaléontologie*, **54**: 215-235.
- Pinto R.L., Rocha C.E.F., Martens K. 2004. On the genus *Penthesilenula* Rossetti and Martens, 1998 (Crustacea, Ostracoda, Darwinulidae) from (semi-) terrestrial habitats in São Paulo State (Brazil), with the description of a new species. *Journal of Natural History*, **38**: 2567-2589.
- Pinto R.L., Rocha C.E.F., Rossetti G., Martens K. 2013. Contribution to the knowledge of the genus *Vestalenula* Rossetti & Martens, 1998 (Crustacea, Ostracoda, Darwinulidae), with the description of a new species, *V. carinata* n. sp., from the island of Florianópolis, Brazil. *Zootaxa*, **3666** (1): 62-72.

- Piovesan E.K., Cabral M.C., Boavida E.A., Colin J.P., Fauth G. 2015. *Fossocytheridea* Swain & Brown and *Perissocytheridea* Stephenson (Ostracoda): insights into paleosalinity gradients of Late Cretaceous deposits from Brazil and Portugal. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **18** (1): 21-30.
- 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 ostracods from Pebas Formation— Upper Amazon Basin. 8° Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, 1985, *Seria Geologia, Paleontologia/Estratigrafia*, DNPM **27**: 427-441.
- 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.
- Rebata-H L.A., Gingras M.Y.K., Räsänen M.E., Barberi M. 2006a. Tidal-channel deposits on a delta plain from the Upper Miocene Nauta Formation, Marañón Foreland Sub-basin, Peru. *Sedimentology*, **53**: 971–1013.
- Rebata-H L.A., Räsänen M.E., Gingras M.Y.K., Vieira Jr. V., Barberi M., Irion G. 2006b. Sedimentology and ichnology of tide-influenced Late Miocene successions in western Amazonia: The gradational transition between the Pebas and Nauta formations. *Journal of South American Earth Sciences*, **21** (1-2): 96-119.
- Reis N.J., Almeida M.E., Riker S.L., Ferreira A.L. 2006. Geologia e Recursos Minerais do Estrado do Amazonas. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Manaus, 125 p.
- Reis N.J. & Almeida M. E. 2010. Arcabouço Geológico In: Maia M. A. M., Marmos J.L. (eds.). Geodiversidade do estado do Amazonas. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Manaus, 275 p.
- Roddaz M., Baby P., Brusset S., Hermoza W., Darrozes J.M. 2005. Forebulge dynamics e environmental control in western Amazonia: The case study of the Arch of Iquitos (Peru). *Tectonophysics*, **399** (1-4): 87-108.

- Rossetti G., Martens K. 1998. Taxonomic revision of the Recent and Holocene representatives of the family Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), with a description of three new genera. *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Biologie*, **68**: 55-110.
- Rossetti G., Eagar S.H., Martens K. 1998. On two new species of the genus *Darwinula* (Crustacea, Ostracoda) from New Zealand. *Italian Journal of Zoology*, **65**: 325-332.
- Rossetti G., Pinto R.L., Martens K. 2011. Description of a new genus and two new species of Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), from Christmas Island (Indian Ocean) with some considerations on the morphological evolution of ancient asexuals. *Belgian Journal of Zoology*, **141**: 55–74.
- Rossi V., Bellavere C., Benassi G., Gandolfi A., Todeschi E.B.A., Menozzi P. 2004. Spatial segregation of *Darwinula stevensoni* (Crustacea: Ostracoda) genotypes in lentic and lotic habitats of Northern Italy. *J. Limnol*, **63** (1): 13-20.
- Rossi V., Gandolfi A., Gentile G., Menozzi, P. 2009. Low genetic variability in the ancient asexual ostracod *Darwinula stevensoni*. *Italian Journal of Zoology*, **71**: 135-142.
- Sandberg P.A. 1964a. Notes on some Tertiary and Recent brackish-water Ostracoda. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, **33** (Supplement), 495-514.
- Sandberg P.A. 1964b. The ostracod Genus *Cyprideis* in the Americas. *Acta Universitatis Stockholmiensis*, **12**: 1-178.
- Schön I., Rossetti G., Martens K. 2009. Darwinulid ostracods: ancient asexual scandal or scandalous gossip? In: Schön I., Martens K., Van Dijk P. (eds), *Lost Sex. The Evolutionary Biology of Parthenogenesis*, Springer, Dordrecht: 217-240.
- Sheppard L.M. & Bate R.H. 1980. Plio-Pleistocene ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru. *Palaeontology*, **23**: 97-124.
- Stephenson M.B. 1938. Miocene and Pliocene Ostracoda of the genus *Cytheridea* from Florida. *Journal of Paleontology*, **12** (2): 127-148.
- Vonhof H.B., Wesselingh F.P., Kaandorp R.J.G., Davies G.R., van Hinte J.E., Guerrero J., Räsänen M., Romero-Pittman L., Ranzi A. 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 Filho J.R., Eiras J.R., Vaz P.T. 2007. Bacia do Solimões. *Boletim Geociências Petrobras*, Rio de Janeiro, **15** (2): 217-225.

- 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.
- Wesselingh F.P. 1993. *On the systematics of Miocene aquatic mollusks from Los Chorros (Dpt. Amazonas, Colombia) and Nuevo Horizonte (Dpt. Loreto, Peru) with comments on palaeoenvironment and palaeogeography*. M. Sc. Thesis, Free University, Amsterdam, The Netherlands, 123 p.
- Wesselingh F.P. 2006. Molluscs from the Miocene Pebas Formation of Peruvian and Colombian Amazonia, *Scripta Geol*, **133**: 19-290.
- Wesselingh F.P. 2008. Molluscan radiations and landscape evolution in Miocene Amazonia. *Annales Universitatis Turkuensis: A II: Biologica - Geographica – Geologica*, Turku, **232**: 41p.
- Wesselingh F.P., Räsänen M.E., Irion G., Vonhof H.B., Kaandorp R., Renema W., Romero Pittman L., Gingras M. 2002. Lake Pebas: a palaeoecological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia. *Cainozoic Research*. **1**: 35-81.
- Wesselingh F.P., Hoorn M.C., Guerrero J., Räsänen M., Romero Pittmann L., Salo J. 2006. 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. & Macsotay O. 2006. *Pachydon hettneri* (Anderson, 1928) as indicator for Caribbean-Amazonian lowland connections during the Early-Middle Miocene. *J S Am Earth Sci*, **21**: 49–53.
- Wesselingh F.P. & Ramos M.I.F. 2010. Amazonian aquatic invertebrate faunas (Mollusca, Ostracoda) and their development over the past 30 million years. In: Hoorn, C. & Wesselingh, F.P. (eds.), Amazonia, Landscape and Species Evolution: A Look into the Past. *Wiley-Blackwell*, Oxford, p. 302–316.