



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

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ESTUDO SISTEMÁTICO DE GASTRÓPODES NEÓGENOS,  
COM ÊNFASE AO GÊNERO *TRYONIA* (STIMPSON, 1865),  
FORMAÇÃO SOLIMÕES, ESTADO DO AMAZONAS.**

**Dissertação apresentada por:  
LÍVIA ISADORA DE ALMEIDA GUIMARÃES**

---

**BELÉM,  
2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

G963e Guimarães, Lívia Isadora de Almeida  
Estudo sistemático de gastrópodes neógenos, com ênfase ao gênero *Tryonia* (Stimpson, 1865), Formação Solimões, Estado do Amazonas / Lívia Isadora de Almeida Guimarães; Orientadora: Maria Inês Feijó Ramos – 2010  
xv, 86 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

1. Gastrópodes. 2. Pebas. 3. Cochliopidae. 4. *Tryonia*. 5. Formação Solimões. 6. Amazonas (AM). I. Ramos, Maria Inês Feijó Ramos, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 20. ed.: 564.3098113

---



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

**ESTUDO SISTEMÁTICO DE GASTRÓPODES  
NEÓGENOS, COM ÊNFASE AO GÊNERO *TRYONIA*  
(STIMPSON, 1865), FORMAÇÃO SOLIMÕES, ESTADO  
DO AMAZONAS**

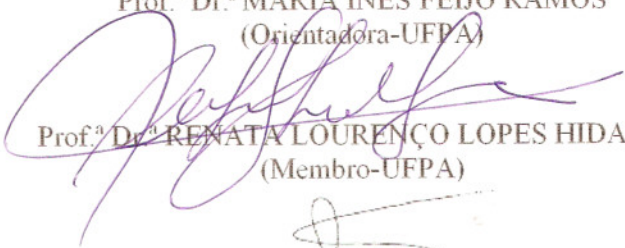
**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**  
**LÍVIA ISADORA DE ALMEIDA GUIMARÃES**


**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOLOGIA**

**Data de Aprovação: 01 / 02 / 2011**

**Banca Examinadora:**

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> MARIA INÊS FEIJÓ RAMOS  
(Orientadora-UFPA)

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> RENATA LOURENÇO LOPES HIDALGO  
(Membro-UFPA)

  
Prof. Dr. LUIZ RICARDO LOPES DE SIMONE  
(Membro-USP)

Dedido este trabalho aos meus pais  
Antônio Ferreira Guimarães e  
Conceição Maria Rocha de Almeida

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus SU, que esteve ao meu lado me amparando em todos os momentos de ansiedade.

A minha orientadora Dra. Maria Inês Feijó Ramos, pela paciência e dedicação prestadas durante todo processo de orientação.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

À Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (CCTE) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e ao Instituto de Geociências da UFPA, pela infra-estrutura e concessão do espaço físico, fundamental para o desenvolvimento de minha pesquisa.

Ao Dr. Franklin Noel dos Santos, do Instituto de Geociências da UFPA, que, com seus conhecimentos, auxiliou na realização deste trabalho.

Ao Dr. Robert Hershler do National Museum of Natural History Smithsonian Institution, Washington, Dr. Mathias Harzhauser do Natural History Museum of Viena, Dr. Philippe Bouchet do Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, e a CPRM de Belém do Pará pelo fornecimento de material bibliográfico.

Ao Dr. Frank Wesselingh do Nationaal Natuurhistorisch Museum (Netherland) e ao Dr. Luiz Ricardo Lopes de Simone da Universidade de São Paulo, por suas preciosas sugestões.

Ao Dr. Hilton Tulio Costi e ao Dr. Cláudio Nery Lamarão pelo tempo, auxílio e conhecimentos prestados nos laboratórios de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Universidade Federal do Pará (UFPA).

Ao Dr. Paulo Gorayeb e seu orientando de mestrado, François da Silva, pelo auxílio prestado no Laboratório de Petrografia da Universidade Federal do Pará.

As bolsistas do Laboratório de Sensoriamento Remoto do MPEG, Gabrielle e Andreia Tavares, pelo auxílio prestado na confecção de mapas contidos no presente trabalho.

A minha mãe Conceição Maria Rocha de Almeida, ao meu pai Antônio Ferreira Guimarães e a minha irmã Larissa Maria de Almeida Guimarães, por todo amparo, conselhos e dedicação prestados para comigo.

A minha irmã espiritual Fátima Modesto Khoury que, com seus conselhos e orações, tornou possível a realização deste trabalho.

Aos meus amigos da faculdade Pedro Paulo dos Santos, Mariana Pureza, Josiane Monteiro, Cristiane Ramos e Gláucia Machado, pelo amparo emocional, paciência e conselhos, fundamentais para que eu pudesse realizar este trabalho.

As minhas amigas Pryscila da Silva, Pathy Ingrid e Jéssica Manuela, por todas as palavras de incentivo.

A Sue Anne Regina Ferreira Regina da Costa, que me amparou e estudou comigo nos momentos em que mais precisei.

A minha amiga Carolina Beltrão, que há anos me apóia e me ajuda a ter autoconifança.

A MsC. Heloísa Maria Moraes dos Santos do Museu Paraense Emílio Goeldi, por todo o auxílio, atenção e companheirismo.

Aos meus amigos e colegas do Museu Paraense Emílio Goeldi: Denys Ferreira, Andressa Nogueira, Ana Paula Linhares, Melissa Fonseca, Samantha Cecim, Wellen Fernanda, Luiza, Natália Luz e Leon, por seu companheirismo e auxílio.

Aos meus professores: Dra. Dilce Rossetti; Dr. José Augusto; Dr. Jean-Michel Lafon; Dr. Maamar Robrini; Dr. Afonso Nogueira; Dra. Renata Hidalgo e Dr. João Carlos Coimbra, pelos conhecimentos passados.

A todos os Kunitês da Sukyo Mahikari de Belém, em especial aos Mahikari-tai, que me ampararam com suas orações em todos os momentos.

À minha líder Liana Cruz da Sukyo Mahikari, que me ouviu e orou por mim.

A todos os trabalhadores do Centro Espírita Vinha de Luz: Geraldo, Simone, Jaciara, Artêmis, Stella, Abiguar, Roberto, Fernando, Denise, Mariana, Joana, Artêmis, Lucidéia, Maria, Manoel, Ana, Desirrê, dentre tantos outros que me ajudaram a ser mais estável.

**SINCERAMENTE, MUITO OBRIGADA!!!**

"Toda reforma interior e toda mudança para  
melhor dependem exclusivamente da  
aplicação do nosso próprio esforço."  
(Immanuel Kant)

## RESUMO

A Formação Solimões é uma unidade geológica formada de depósitos neógenos, situados na Amazônia Ocidental brasileira. Tais depósitos estão correlacionados com a Formação Pebas (Peru e Colômbia), a Formação Curaray (Equador) e a Formação Urumaco (Venezuela), gerando o Sistema Pebas. Do ponto de vista litológico, a Formação Solimões compõe-se, sobretudo, de sedimentos argilosos e arenosos. Em se tratando da paleoecologia, a maior parte dos trabalhos anteriores aponta para um ambiente dulcícola (fluviolacustre) ou de águas salobras. A Formação também é conhecida por ser ricamente fossilífera, compreendendo a palinologia, vertebrados e invertebrados, sobretudo ostracodes e moluscos. Poucos são os estudos sobre os moluscos desta unidade, principalmente no que se refere aos gastrópodes, sendo estes remotos. Assim, o presente trabalho visa contribuir com o estudo taxonômico dos gastrópodes oriundos da perfuração 1AS-34-AM (às margens do rio Jutai), bem como dos afloramentos Morada Nova e Aquidabã (às margens do rio Juruá), estado do Amazonas, além de contribuir com as interpretações paleoambientais e bioestratigráficas da unidade em apreço. A análise dos gastrópodes nas amostras analisadas dos afloramentos permitiu o registro da família ?Pachychilidae e do gênero *Onobops* (Cochliopidae) em Aquidabã, bem como Planorbidae e *Hemisinus kochi* (Thiaridae) em Morada Nova. O testemunho 1AS-34-AM apresentou uma grande abundância e diversidade do grupo. Duas famílias foram identificadas neste testemunho: Thiaridae e Cochliopidae. A família Cochliopidae é a mais diversa e abundante nas amostras analisadas, estando representada principalmente pelos gêneros *Dyris* e *Tryonia*, sendo o segundo objeto do presente estudo. O estudo sistemático do gênero *Tryonia*, permitiu a identificação da subespécie *Tryonia scarioides scarioides* além de outras três espécies que ficaram em nomenclatura aberta. A presença de *Tryonia* nas amostras estudadas infere um ambiente predominantemente de baixa salinidade e baixo fluxo energético. O registro de *T. s. scarioides* no intervalo de 121,09 a 130,85 m do testemunho 1 AS 34-AM permitiu correlacioná-lo com as biozonas MZ8 a MZ12 definida em trabalhos anteriores e de idade Mioceno Médio a Superior. O registro de *Hemisinus kochi* em Morada Nova nos níveis MN2 e MN5 indicam que este intervalo é correlacionado com a biozona 8, do Mioceno Médio. Diante disso, é possível que a perfuração 1 AS 34-AM e o afloramento Morada Nova fossem, pelo menos em parte, contemporâneos. Contudo, faz-se necessária a identificação taxonômica específica de um maior número de táxons gastrópodes presentes em ambas as áreas de estudo para um resultado mais preciso.

Palavras-chave: Gastrópodes. Pebas. Cochliopidae. *Tryonia*. Formação Solimões. Amazonas (AM).



## ABSTRACT

The Solimões Formation is a geologic unit composed of neogene deposits, situated in Brazilian Western Amazonia. These deposits are correlated with Pebas (Peru and Colombia), Curaray (Ecuador) and Urumaco Formations (Venezuela), forming the Pebas system. The lithology of Solimões Formation is mainly composed of clay and sand. Regarding to the palaeoecology of the unit, the majority of previous papers point to a freshwater (fluviolacustrine) or brackish water environment. The Formation is also known for being richly fossiliferous, consisting of palinology, vertebrate and invertebrate material, especially ostracods and mollusks. The studies about mollusks in this area are few, especially those one regarding to gastropods, which are remote. Therefore, this paper intends to contribute to the taxonomic study of gastropods from 1 AS 34-AM (on the Jutai riverbank) borehole, as well as Morada Nova and Aquidabã outcrops (on the Juruá riverbank), in the Amazonas state, besides helping in the palaeoenvironmental and biostratigraphic interpretations of the study unit. The gastropod analyses of the outcrop samples allowed the register of Pachychilidae family and *Onobops* (Cochliopidae) genus in Aquidabã, as well as Planorbidae and *Hemisinus kochi* (Thiaridae) in Morada Nova. The 1 AS 34-AM showed a great abundance and diversity of gastropods. Two families were identified in this borehole: Thiaridae and Cochliopidae. The Cochliopidae is the most diverse and abundant in the samples, represented at least by two genus: *Dyris* and *Tryonia*, being the last one the subject of the present study. The systematic study of *Tryonia* genus allowed the identification of *Tryonia scalarioides scalarioides* species, beyond three other species which stayed in opened nomenclature. The presence of *Tryonia* genus in the studied samples infers an environment with a low salinity and a low energetic flow. The presence of *T. s. scalarioides* between the 121.09 and 130.85 m of depth from the 1 AS 34-AM borehole allowed a correlation between this interval and MZ8-12 biozones, defined in previous papers as Middle – Late Miocene. The register of *Hemisinus kochi* in Morada Nova at MN2 and MN5 levels suggests a correlation with MZ8 biozone, Middle Miocene. Given this, it is possible that 1 AS 34-AM borehole and Morada Nova outcrop were, at least in part, contemporary. However, a specific taxonomic identification of other gastropod groups from the study area is necessary for a more precise result.

Key-words: Gastropods; Pebas; Cochliopidae; *Tryonia*; Solimoes Formation; Amazonas (AM).

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Solimões.....	3
Figura 2 - Seção Geológica longitudinal da Bacia do Solimões. ....	4
Figura 3 - Carta estratigráfica da Bacia do Solimões. ....	5
Figura 4 – Correlação entre as diferentes unidades estratigráficas do Neógeno da Amazônia. I - Inferior; M - Médio; S - Superior; H – Holoceno; P – Pleistoceno. ....	7
Figura 5 - Mapa esquemático com a distribuição das bacias do norte da América do Sul.....	9
Figura 6 – Diagrama com as principais publicações da fauna de moluscos gastrópodes do Sistema Pebas.....	11
Figura 7 - Filogenia hipotética estabelecida para determinados representantes da hiperfamília Rissosoidea, tendo como base caracteres anatômicos e informações fornecidas pela biologia molecular.....	19
Figura 8 - Evolução do “Sistema Pebas” durante o Mioceno Médio há 14 milhões de anos. A: evento de transgressão marinha. B: evento de regressão marinha. ....	22
Figura 9 - Distribuição da fauna de moluscos no “Sistema Pebas” durante o Mioceno. ....	24
Figura 10 – Perfurações da Formação Solimões vinculadas ao Projeto Carvão de Maia <i>et al.</i> (1977), estudadas até o presente momento quanto ao seu conteúdo paleontológico ....	26
Figura 11- Biozoneamentos realizados a partir da correlação entre os afloramentos e testemunhos do “Sistema Pebas.....	28
Figura 12- Biozonas de moluscos com as respectivas espécies de maior representatividade. MZ1- <i>Aylacostoma ava</i> ; MZ2- <i>Dyris denticulatus</i> ; MZ3- ?Zona indeterminada; MZ4- <i>Toxosoma carinatum</i> ; MZ5- <i>Diplodon indianensis</i> ; MZ6- <i>Onobops? iquitensis</i> (a esquerda)- <i>Onobops communis</i> (a direita); MZ7- <i>Dyris pebasensis</i> ; MZ8- <i>Dyris lanceolatus</i> ; MZ9- <i>Pachydon trigonalis</i> (a esquerda)- <i>Dyris tricarinatus</i> (a direita); MZ10: <i>Dyris mattii</i> (a esquerda) – <i>Tryonia minuscula</i> (a direita); MZ11: <i>Pachydon obliquus</i> (a esquerda) – <i>Dyris megacarinata</i> (a direita); MZ12: <i>Dyris bicarinatus sofianensis</i> .....	29
Figura 13 – Localização da área de estudo.....	31
Figura 14- Perfil litológico do testemunho 1AS-34-AM destacando os intervalos analisados no presente trabalho.....	33
Figura 15- Vista geral e perfil do afloramento de Aquidabã .....	34
Figura 16- Vista geral e perfis do afloramento Morada Nova. ....	35
Figura 17- Características gerais de um gastrópode de água doce, gênero <i>Fluminicola</i> .....	37

Figura 18- Espécime de <i>Tryonia scalarioides scalarioides</i> do presente trabalho (MPEG L-24) com as medidas adotadas. A- Altura da concha; L- Largura da concha; Aab: Altura da abertura; Lab: Largura da abertura.....	38
Figura 19 – Abundância de gastrópodes na perfuração 1 AS 34-AM e nos afloramentos.....	39
Figura 20- Abundância da família Cochliopidae no testemunho 1 AS 34-AM em cada nível analisado.....	40
Figura 21- Abundância da família Thiaridae no testemunho 1 AS 34-AM em cada nível analisado.....	40
Figura 22.- Abundância dos táxons identificados em Aquidabã.....	41
Figura 23- Abundância dos táxons identificados em Morada Nova.....	42
Figura 24 - Mapa com a localização das espécies recentes do gênero <i>Tryonia</i> . Distribuição das espécies de <i>Tryonia</i> . <b>1</b> Lago Panasoffkee, Florida ( <i>T. aequicostata</i> ); <b>2</b> Drenagem do rio Oklawaha, Florida ( <i>T. aequicostata</i> ); <b>3</b> Drenagem superior do rio Amargosa, Nevada ( <i>T. angulata</i> , <i>T. elata</i> , <i>T. ericae</i> , <i>T. variegata</i> ); <b>4</b> Lago “Fantasma” ou “Phantom Lake”, Texas ( <i>T. cheatumi</i> ); <b>5</b> depósitos do Pleistoceno Superior, drenagem do rio Pecos, Texas ( <i>T. circumstriata</i> ); <b>6</b> drenagem do rio Pecos, Texas ( <i>T. circumstriata</i> ); <b>7</b> drenagem do Rio Branco ou “White River”, Nevada ( <i>T. clathrata</i> ); <b>8</b> Lago Peten Itza, Peten, Guatemala ( <i>T. exigua</i> ); <b>9</b> Drenagem do Rio Gila, Arizona ( <i>T. gilae</i> ); <b>10</b> Chihuahua, Mexico ( <i>T. hertleini</i> ); <b>11</b> drenagem costeira, Santa Cruz, California ( <i>T. imitator</i> ); <b>12</b> Depósitos do Pleistoceno, San Pedro, California ( <i>T. imitator</i> ); <b>13</b> Drenagem inferior do rio Amargosa, California ( <i>T. margae</i> , <i>T. rowlandsi</i> ); <b>14</b> Vale Monitor ou “Monitor Valley”, Nevada ( <i>T. monitorae</i> ); <b>15</b> bacia Salton Sea ( <i>T. porrecta</i> ); Drenagem do rio Sonoyta, Arizona ( <i>T. quitobaquitae</i> ) ; <b>17</b> Drenagem inferior do rio Amargosa, California ( <i>T. salina</i> ).Escala:.....	50
Figura 25- Registros do gênero <i>Tryonia</i> durante: a- Mioceno; b- Plioceno; c- Quaternário-Recente.....	52
Figura 26 - Distribuição da subespécie <i>Tryonia scalarioides scalarioides</i> .....	53
Figura 27 - Mapa esquemático com as regiões zoogeográficas ocupadas pelas famílias Cochliopidae, Thiaridae, Planorbidae e Pachychilidae. PA: Região Paleártica; NA- Região Neártica; NT: Neotrópico; AT: Região Afro-tropical ou Etiópica; OL: Oriente; AU: Australasia; PAC- Ilhas do oceano Pacífico; ANT: Região da Antártida. Os números abaixo das regiões indicam o número aproximado de espécies dulcícolas que cada delas uma apresenta.....	54
Figura 28 - Perfil estratigráfico da perfuração 1AS-34-AM. Em destaque, seção com ocorrência de gastrópodes, bem como táxons citados anteriormente.....	57

Figura 29 – Afloramento Morada Nova, com a distribuição estratigráfica dos respectivos táxons identificados.....	58
Figura 30 - Afloramento Aquidabã com os respectivos táxons identificados.....	58
Figura 31- Distribuição da subespécie <i>Tryonia scalarioides scalarioides</i> no testemunho 1AS-34-AM, bem como da espécie <i>Hemisinus kochi</i> em Morada Nova.....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQ – Aquidabã;

CCTE – Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia;

CPCAN – Comissão do Plano do Carvão Nacional;

CPRM – Companhia de Produção de Recursos Minerais

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

Dimensões: A- Altura da concha; L- Largura da concha; Aab- Altura da abertura; Lab: Largura da abertura;

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura;

MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi;

MN – Morada Nova;

UFPA- Universidade Federal do Pará.

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	iv
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	v
<b>EPÍGRAFE.....</b>	vii
<b>RESUMO.....</b>	viii
<b>ABSTRACT.....</b>	ix
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>2 GEOLOGIA REGIONAL.....</b>	2
<b>3 FORMAÇÃO SOLIMÕES E UNIDADES CORRELATAS.....</b>	7
<b>4 PALEONTOLOGIA DO “SISTEMA PEBAS”.....</b>	10
4.1 A MALACOFUNA DO “SISTEMA PEBAS”.....	11
4.2 SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA.....	17
4.2.1 Superfamília Rissoidae.....	17
4.2.2 Família Cochliopidae Tryon, 1866.....	20
<b>5 PALEOECOLOGIA DO “SISTEMA PEBAS”.....</b>	21
<b>6 BIOESTRATIGRAFIA.....</b>	24
6.1 BIOZONEAMENTOS.....	25
6.1.1 Pólen.....	25
6.1.2 Ostracodes.....	26
6.1.3 Moluscos.....	27
<b>7 OBJETIVOS.....</b>	30
7.1 OBJETIVO GERAL.....	30
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
<b>8 ÁREA DE ESTUDO.....</b>	30
8.1 LOCALIZAÇÃO.....	30
8.2 SEDIMENTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
<b>9 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	35

9.1 MATERIAL.....	35
9.2 MÉTODOS.....	36
<b>10 RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
10.1 ASPECTOS GERAIS - ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE.....	39
10.2 ASPECTOS SISTEMÁTICOS.....	43
<b>10.2.2 Descrição das espécies .....</b>	<b>43</b>
10.3 DISTRIBUIÇÃO PALEOBIOGEOGRÁFICA E PALEOAMBIENTAL DO GÊNERO <i>Tryonia</i> Stimpson, 1865.....	49
<b>10.3.1 Paleobiogeografia.....</b>	<b>49</b>
<b>10.3.2 Paleoambiente.....</b>	<b>54</b>
10.4 DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE GASTROPODA NA ÁREA DE ESTUDO E POSSÍVEIS CORRELAÇÕES.....	55
<b>11 CONCLUSÕES.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS (ESTAMPAS).....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Formação Solimões compreende depósitos terciários da Bacia do Solimões que se estendem por milhares de quilômetros quadrados no oeste da Amazônia, atingindo, no Brasil uma espessura máxima de 980m. Estes depósitos correlacionam-se com outras unidades, sendo as principais: Formação Pebas, no Peru e na Colômbia; da Formação Curaray, no Equador (Wesselingh *et al.* 2002); e Formação Urumaco, Venezuela (Riff *et al.* 2010). Esta correlação se dá em termos, principalmente cronológico, litológico, estratigráfico e paleontológico os quais se originaram de um mesmo contexto histórico geológico e paleoambiental, influenciado principalmente por eventos tectônicos, como o soerguimento da Cordilheira dos Andes (Lundberg *et al.* 1998).

O termo “Sistema Pebas” foi adotado por Wesseling (2006a) para chamar as camadas correlatas do Neógeno da Amazônia Ocidental, incluindo os da Formação Solimões. A determinação do tipo de ambiente e a idade dos depósitos sedimentares que compreendem o Sistema são divergentes, apresentando diferentes interpretações que variam de marinho marginal (Räsänen *et al.* 1995, Gingras *et al.* 2002 a b), lacustre com influência marinha (Shepard & Bate 1980, Hoorn 1993, 1994 a b, Muñoz-torres *et al.* 1998, Räsänen *et al.* 1998), lacustre (Wesselingh *et al.* 2002) a fluviolacustre (Ramos 2006a). Recentemente, Hoorn *et al.* (2010) descreveu estes depósitos, que ela denominou de “fase Pebas” (Mioceno Médio-Mioceno Superior) caracterizado como um amplo sistema de inundação (“mega wetland”).

Quanto à idade das camadas, estas também divergem entre os autores cujas datações apresentadas variam entre Mioceno Inferior a Superior (Hoorn 1994 a b, Muñoz-Torres *et al.* 1998 e Muñoz-torres *et al.* 2006, Wesselingh *et al.* 2006d, e); Mioceno Superior a Plioceno (Leite 2006, Silva 2008); Plioceno (Swain 1998, Purper 1979) e Plio-Pleistoceno (Shepard & Bate 1980).

A Formação Solimões é ricamente fossilífera, constituída principalmente por uma grande diversidade de moluscos e ostracodes, além de peixes, anfíbios, répteis e ainda fragmentos de vegetais (Wesselingh 2006a, Ramos 2006a). Contudo, a malacofauna ainda é pouco conhecida. Os trabalhos desenvolvidos até o momento se restringem aos de Etheridge (1879), Roxo (1924, 1935, 1937), Maury (1937), Santos & Castro (1967), Costa (1979, 1980) e mais recentemente Wesselingh & Ramos (2010, no prelo).



Apesar de estes estudos terem contribuído na ampliação do registro dos moluscos neógenos da Amazônia Ocidental, muito ainda tem de ser estudado sobre a sua paleobiodiversidade, paleoecologia e bioestratigrafia na Formação Solimões devido a abundância e diversidade.

Assim, o presente estudo trata do gênero *Tryonia* Stimpson (1865), Família Cochliopidae, Classe Gastropoda, o qual será de fundamental importância para contribuir com o registro das espécies da Formação Solimões, e principalmente, para o refinamento paleoecológico e bioestratigráfico, além das correlações com outras unidades coevas. Os estudos da malacofauna dos afloramentos e testemunhos apresentados no presente trabalho são inéditos, com exceção de Aquidabã, cujos moluscos foram primeiramente estudados por Roxo (1937).

A Família Cochliopidae, segundo Wesselingh (2006a) é uma das mais diversas no “Sistema Pebas”; o gênero *Tryonia* apresenta ampla distribuição paleobiogeográfica, com distribuição temporal restrita ao Neógeno, ocorrendo principalmente no norte da América do Sul, o que auxilia nos estudos bioestratigráficos e correlativos.

## **2 GEOLOGIA REGIONAL**

A bacia sedimentar do Solimões é uma bacia paleozóica intracratônica, com cerca de 450.000 km<sup>2</sup> de área prospectiva para petróleo (limite de ocorrência das rochas paleozóicas) orientada na direção Leste-Oeste (Wanderley Filho *et al.* 2007). Sua denominação surgiu com Caputo (1984), em substituição ao termo anteriormente usado de Bacia do Alto Amazonas, uma vez que, segundo o autor, esta bacia teve uma evolução geológica diferente das bacias do Médio e Baixo Amazonas, atualmente com uma denominação única de bacia do Amazonas, necessitando assim de uma denominação própria.

Situa-se geograficamente no Estado do Amazonas e, geologicamente, entre as áreas cratonizadas dos escudos das Guianas e Brasileiro, ambos caracterizados pela presença de sedimentos predominantemente não marinhos do Triássico, localizados ao norte e ao sul dessa bacia, respectivamente. A Bacia do Solimões está separada da Bacia do Acre, a oeste, pelo arco de Iquitos (cuja origem data do Paleozóico), e da Bacia do Amazonas, a leste, pelo arco do Purus (Figura 1), de origem Mesozóica (Lundberg *et al.* 1998).



Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Solimões. Fonte: Eiras apud Barata & Caputo (2007).

Segundo Eiras *et al.* (1994) a Bacia do Solimões subdivide-se em duas sub-bacias (sub-bacia do Juruá e a Sub-bacia de Jandiatuba) pelo arco de Carauari (Figuras 1 e 2). A sub-Bacia do Juruá, correspondente à subdivisão oriental, e é a melhor conhecida, em função da intensa pesquisa de petróleo desenvolvida pela Petrobrás a partir de 1978. A sub-Bacia do Jandiatuba, correspondente à subdivisão ocidental, é pouco conhecida, devido às restrições legais encontradas no Brasil para pesquisar petróleo em região dominada por áreas indígenas e reservas florestais (Caputo & Silva 1990, Eiras *et al.* 1994).

O substrato proterozóico sobre o qual se encontra a bacia do Solimões compõe-se de rochas ígneas e metamórficas da sub-bacia de Jandiatuba; da sub-bacia do Juruá, além de constituir-se por estes tipos de rochas, também se constitui de rochas metassedimentares (Eiras *et al.* 1994, Wanderley Filho 2007).

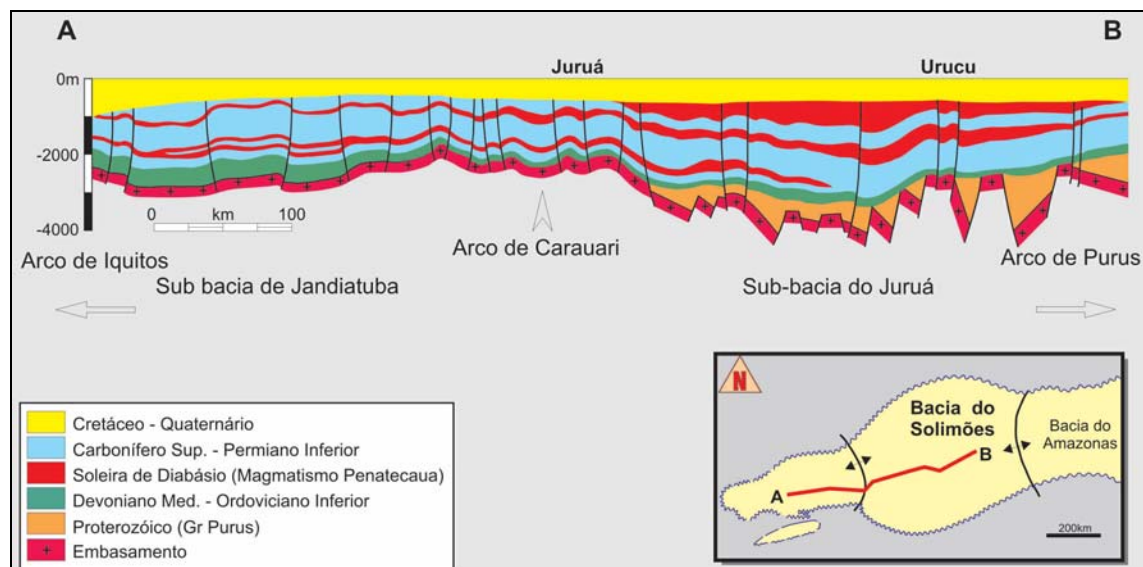


Figura 2 – Seção Geológica longitudinal da Bacia do Solimões. Fonte: Eiras apud Barata & Caputo (2007).

Dentre os depósitos sotopostos ao conjunto paleozóico da Bacia do Solimões, estão as Formações Prainha, Prosperança e Acari que, juntas, formam o chamado Grupo Purus. Tal grupo é constituído por arenito caulínico fino a grosso avermelhado, siltito e folhelho avermelhados e níveis conglomeráticos; exceção à Formação Acari que compõe-se de dolomito esbranquiçado e acastanhado (Eiras *et al* 1994).

A gênese da bacia sedimentar do Solimões ainda é incerta, sendo que uma das hipóteses sugere que sua origem teria se dado devido a um processo de rifteamento durante Ordoviciano (Eiras 2010). Segundo Campos *et al* (apud Eiras 2010), tal processo teria gerado uma área subsidente, favorecendo a implantação dessa bacia fluvial. A partir daí, uma sucessão de outros processos geológicos ocorreu na bacia do Solimões, dentre estes o soerguimento da Cordilheira dos Andes, isolando a bacia a partir do final do Paleógeno (Eiras 2010).

A bacia do Solimões pode ser dividida em duas seqüências sedimentares de primeira ordem: a paleozóica, não aflorante e intrudida por diques e soleira de diabásio compondo a maior parte do pacote sedimentar, e a meso-cenozóica, formada pelas formações Alter do Chão e Solimões (Eiras *et al.* 1994).

Enquanto Eiras *et al.* (1994) define para os pacotes sedimentares seis seqüências de segunda ordem, separadas por discordâncias regionais, Wanderley Filho *et al.* (2007) delimita cinco seqüências: Ordoviciano, Siluriano Superior - Devoniano Inferior, Devoniano Médio – Carbonífero Inferior, Carbonífero Superior – Permiano e Cretáceo Superior – Quaternário. Tais seqüências foram devidamente classificadas como: a) Seqüências sedimentares

paleozóicas, que incluem: Formação Benjamin Constant; Formação Jutaí; Grupo Marimari (com as Formações Jandiataba e Uerê); Grupo Tefê (com as Formações Juruá, Carauari e Fonte Boa); b) Sequência Mezo-cenoizóica, composta pelo Grupo Javari, onde se inserem as Formações Alter-do Chão e Solimões, as quais são separadas da sequência paleozóica pelo Magmatismo Penatecaua de idade Triássica-Jurássica (Figura 3).

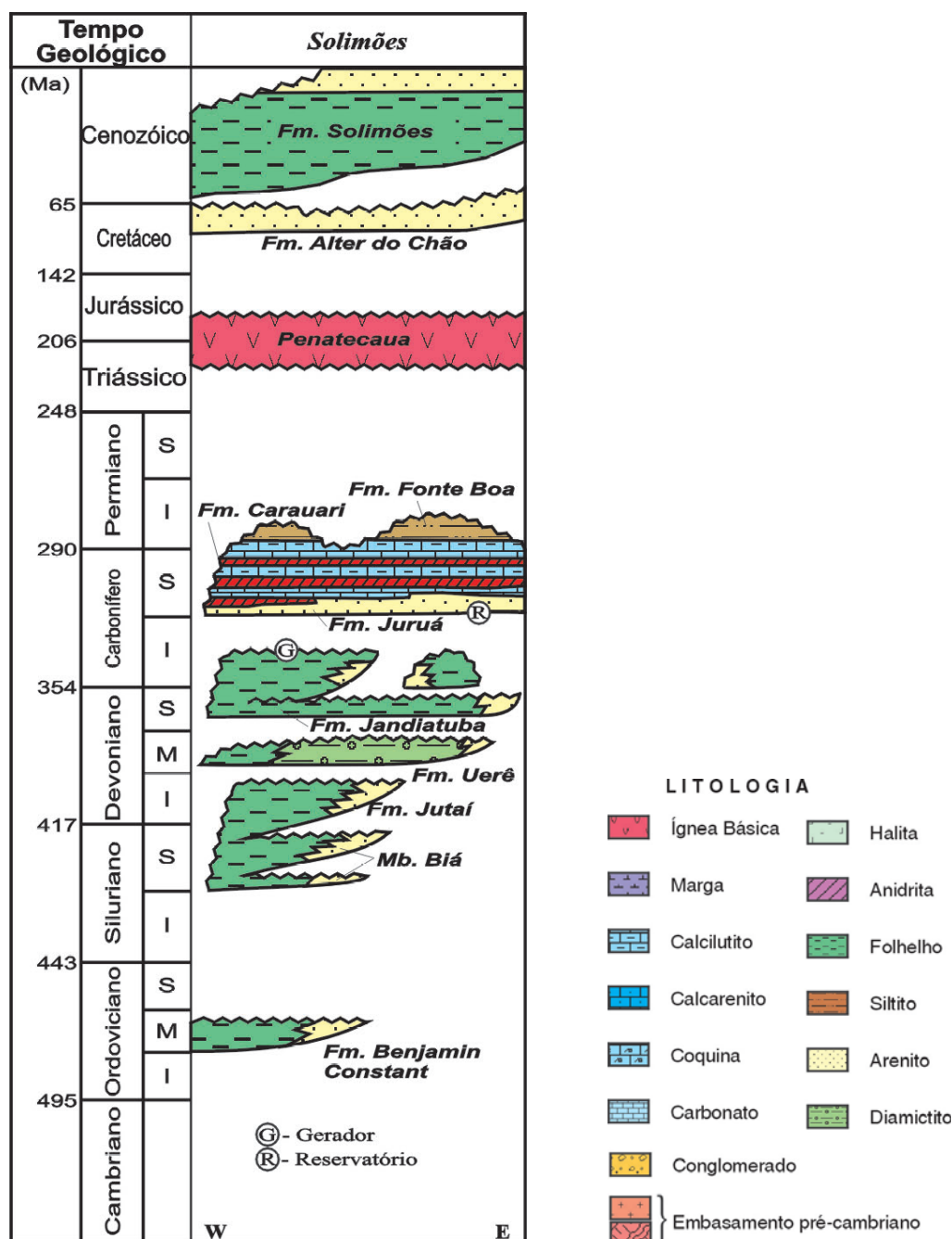


Figura 3- Carta estratigráfica da Bacia do Solimões. Fonte: Milani & Araújo (2003).

Segundo Lundberg *et al.* (1998), a margem oeste da América do Sul passou por uma série de fases de elevação tectônica principalmente nos últimos 90 milhões de anos. Dentre

estas fases, estão: a) Fase Incaica: ocorrida no Eoceno (49-34 Ma), com altas taxas de convergência entre as placas Farallon e a sul-americana; b) fase Quechua, caracterizada primeiramente por um rompimento da placa Farallon em duas outras placas: as placas Cocos e Nazca; e posterior convergência desta última com a placa da América do Sul no Neóligoceno (aproximadamente 30 Ma), período em que os processos tectônicos nos Andes foram mais significativos (Lundberg *et al.* 1998, Hulka *et al.* 2006, Rebatá 2006b, Leite 2006).

O soergimento da cordilheira dos Andes levou ao surgimento de grandes lagos rasos de água doce, alimentados por um sistema fluvial meandrante de baixa energia. A partir do Mioceno, a bacia do Solimões passou a ser fortemente influenciada pelo transporte de sedimentos oriundos dos Andes, o que acarretou no surgimento de uma rede de drenagem direcionada ao oceano Atlântico, precursora da bacia hidrográfica atual (Westaway 2006, Hoorn 2006, Wanderley Filho *et al.* 2007).

Durante o Quaternário, alguns rios sofreram aumento no aporte de sedimentos, o que também esteve atrelado aos processos geo-tectônicos envolvendo a elevação andina. Como resultado, foram depositados sedimentos essencialmente arenosos na região entre os rios Jutai e Negro. A seqüência terciário-quaternária da bacia do Solimões chega a mais de 7.000 m de espessura, sendo que as camadas terciárias da mesma recebem a denominação de Formação Solimões (Wanderley Filho *et al.* 2007).

Segundo Maia *et al.* (1977), Hoorn (1993), Latrubesse *et al.* (2007) e Silva (2008), a Formação Solimões é precedida, pelo menos em parte, pela Formação Ramón, de origem oligocênica, constituída litologicamente por sedimentos argilosos avermelhados, e arenitos de ambiente oxidante, e antecede a Formação Içá, uma unidade pleistocênica composta de arenitos e conglomerados.

Os dados acerca das unidades que precedem e sucedem a Formação Pebas, correlata da Formação Solimões, são imprecisos. Guizado (apud Hoorn 1994b) sugeriu que a Formação Pebas seria antecidida pela Formação Chambira, de origem oligocênica, sendo esta constituída basicamente de argila, arenitos e evaporitos, e pela Formação Ipururo, composta de arenitos e conglomerados. Contudo, Hoorn (1994b) aponta a presença da unidade arenosa Mariñame, na Colômbia, como outra das unidades que precederiam Pebas e que se correlacionaria com estratos mais inferiores da Formação Solimões.

Já Campbell *et al.* (2006) e Roddaz *et al.* (2010) discordam de Guizado (1975), sugerindo que a Formação Ipururo teria sido equivalente a Formação Pebas, correspondendo a uma espécie de extensão lateral desta última (Figura 4). Para tal, Campbell *et al.* (2006)

utilizaram como referência a inconformidade (ou peneplanície) de Ucayali. Os autores sugerem que esta peneplanície separaria unidades terciárias mais antigas de unidades mais recentes, a exemplo do Grupo Contamana (conjunto de unidades peruanas que corresponderiam as Formações Ramón e Solimões no Brasil), separado da Formação Madre de Dios (correspondente a Formação Içá no Brasil). Outras unidades registradas na literatura como sobrepostas a Pebas foram as Formações Marañon (Roddaz *et al.* 2010) do Plioceno, e Nauta (Rebata *et al.* 2006 a b) do Mioceno Superior, ambas no Peru.

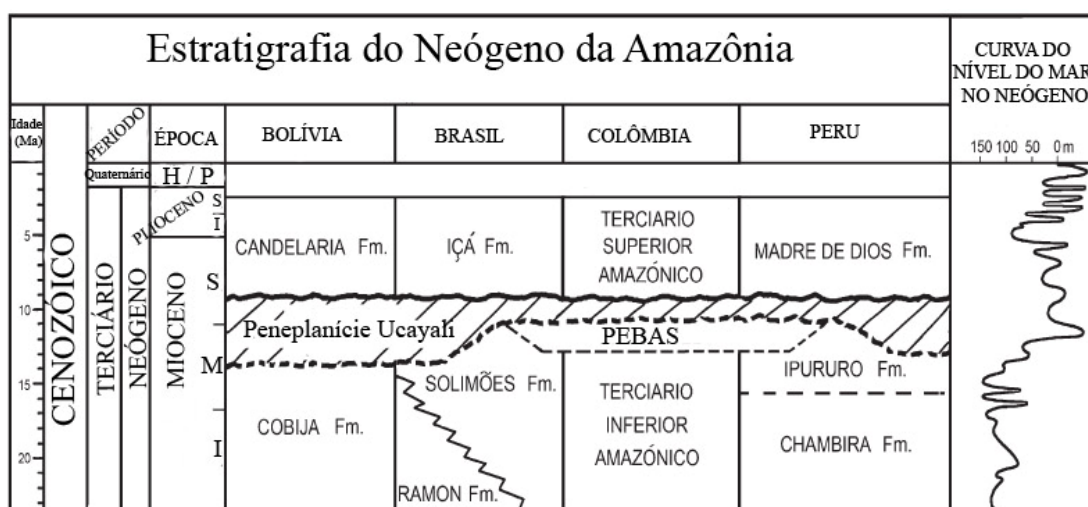


Figura 4 – Correlação entre as diferentes unidades estratigráficas do Neógeno da Amazônia. I - Inferior; M- Médio; S- Superior; H – Holoceno; P - Pleistoceno. Fonte: modificado de Campbell *et al.* (2006).

Enquanto Campbell *et al.* (2006) sugeriu uma idade Mio-Pliocênica para a Formação Içá, há trabalhos que inferem uma idade mais recente para a unidade. Sarges *et al.* (2010) sugerem que a Formação Içá compõe-se de uma parte inferior do Plioceno, e uma parte superior do Pleistoceno, contexto este no qual o sistema Amazonas-Solimões evoluiu de um padrão meandrante, que perdurou entre 66.000 e 6000 anos, para o estilo anastomosado, que é observado até hoje (Rozo & Nogueira 2005, Rozo & Carlomagno 2010).

### 3 FORMAÇÃO SOLIMÕES E UNIDADES CORRELATAS

O termo Solimões surgiu com Moraes – Rego (apud RADAM BRASIL 1977) que denominou de série Solimões uma unidade de argilas e areias pardas, castanhas e azuladas, cujo conteúdo fóssilífero corresponderia a uma fauna característica de ambientes com as mais variadas salinidades.

A família Neritidae, por exemplo, é um táxon presente em águas salobras (Kadolsky 1980), podendo tolerar amplas variações de salinidade (Wesselingh *et al* 2002). As famílias Nassariidae e Pyramidelidae estão presentes em regiões do Sistema Pebas que sofreram incursões marinhas (Aartsen & Wesselingh 2000; Wesselingh *et al* 2002). Ao passo que a família Cochliopidae é, segundo Hershler & Thompson (1992), característica tanto de águas salobras próximas de zonas costeiras, quanto de águas continentais tais como pântanos, lagos, córregos, manaciais, rios com os mais variados regimes de fluxo. O termo Formação Solimões foi validado por Caputo *et al.* (apud Hoorn *et al.*, 2010). Tal unidade compreende depósitos terciários que se estendem por milhares de quilômetros quadrados no oeste da Amazônia, atingindo, no Brasil, uma espessura máxima de 980m.

A Formação Solimões correlaciona-se com outras unidades que compreendem o “Sistema Pebas”. Conforme mencionado anteriormente, o “Sistema Pebas” compreende camadas do Neógeno e abrange uma série de bacias da Amazônia Ocidental (Figura 5), sendo as principais: as bacias do Acre e Solimões, no Brasil; Ucayali, Madre de Dios e Maraçon, no Peru; bacia Oriente, no Equador; e Putumayo, na Colômbia (Hoorn 1994b, Wesselingh *et al.* 2006d) além de outras, como por exemplo a Bacia de Fálcon, na Venezuela (Riff *et al.* 2010). Contudo, esses limites podem variar de autor para autor, o que pode estar atrelado às dificuldades ao se estabelecer correlações entre as unidades cenozóicas da Amazônia ocidental (Westaway 2006).



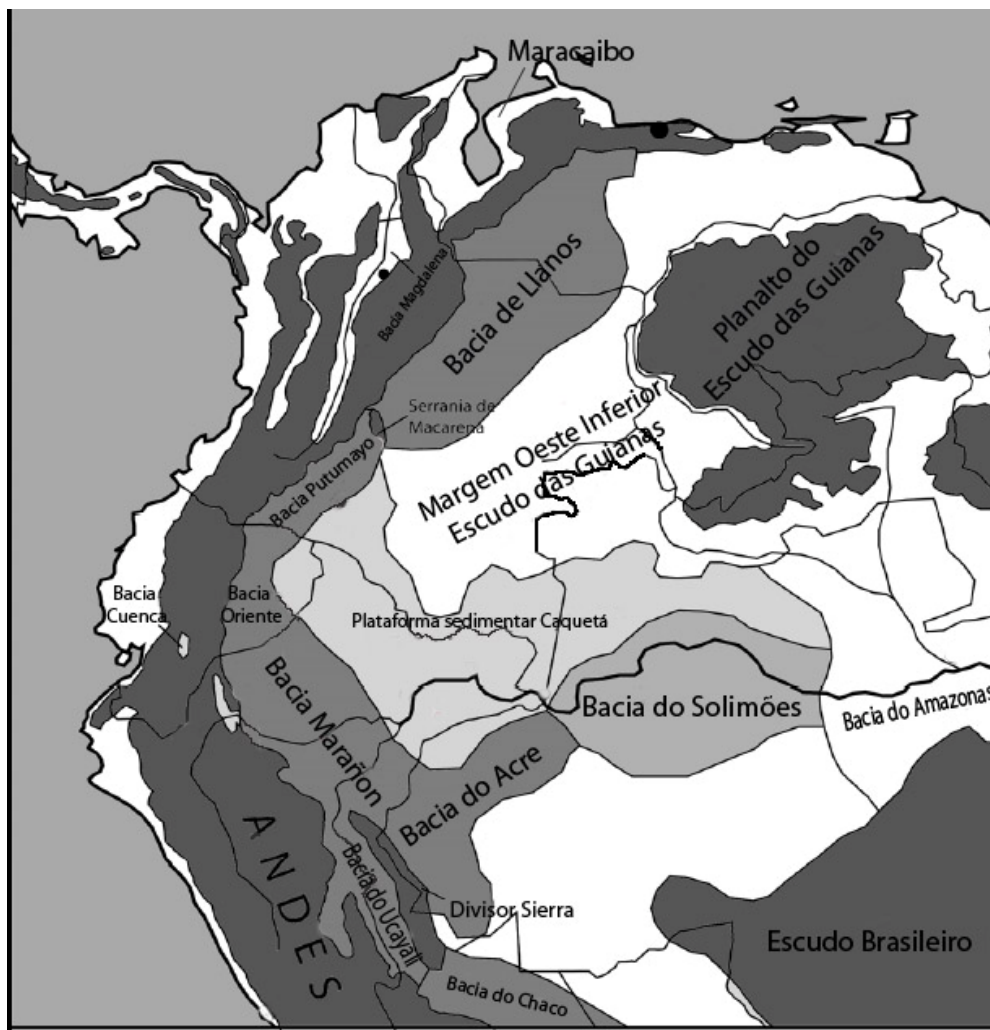


Figura 5 - Mapa esquemático com a distribuição das bacias do norte da América do Sul. Fonte: modificado de Salo (2010).

Segundo Wesselingh *et al.* (2002), Rebata *et al.* (2006a), Kaandorp (2007) e Riff *et al.* (2010), a Formação Pebas (como é conhecida no Peru e na Colômbia) seria equivalente a: Formação Solimões, no Brasil (Maia *et al.* 1977, Hoorn 1993); Formação Curaray na bacia Oriente, ao leste do Equador (Wesselingh *et al.* 2002); as Camadas “La Tagua” (La Tagua beds) na bacia Putumayo, ao sul da Colômbia (Hoorn 1994b, Wesselingh *et al.* 2002, Wesselingh 2006a); e Formação Urumaco, na Venezuela (Riff *et al.* 2010).

De acordo com Wesselingh *et al.* (2006b) e Kaandorp (2007), algumas das referidas formações são sincrônicas, uma vez que a idade estimada para a Formação Pebas é de 23 a 9 milhões de anos e a de Curaray de 25 a 6 milhões de anos. La Tagua, embora também faça parte do “Sistema Pebas”, seus estratos são específicos do Mioceno Inferior, no intervalo aproximado de 18 a 16 milhões de anos (Wesselingh & Macsotay 2006). Já a Formação Urumaco corresponderia ao Mioceno Superior (Riff *et al.* 2010).



Hoorn *et al* (2010) atribui uma classificação mais recente aos sistemas de inundação da Amazonia Ocidental, os quais estão divididos em três intervalos: a) Fase Precursora Fluviolacustre (~24 a 16 milhões de anos); b) amplo sistema de inundação, denominado Fase Pebas (~16 a 11,3 milhões de anos), período este de maior abundância e diversidade de ostracodes e moluscos neógenos; c) sistema dominado por sedimentos lacustres e de maré (<11,3 a 7 milhões de anos) ou fase Acre.

Várias foram as ferramentas utilizadas em trabalhos anteriores para o estabelecimento das correlações entre as unidades do “Sistema Pebas”, tais como: o estudo dos pólenes (Hoorn 1993, 1994a b), ostracodes (Muños-Torres *et al* 2006), moluscos (Costa 1980 1981, Nuttal 1990, Wesselingh 2006e) bem como dados sedimentológicos (Kandoorp *et al* 2006). Em se tratando de moluscos, Wesselingh (2006a) aponta vários táxons amplamente distribuídos nesse sistema. Segundo o autor, a distribuição do gênero *Tryonia* na unidade é ampla, ocorrendo em afloramentos e perfurações no Peru, Colômbia, Equador e Brasil, desde o Mioceno ao Plioceno.

#### **4 PALEONTOLOGIA DO “SISTEMA PEBAS”**

Os estudos desenvolvidos nesta unidade enfocam, dentre os vertebrados, os seguintes grupos: répteis, a exemplo de quelônios, jacarés, e alguns esquamados, tais como lagartos e serpentes (Gaffney *et al.* 1998, Bocquentin & Melo 2006, Meylan *et al.* 2009, Riff *et al.* 2010) peixes tais como raias, tubarões, bagres, peixes-serra, peixes pulmonados, bem como os ictiólitos (Monsch 1998, Malabarba & Dutra 2002, Malabarba *et al.* 1998, Lundberg *et al.* 1998, Lundberg 2010); mamíferos, a exemplo dos táxons Notoungulata (Ex: famílias Toxodontidae e Notohippidae), Xenarthra e até mesmo Proboscidea (Negri *et al.* 2010); aves, a exemplo de aningas (Negri *et al.* 2010); das plantas, a palinologia é predominante (Hoorn 1993, 1994 a b, Leite 2006, Silva 2008); dentre os invertebrados, os estudos enfocam basicamente os ostracodes (Shepard & Bate 1980, Swain 1980, Purper & Pinto 1983, Purper & Ornellas 1991, Whatley *et al.* 1998, Munhoz-Torres *et al.* 1998, Munhoz-Torres *et al.* 2006, Ramos 2006a). No que condiz a malacofauna, os estudos compreendem os trabalhos desde Gabb (1868) a Wesselingh & Ramos (2010).

#### 4.1 A MALACOFAUNA DO “SISTEMA PEBAS”

Conforme foi mencionado anteriormente, o estudo sobre a malacofauna do Neógeno do sudeste da Amazônia remonta do século XIX, com o trabalho pioneiro de Gabb (1868), a Wesselingh & Ramos (2010, no prelo), no século XXI (Figura 6).

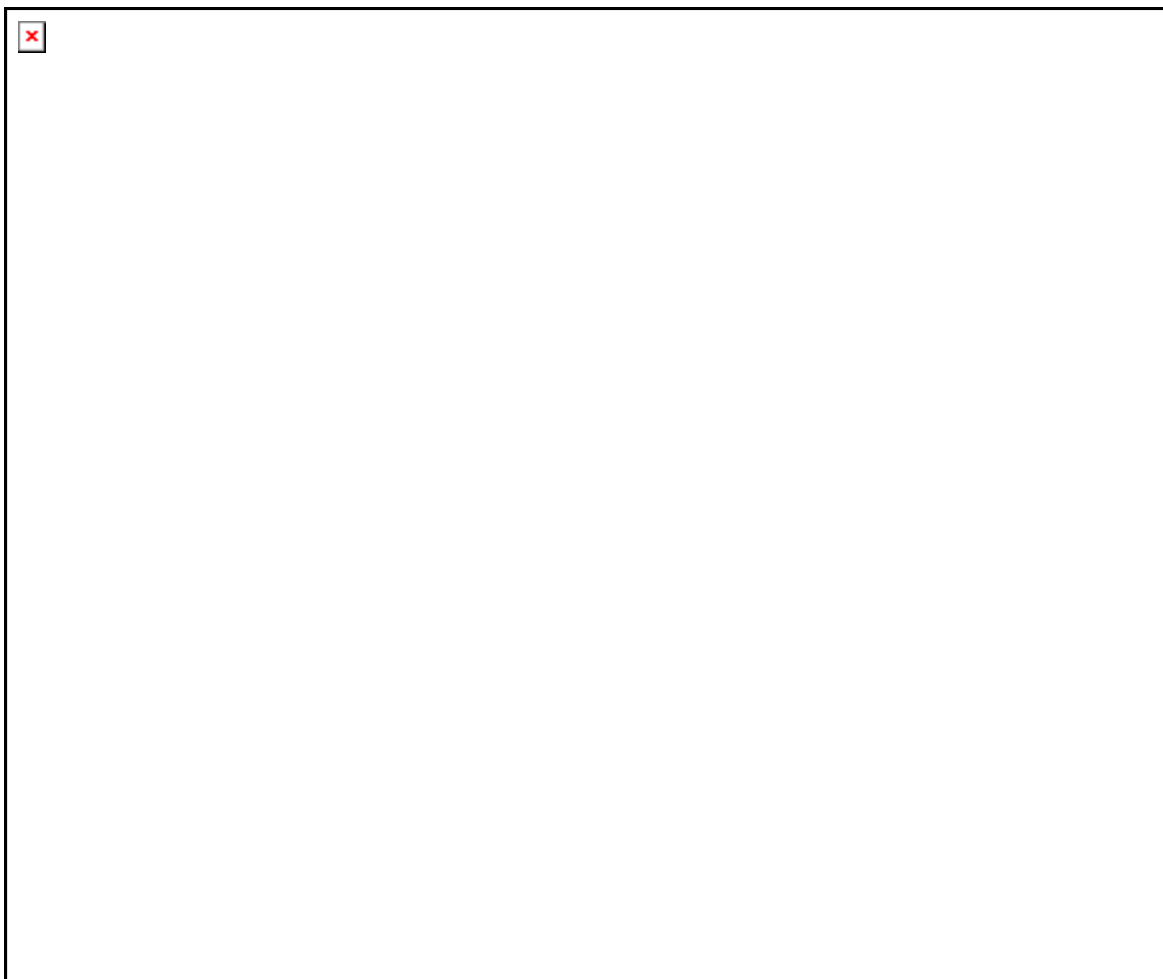


Figura 6- Diagrama com as principais publicações da fauna de moluscos gastrópodes do Sistema Pebas.

Gabb (1868) foi o primeiro a publicar acerca dos moluscos do “Sistema Pebas”, coletados no Peru pelo prof. James Orton de Vassar College (Nova Iorque/EUA), que descobriu a presença dessa fauna na unidade, em 1867. Tais análises permitiram que o autor classificasse a fauna como marinha ou de águas salobras, característica de estratos relativamente recentes em decorrência do estado de preservação das amostras.

Os estudos com moluscos do “Sistema Pebas” têm sido desenvolvidos principalmente no Peru e Colômbia, a exemplo de: Conrad (1871), Conrad (1874 a b); Woodward (1871), Nuttall (1990) e Wesselingh (2006a). No Brasil, poucos são os registros de moluscos

miocênicos podendo-se destacar os trabalhos de Etheridge (1879), Roxo (1924, 1935, 1937), Maury (1937), Santos & Castro (1967), Costa (1979, 1980) e Wesselingh & Ramos (2010, no prelo).

Nestes trabalhos predominam o registro de gastrópodes, objeto deste estudo, embora os autores também tenham registrado a ocorrência de bivalves associados. Assim, segue um resumo sobre vários dos estudos de gastrópodes realizados por estes autores<sup>1</sup>.

Conrad (1871) descreveu cerca de nove espécies oriundas principalmente de Pichua (Peru), incluindo uma do gênero *Liris*. Outros gêneros de gastrópodes identificados pelo autor foram: *Isaea*, *Ebora* (incluindo o subgênero *Nesis*), *Hemisinus*, *Dyris*, *Neritina* e *Bulimus*.

Woodward (1871) discute acerca das identificações realizadas por Conrad (1871), analisando exemplares coletados por Hauxwell em Cochaquinas (Peru), ao sul de Marañon. Segundo o autor, essas amostras corresponderiam possivelmente ao Mioceno, sendo características de ambientes dulcícolas e de água salobra, com presença de estuários e lagos. O autor também registra em seus estudos todos os gêneros de gastrópodes descritos por Conrad (1871), e ainda, embora duvidosamente, o gênero *Odostomia*.

Haart (1872), além de revisar trabalhos anteriores, analisa a fundo as observações de campo realizadas por Mr. Steere durante suas viagens aos sítios de Pebas. Além disso, Haart menciona a ausência de fósseis em camadas argilosas variegadas e superficiais. Ainda, o autor infere que a natureza da fauna (moluscos) não permite dizer com precisão em qual período do Terciário a unidade estaria inclusa. Contudo, o autor deduz que Pebas era caracterizada pela presença de uma fauna estuarina.

Dall (1872) considerou a fauna de moluscos como sendo predominantemente marinha. Para o autor, a presença de formas dulcícolas e terrestres no ambiente reflete algum tipo de contato com zonas de estuário recém ocupadas por espécies marinhas. Dall também sugere que, com exceção de *Bulimus* e *Hemisinus*, todos os outros gêneros eram predominantemente marinhos. O autor também acredita que a fauna da unidade não corresponda a um período mais antigo que o Plioceno, tendo como base o bom estado de preservação dos espécimes de moluscos analisados por ele. O foco principal de Dall (1872) foi o estudo taxonômico bivalves.

Conrad (1874a) identificou espécies de bivalves e de gastrópodes coletados por Steere, no Alto Amazonas. Tais espécies, de acordo com o autor, indicariam a presença de ambientes dulcícolas, estuarinos, bem como de águas salobras. Dentre os gêneros de gastrópodes

---

<sup>1</sup> Parte dos trabalhos anteriores sobre a malacologia de Pebas aqui abordados foi preliminarmente estudada por Costa (1979).

identificados pelo autor, constam *Planorbis*, *Pachytoma*, *Toxosoma*, *Cirrobasis*, *Liosoma*, *Cyclocheila*, *Hemisinus* e *Ebora*.

Conrad (1874b) descreveu espécimes novos da Formação Pebas fornecidos por James Orton, encontrados em Iquitos, a mil milhas do distrito de Pebas, Peru. Tais identificações confirmam suas análises de que o ambiente da área de estudo era predominantemente dulcícola, com incursões esporádicas de águas salobras. Dentre os gêneros identificados, o único gastrópode é *Hemisinus*.

Böttger (1878) revisou trabalhos realizados em Pebas, analisando os seguintes gêneros de gastrópodes: *Neritina*, *Hydrobia* (sendo que o autor inclui no gênero a forma *Isaea* de Conrad e *Mesalia ortonii* de Gabb), *Lacuna*, *Hemisinus*, *Turbonilla* e *Pseudolacuna*.

Etheridge (1879) descreveu espécimes novos, incluindo gastrópodes e bivalves, coletados em: a) Canamá (as margens do rio Javari) que, na época, era uma localidade considerada brasileira, sendo atualmente atribuída ao Peru; b) localidade referida por Etheridge como “escarpas a poucas milhas de Canamá”, atualmente denominada de Ribeiros, as margens do rio Solimões, Brasil (Roxo 1935, Costa 1979). Vale ressaltar que Etheridge (1879) não discute nada acerca do ambiente de deposição das amostras, nem da idade das mesmas. Os gêneros gastrópodes identificados foram: *Pseudolacuna*, *Natica*, *Neritina*, *Odostomia*, *Hydrobia*, *Isaea*, *Dyris*, *Assimineia*, *Fenella*, *Cerithium*, *Melanopsis* e *Melania*.

Roxo (1924) encontrou e classificou amostras do afloramento Três Unidos (próximo ao rio Javari, Peru), do rio Quixito (Brasil) e do rio Içá (Brasil), classificando a fauna como pliocênica e de águas salobras. Os gêneros identificados pelo autor foram: *Pseudolacuna*, *Natica*, *Neritina*, *Odostomia*, *Hydrobia*, *Isae*, *Cerithium*, *Melanopsis*, *Melania*, *Ebora*, *Turbonilla*, *Purpura* e *Planorbis*. Vale ressaltar que Roxo somente cita a presença destes táxons, não os descrevendo quanto a sua morfologia, com exceção do gênero *Purpura*, espécie *Purpura woodwardi*, que foi um táxon novo identificado pelo autor em sua área de estudo.

Maury (1924) classificou a fauna de Pebas como predominantemente dulcícola ou de água salobra. A autora também sugere uma possível afinidade com a fauna de Trinidad, que julga pertencer ao Plioceno (Maury apud Costa 1979).

Marshall & Bowles (1932) analisaram moluscos fósseis de água doce do Equador, coletados pelo geólogo Dr. George Sheppard. Ambos não crêem na presença de fauna marinha na unidade. Contudo discutem acerca da possível existência de estuários em Pebas, devido ao registro de formas dulcícolas, de águas salobras e talvez marinhas, mencionadas em

trabalhos anteriores. Os autores identificaram três espécies novas de gastrópodes, cada uma delas pertencente aos gêneros *Sheppardiconcha*, *Potamolithoides* e *Pomacea*.

Roxo (1935) encontrou em Pebas gastrópodes pliocênicos semelhantes aos gastrópodes registrados na fauna cáptica quaternária do Mar de Azov, com a presença gêneros *Melanopsis* e *Planorbis*. Além disso, Roxo compara a litologia e a fauna da unidade com os moluscos das seguintes localidades: Ilha de Paquetá, Tres Unidos e Mar das Antilhas. O autor sugere que a salinidade presente em Pebas “não teria excedido muito a do Mar Cáspio atual”. Roxo também estabelece uma divisão da fauna das argilas terciárias do Alto Amazonas em três grupos: A- Argila parda ou cinzenta-azulada, situada ao longo do rio Solimões (Iquitos, distrito de Pebas, Cochaquinas, Ribeiros e São Paulo de Olivença) e do rio Javari (Canamá, barranca de Tres Unidos), cujos gêneros predominantes são: *Cerithium*, *Neritina*, *Purpura* e *Hydrobia*; B- Argilas mais finas, mais escuras e arenosas, cuja localização ocorre nos rios Içá e Quixito, sendo que a fauna é predominantemente dulcícola; C- Conglomerado duro, situado na Cachoeira das Fracoas, com a predominância de *Melania* e *Odostomia*, e ausência de *Melanopsis* e *Cerithium*.

Roxo (1937) analisou os fósseis, incluindo gastrópodes, coletados em Aquidabã (Amazonas), as margens do rio Juruá, sendo que os gêneros encontrados são: *Stenogyra*, *Sheppardiconcha*, *Hemisinus*, *Hydrobia*, *Ampullaria* e *Helix*. O autor sugere uma fauna de moluscos fluvio-lacustres e terrestres, bem como uma possível afinidade entre os moluscos de Pebas e a fauna terciária registrada na República do Equador por Marschall & Bowles (1932) e no rio Magdalena por Pilsbry & Olsson.

Maury (1937) estudou material fóssil de plantas e invertebrados (bivalves) proveniente da foz do rio Juruá, no Acre, Brasil, fornecidos pelo Dr. Euzebio de Oliveira do “Geological Survey of Brazil”. Com base em suas amostras, a autora sugere um ambiente dulcícola ou salobro, do período Plioceno.

Greve (1938) analisou moluscos coletados a margem do rio Itaiá, próximo a Iquitos (Peru) e revisa todos os trabalhos anteriores acerca da Formação Pebas, sugerindo que o ambiente seria provavelmente estuarino ou de águas salobras. Em suas identificações, registrou os seguintes gêneros de gastrópodes: *Neritina*, *Helicina*, *Lacuna* (*Ebora*), *Pseudolacuna*, *Ampullaria*, *Hydrobia* (*Conradia*), *Dyris*, *Liris*, *Semisinus*, *Cerithium* e *Planorbis* (Greve apud Costa, 1979).

Pilsbry (1944) identificou amostras coletadas em 1926 pelo Dr. Joseph T. Singewald, no leste do Peru. Dentre os gêneros identificados em camadas terciárias, estão *Pomacea*, *Hemisinus*, *Toxosoma* e *Tropidebora*.

Simpson (1961) não crê nem que os fósseis na Formação Pebas sejam do Plioceno nem nas correlações feitas entre os depósitos do Acre e Pebas, sugerindo que o primeiro seria do Pleistoceno Inferior ao Holoceno.

Santos e Castro (1967) discutem acerca dos estudos paleontológicos realizados em Pebas, além de realizar uma revisão taxonômica do material depositado no DNPM (Rio de Janeiro), identificado primeiramente por Etheridge (1879) e Roxo (1924, 1935). Além disso, as autoras também identificaram amostras novas coletadas por Price (1964) no rio Juruá, estado do Acre. Ambas concordaram com Simpson (1961) com relação a distribuição da fauna de Pebas, sugerindo que não há evidências paleontológicas que justifiquem sua extensão até o Acre e o Amazonas, além de ressaltar a natureza endêmica da mesma.

Parodiz (1969) analisa várias espécies de gastrópodes fósseis sul-americanos, a exemplo de representantes dos gêneros *Dyris*, *Liris*, *Toxosoma* e *Tropidebora*. De acordo com o autor, as duas primeiras ocupam “o mesmo nicho ecológico dentro de um período transicional entre o Plioceno e Pleistoceno”. Com relação ao gênero *Toxosoma* e *Tropidebora*, o autor escreve como sendo a localidade tipo das espécies *Toxosoma eborea* e *Tropidebora tertiana* a “Formação Pebas do Plioceno”. O autor também sugere que a Formação Pebas não aflora no Brasil, e que as áreas de estudo abordadas por Roxo, dentre outros autores que estudaram o oeste amazônico, são de idade pleistocênica.

Costa (1980) identificou espécimes gastrópodes oriundos de três sondagens (*CPCAN-I*, *CPCAN-II* e *CPACAN-III*) e um afloramento, no Alto Amazonas, identificando espécies dos gêneros *Liris*, *Dyris*, *Hydrobia*, *Lacuna*, e *Pseudolacuna*. Contudo, a autora ressalta que os dados obtidos em seu trabalho são insuficientes para uma interpretação paleogeográfica e paleoecológica.

Costa (1981) analisou espécimes gastrópodes oriundos da localidade Tres Unidos (Peru), originalmente estudados por Roxo (1924). A autora atribui, embora sem precisão, os fósseis dessa localidade como sendo do Plioceno. Dentre os gêneros identificados estão: *Hydrobia*, *Eubora*, *Toxosoma*, *Liris* e *Aylacostoma* que, segundo Costa (1981), corresponderiam as famílias Hydrobiidae e Thiaridae.

Kadolsky (1980) fez uma revisão taxonômica do material preliminarmente identificado por Conrad (1871), Woodward (1871), Boettger (1878), Etheridge (1879) e Greve (1938), registrando a presença dos gêneros *Eubora* (Conrad 1871), *Toxosoma* (Conrad 1874) e *Littoridina*.

Bristow & Parodiz (1982) descreveram a litologia e os moluscos fósseis de bacias não marinhas do Equador, dando enfoque ao material registrado nas Formações da bacia Cuenca.

Dentre os gastrópodes miocênicos estudados, estão: *Doryssa*, *Aylacostoma*, *Neritina*, *Pomacea*, *Hydrobia*, *Lyroides*, *Gyraulus*, bem como o gênero *Lyrus* da bacia Chota.

Nuttall (1990) analisou gastrópodes e bivalves oriundos tanto de depósitos das camadas La Tagua, bem como do afloramento Puerto Nariño, todos situados na Colômbia, o qual permitiu o registro dos seguintes gêneros: *Neritina*; *Liris*; *Dyrus*; *Nanivitreia*; *Eubora*; *Tropidebora*; *Toxosoma*; *Vitrinella*; *Doryssa*; *Basistoma*; *Sheppardiconcha*; *Hemisinus*; *Longiverena*; *Verena*; *Aylacostoma*; *Hebetancylus*; e *Orthalicus*. Segundo o autor, os ambientes das áreas de estudo seriam predominantemente dulcícolas, e correspondentes ao que ele classifica como Mioceno.

Posteriormente, no final do século XX a início do XXI, trabalhos como os de Aartsen & Wesselingh (2000), Wesselingh *et al* (2002, 2006 a b c d e), Wesselingh & Salo (2006), Wesselingh (2006 a, b) e Wesselingh & Ramos (2010), resultaram no levantamento da malacofauna identificando diversas famílias de bivalves e gastrópodes do “Sistema Pebas” em afloramentos no Peru, Colômbia e Brasil. Tal fauna seria predominantemente endêmica e fluviolacustre.

Entre as famílias de gastrópodes citadas por estes autores presentes no “Sistema Pebas” estão:

- COCHLIOPIDAE Tryon, 1866: família com maior diversidade na Formação, compondo-se dos gêneros *Tryonia* Stimpson, 1865; *Dyrus* Conrad, 1871; *Feliconcha* Wesselingh, 2006; *Glabertryonia* Wesselingh, 2006; *Onobops* Thompson, 1968; *Pyrgophorus* Ancy, 1888; *Littoridinops* Pilsbry, 1952; *Toxosoma* Conrad, 1874; *Longosoma* Wesselingh & Kadolsky, 2006; *Sioliella* Haas, 1849; *Tropidebora* Pilsbry, 1944; *Lithococcus* Pilsbry, 1911; *Littoridina* Souleyet, 1852; e *Cochliopina* Morrison, 1946;

- PACHYCHILIDAE Fischer & Crosse, 1892: com os gêneros *Sheppardiconcha* Marshall & Bowles, 1932; e *Charadreon* Woodring, 1973;

- NASSARIIDAE Iredale, 1916: com o gênero *Nassarius* Duméril, 1806;

- PYRAMIDELIIDAE Gray, 1840: com o gênero *Odostomia* Fleming, 1813;

- NERITIDAE Lamarck, 1809: com o gênero *Neritina* Lamarck, 1816;

- PLANORBIDAE Gray, 1840: a exemplo dos gêneros *Tropicorbis* Brown & Pilsbry, 1914; *Helisoma* Swainson, 1840; e *Drepanotrema*.

- THIARIDAE Gill, 1871: gêneros *Aylacostoma* Spix *in* Spix & von Wagner, 1827; e *Hemisinus* Swainson, 1840;

- FERRISSIIDAE Walker, 1917: gênero *Hebetancylus* Pilsbry, 1913;

- ACAVIDAE Pilsbry, 1895: gênero *Pebasiconcha* Wesselingh & Gittenberger, 1999;

- ORTHALICIDAE Albers & von Martens, 1860: gênero *Orthalicus* Beck, 1837;
- MELONGENIDAE Gill, 1871: gênero *Melongena* Schumacher, 1817;
- AMPULLARIIDAE Gray, 1924: gêneros *Ampullarius* e *Pomacea* Perry, 1810;

De todas elas, serão abordadas no presente trabalho as seguintes famílias: Thiaridae e Pachychilidae (superfamília Cerithioidea), Planorbidae (superfamília Planorboidea), e Cochliopidae (superfamília Rissoidae), sendo esta última o foco principal, tanto por sua abundância quanto pela diversidade observadas na área de estudo.

## 4.2 SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

### 4.2.1 Superfamília Rissoidae Gray, 1847

Os rissoides constituem um grupo monofilético que, em sua maioria, apresentam concha de tamanho milimétrico, sendo amplamente distribuídos e encontrados tanto em ambientes aquáticos quanto terrestres (Simone, 2006). A taxonomia desta superfamília tem gerado uma série de problemas, em virtude de processos evolutivos, criando uma barreira para um melhor entendimento de seus representantes através da morfologia da concha. Diante disso, a sua sistemática tem sido estabelecida principalmente através do estudo de partes moles, especialmente o sistema reprodutor feminino, propiciando, assim, um resultado mais preciso (Ponder 1988, Hershler & Ponder 1988).

De acordo com Bouchet *et al.* (2005), a superfamília Rissoidae compõe-se de 23 famílias: Rissoidae GRAY, 1847; Amnicolidae TRYON, 1863, Anabathridae KEEN, 1971; Assimineidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1856; Barleeidae GRAY, 1857; Bithyniidae GRAY, 1857; Caecidae GRAY, 1850; Calopiidae PONDER, 1999; Cochliopidae TRYON, 1866; Elachisinidae PONDER, 1985; Emblandidae PONDER, 1985; Epigridae PONDER, 1985; Falcicingulidae, SLAVOSHEVSKAYA, 1975; Helicostoidae PRUVOT-FOL, 1937; Hydrobiidae STIMPSON, 1865; Hydrococcidae THIELE, 1928; Irvadiidae THIELE, 1928; Lithoglipidae TRYON 1866; †Mesocochliopidae YU, 1987; Moitessieriidae BOURGUIGNAT, 1863; †Palaeorissoidae GRÜNDEK & KOWALKE, 2002; Pomatiopsidae STIMPSON, 1865; Stenothyridae TRYON, 1866, Tornidae SACCO, 1866; Truncallidae GRAY, 1840. Destas, a família Cochliopidae, gênero *Tryonia*, é o foco do presente trabalho.

A maioria dos trabalhos acerca de gastrópodes da superfamília Rissoidae sugere que a identificação taxonômica com base somente na concha pode gerar uma série de dúvidas.



Ponder (1985), Ponder (1988), Hershler & Thompson (1992) e Kabat & Hershler (1993) ressaltam que além dos caracteres diagnósticos presentes nas conchas serem escassos, ocorreram vários processos de convergência entre os táxons representantes desse grupo, dificultando a identificação.

Diante disso, vários autores se baseiam tanto em informações fornecidas pela biologia molecular (Wilke *et al* 2001, Liu *et al* 2001) quanto em caracteres morfológicos (Wilke *et al* 2001, Liu *et al* 2001, Simone 2006) visando resultados mais precisos acerca das relações filogenéticas entre os representantes da superfamília Rissoidae (Figura 7).

Wesselingh (2006a), em seu trabalho acerca de moluscos do “Sistema Pebas”, atribuiu, embora sem precisão, os espécimes estudados à família Cochliopidae, ressaltando que a maioria dos trabalhos acerca do grupo é feita com anatomia de partes moles, e que os caracteres morfológicos da concha são ambíguos.

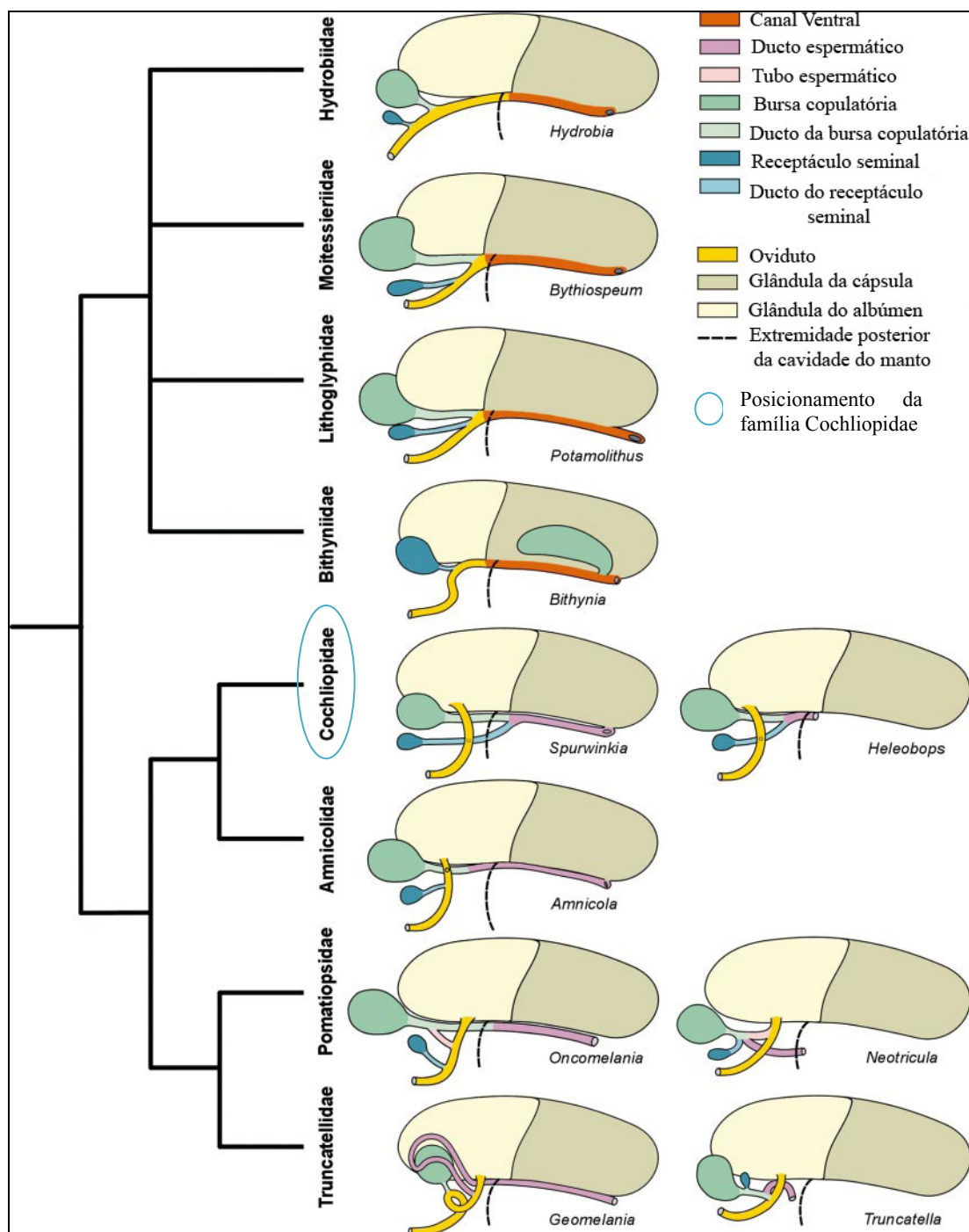


Figura 7 - Filogenia hipotética estabelecida por Wilke *et al.* (2001) para determinados representantes da Superfamília Rissooidea, tendo como base caracteres anatômicos e informações fornecidas pela biologia molecular. Fonte: modificado de Wilke *et al.* (2001).

Assim como Wesselingh (2006a) diversos paleontólogos e até mesmo zoólogos se esforçam em identificar determinados representantes da superfamília Rissooidea com base em caracteres presentes na concha. No caso dos fósseis, na ausência das partes moles, a identificação e diagnoses se restringem a morfologia da concha.

Pesquisas paleontológicas apontam para a possibilidade de identificação taxonômica com base na protoconcha (Kowalke & Harzhauser 2004, Wesselingh 2006a). Além disto, as protoconchas podem também fornecer informações acerca do desenvolvimento larval do espécime (Anistratenko 2009, Kowalke & Harzhauser 2004, Lukeneder *et al.* 2008) diferenciando representantes da família Rissoidae.

Contudo, Anistratenko (2005) considera que certas conclusões estabelecidas por Kowalke & Harzhauser (2004) são duvidosas, sugerindo que a teleoconcha apresenta caracteres mais sólidos do que a protoconcha para diferenciação entre determinados representantes da família Rissoidae, embora ressalte que mais análises precisam ser realizadas visando resultados mais precisos.

Apesar dos caracteres morfológicos observados na protoconcha terem auxiliado na identificação de alguns espécimes do presente trabalho, as características da teleoconcha foram de fundamental importância para o estabelecimento de identificações genéricas e específicas.

#### **4.2.2 Família Cochliopidae Tryon, 1866**

A família Cochliopidae é um representante da superfamília Rissooidea que, primeiramente, era tratado como uma subfamília da família Hydrobiidae (Hershler & Thompson 1992, Hershler 2001). No entanto, pesquisas mais recente permitiram que o táxon fosse elevado ao nível de família, começando por Wilke *et al.* (2001).

De acordo com Bouchet *et al.* (2005) a família Cochliopidae compõe-se de três subfamílias: Cochliopinae TRYON, 1866; Littoridininae THIELE, 1928; Semisalsinae GIUSTI & PETZZOLLI.

Wesselingh (2006a), devido às variações morfológicas observadas dentro da Família Cochliopidae em espécimes “Pebasianos”, re-descreveu a diagnose da mesma com base nas seguintes características: tamanho diminuto (1,5mm de comprimento) a grande porte (19,5mm); variabilidade de formatos, podendo ser discoidais, estreitamente alongados, globosos ou cônicos; suturas podem ou não ser profundamente impressas; teleoconcha com ampla variedade de ornamentações que podem ser estruturas espiraladas e axiais, paralelas ao eixo columelar, bem como variadas protuberâncias; poucos táxons apresentam espinhos e, em muitos casos, a concha pode ser lisa; presença de uma rampa subsutural bem desenvolvida em alguns gêneros; as linhas de crescimento são, em grande parte, prosóclinas, embora algumas possam ser ortóclinas e, raramente, opistóclinas; protoconchas geralmente bem delimitadas e

lisas (exceto por algumas linhas de crescimento), e o perfil das voltas pode ser convexo a bulboso; limite protoconcha – teleoconcha extremamente variável, podendo ou não ser fortemente demarcado; núcleo com um diâmetro entre 30 e 80µm, com ornamentação geralmente restrita às extremidades. Tais ornamentações podem ser dobras finas, estruturas do tipo mamilado, ou nódulos triangulares deprimidos, pequenos e agudos; a margem parietal da abertura é geralmente adnata<sup>2</sup>; columela em formato espiral; lábio interno e externo ornamentados em alguns táxons; umbílico pode ser imperfurado a amplamente perfurado.

## 5 PALEOECOLOGIA DO “SISTEMA PEBAS”

As interpretações paleoecológicas dos depósitos sedimentares que compreendem o Neógeno da Amazônia Ocidental (“Sistema Pebas”, concordantemente com Wesselingh 2006a) divergem entre os vários estudos já realizados, onde várias propostas são apresentadas. Estas interpretações envolvem desde ambientes fluviolacustre (Maia *et al.* 1977, Ramos 2006a); lacustre (Wesselingh *et al.* 2002, 2006 a b), lacustre com influência marinha (Shepard & Bate 1980, Hoorn 1993, 1994 a b, Muñoz-torres *et al.* 1998); fluviolacustre com influência marinha restrita (Hoorn 1993, Wesselingh *et al.* 2002) à marinho marginal (Räsänen *et al.* 1995, Gingras *et al.* 2002 a b, Hulka *et al.* 2006, Gomez *et al.* 2009); bem como um amplo sistema de inundação, ou “mega-wetland” (Hoorn *et al.* 2010).

No Brasil, os depósitos da Formação Solimões caracterizam-se por depósitos lacustres rasos, canais pantanosos, ambientes de barra em pontal, planícies de inundação e leques de transbordamento, característicos de um sistema fluvial (Maia *et al.* 1977).

De acordo com Wesselingh (2006a) o “Sistema Pebas” caracteriza-se por uma série de complexos lacustres ocorrendo no Peru, leste do Equador, Amazônia colombiana, Venezuela e Brasil, onde está representada pela sua correlata Formação Solimões. As análises da paleoflora, paleofauna e isótopos de conchas moluscos do “Sistema Pebas” indicaram um ambiente de paleolago, denominado “Lago Pebas” (Vonhof *et al.* 1998).

Segundo Latrubesse *et al.* (1997), a Formação Solimões compõe-se de sedimentos terciários depositados por um megaleque oriundo dos Andes peruanos, de modo que o soerguimento do leste da Cordilheira teria favorecido a formação dessa extensa unidade geológica no Mioceno, tornando-se ao mesmo tempo um evento de vital importância tanto para evolução dos rios quanto para o desenvolvimento da biota da Amazônia. Este

---

<sup>2</sup> Adnata: Lábio interno da abertura aderido à margem parietal.

soerguimento gerou um processo de vicariância e, conseqüentemente, um aumento da diversidade da fauna (Lundberg *et al.* 1998).

Resumindo, o “Sistema Pebas” é predominantemente dulcícola, caracterizado por um mosaico de lagos, pântanos e leitos fluviais dentro de um sistema fluvio-lacustre, com incursões marinhas esporádicas (Hoorn 1993, Wesselingh *et al.* 2002, Roddaz *et al.* 2005, Leite 2006, Ramos 2006 a b, Kaandoorp *et al.* 2006, Wesselingh *et al.* 2006b).

A origem das incursões marinhas ainda são especulativas, sendo possivelmente oriundas de uma série de conexões existentes entre o “Lago Pebas” e o mar do Caribe (Nuttall 1990, Hoorn 1996, Wesselingh *et al.* 2002, Wesselingh 2006 a b, Westaway 2006, Lovejoy *et al.* 2006, Wesselingh 2008). Segundo Hoorn (2006), estas incursões marinhas poderiam ter ocorrido através da bacia de Llanos, na Colômbia (Hoorn 2006) e da Bacia da Venezuela do Leste, bem como das bacias de Falcon (Wesselingh & Salo 2006), do Maracaibo (Wesselingh & Salo 2006, Westaway 2006), ambas na Venezuela (Figura 8).

Gomez *et al.* (2009), através de estudos na Formação Carbonera (Colômbia) sugerem que as incursões marinhas através do mar do Caribe tenham ocorrido no Mioceno Inferior, anterior ao soerguimento da Cordilheira dos Andes de Mérida. Segundo os autores este processo teria bloqueado o contato entre as bacias de Maracaibo e Llanos por volta do Mioceno Médio.

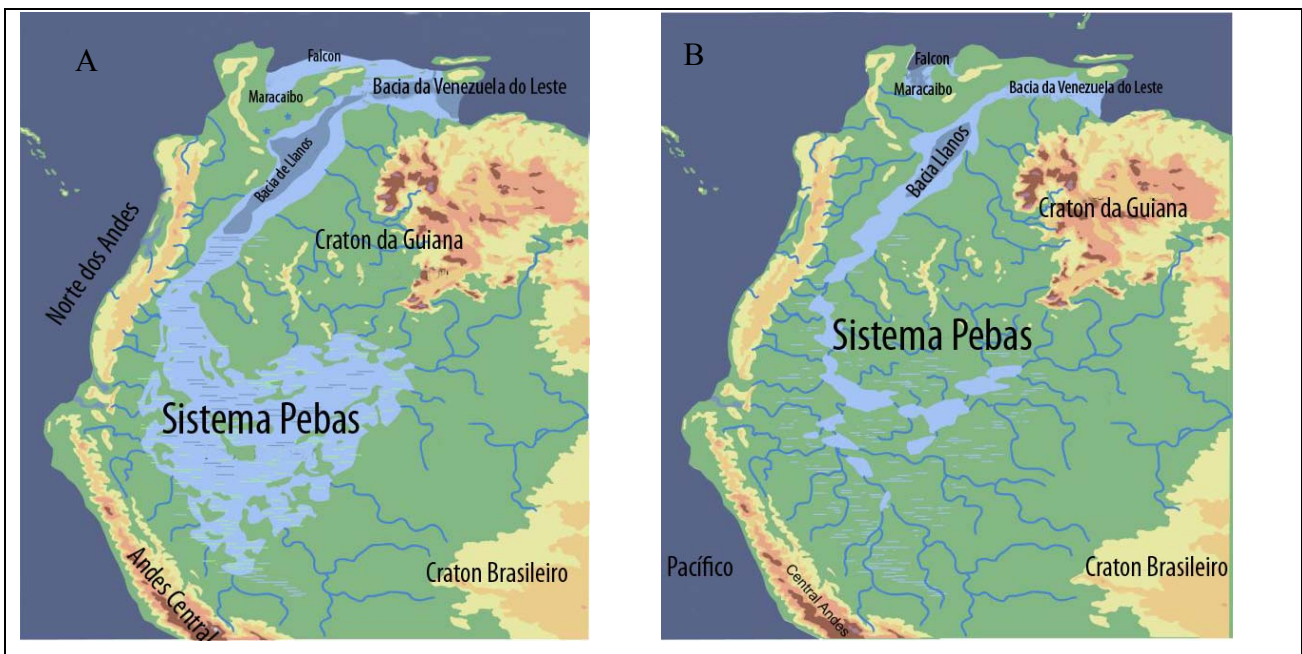


Figura 8- Evolução do Sistema Pebas durante o Mioceno Médio há 14 milhões de anos. A: evento de transgressão marinha. B: evento de regressão marinha. Fonte: modificado de Wesselingh (2008).

Rebata *et al.* (2006b) sugere outras hipóteses para a procedência dessas incursões marinhas na unidade, as quais são: a) incursão marinha da Bacia da Venezuela do Leste, provavelmente ao longo do ancestral do rio Orinoco, próximo ao escudo das Guianas; b) uma possível conexão entre o “Sistema Pebas” e o oceano Atlântico, evidenciada a partir de processos transgressivos oriundos da Formação Pirabas e da Formação Barreiras, entre o Mioceno Inferior e Médio – embora esta hipótese ainda seja um tanto quanto questionável, a presença de sedimentos oriundos dos Andes em unidades miocênicas do Rise do Ceará a tornam provável (Dobson *et al.* 2001); e c) uma possível conexão com Atlântico sul através das bacias do Chaco e Paraná (cuja extensão abrange Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil), durante a transgressão Entrerriense - Paranaense no Mioceno Médio e Superior, hipótese esta que também foi explorada por Hovikoski *et al.* (2005) para depósitos de Madre de Dios (Peru) bem como por Uba *et al.* (2009) ao estudar três seções da Formação Yecua, na Bolívia.

Uma série de dados sedimentológicos e icnológicos das bacias do Acre, a oeste do Brasil (Westaway 2006, Hoorn 1996, Monsch 1998), bem como Madre de Dios, ao sul do Peru-norte da Bolívia, sustentam esta última hipótese, embora Marengo (2000) duvide que tal evento tenha exercido algum tipo de influência sobre o “Sistema Pebas”, tendo como base o estudo de foraminíferos, ostracodes e moluscos.

Análises da paleoflora, paleofauna e isótopos de conchas de moluscos da Formação Solimões também reforçam a proposta de um grande paleolago dulcícola, com influência marinha restrita (Vanhof *et al.* 1998, Leite 2006). As análises isotópicas a partir das conchas de moluscos vêm sendo utilizadas em uma série de estudos envolvendo análises paleoambientais (Latal *et al.* 2005, Latal *et al.* 2006, Harzhauser *et al.* 2007). Segundo Vanhof *et al.* (1998), os resultados obtidos a partir de análises de isótopos de estrôncio de conchas de moluscos indicam que o “Sistema Pebas” era um depósito predominantemente dulcícola, abastecido principalmente pelos Andes, com pouca contribuição dos escudos. Além disso, os isótopos de carbono e oxigênio das conchas indicam um paleoambiente predominantemente lacustre, onde a composição faunística também aponta para a presença de um ambiente dulcícola, com influência marinha muito restrita (Wesselingh *et al.* 2002).

Com base na malacofauna do “Sistema Pebas”, a presença de bivalves da família Corbulidae indica ambientes com baixa concentração de oxigênio enquanto que os gastrópodes da família Cochliopidae indicam ambientes ricos em vegetação, suprimindo suas demandas mais elevadas de oxigênio (Wesselingh *et al.* 2002).

Segundo Latrubesse *et al.* (1997), Hoorn & Vonhof (2006) e Hulka *et al.* (2006), o Mioceno, na Amazônia, era caracterizado pela presença de sistemas dulcícolas bem distribuídos, porém isolados, supridos por sedimentos oriundos dos Andes e com certas incursões marinhas. Este sistema lacustre e isolado teria favorecido a formação de uma fauna endêmica e diversa de moluscos (Figura 9).

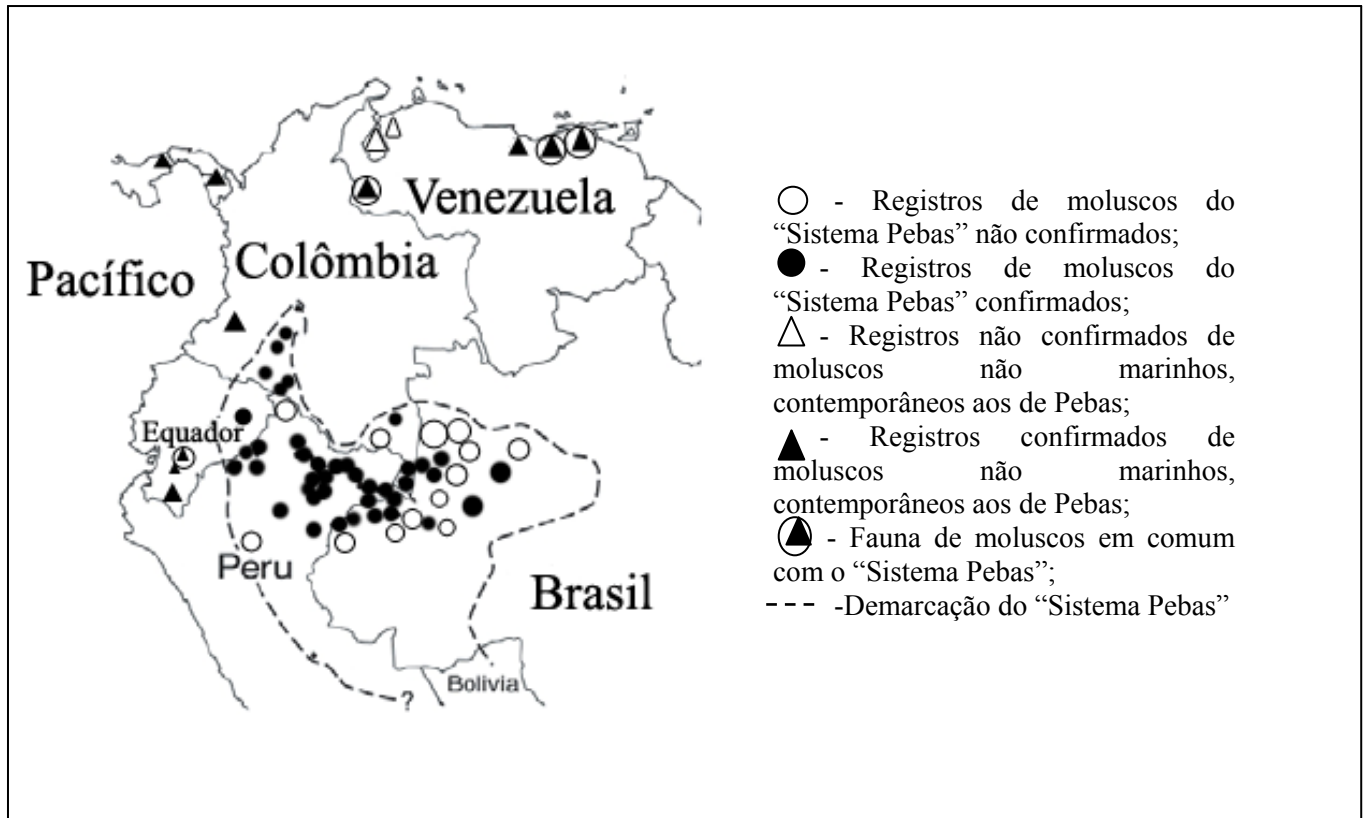


Figura 9 - Distribuição da fauna de moluscos no “Sistema Pebas” durante o Mioceno. Fonte: modificado de Wesselingh *et al.* (2002).

## 6 BIOESTRATIGRAFIA

A idade atribuída aos depósitos sedimentares da Formação Solimões e sua correlata Pebas, já estudados, diverge entre os autores entre o Mioceno Inferior ao Plio-Pleistoceno.

A idade Mioceno Inferior ao Mioceno Superior foi proposto por Hoorn (1993), Muñoz-Torres *et al.* (1998) e Muñoz-Torres *et al.* (2006) com base nas análises palinológicas e de ostracodes (*Cyprideis*) do Neógeno da Amazonia Ocidental. Wesselingh *et al.* (2006d, e), com base nos estudos de moluscos de perfurações e afloramentos na Colômbia, Peru, Equador e Brasil suporta o mesmo intervalo Mioceno Inferior-Superior; posteriormente Silva (2008), estabelece o intervalo Mioceno Médio ao Plioceno tendo como base os estudos palinológicos de testemunhos no estado do Amazonas, Brasil; Latrubesse *et al.* (2007), com o objetivo de

refinar a idade dos afloramentos da Formação Solimões, as margens do rio Acre, e do testemunho 1 AS 32-AM, estado do Amazonas, com base em estudos palinológicos data-os como sendo Mioceno Superior; Já Swain (1998) e Purper (1977, 1979) definem intervalos mais recentes com base em estudos de ostracodes da Colômbia, Peru e Brasil datando-os como do Plioceno e finalmente Shepard & Bate (1980) ao estudar os ostracodes da Colômbia e Peru datou-os como sendo Plio-Pleistoceno.

## 6.1 BIOZONEAMENTOS

### 6.1.1 Pólens

O primeiro trabalho a apresentar um biozoneamento da Formação Solimões com base em pólen foi de Cruz (apud Latrubesse *et al.* 2007), que estabeleceu três biozonas correspondentes ao Mioceno-Plioceno. Posteriormente, Hoorn (1993) estabeleceu 5 biozonas com base nos estudos palinológicos realizados nos testemunhos 1AS-4a-AM e 1AS-51-AM, no estado do Amazonas: *Ventricolporites* (base do Mioceno Inferior), *Retitricolporites* (topo do Mioceno Inferior), *Psiladiporites* – *Crototricolpites* (Mioceno Inferior – Médio), *Crassoretitriletes* (Mioceno Médio) e *Grimsdalea* (Mioceno Médio - Superior). Ainda, a autora verificou similaridades entre as biozonas da Formação Solimões e as biozonas do Cenozóico da Venezuela, estudadas por Lorente (1986), inferindo assim uma idade correspondente ao Mioceno Inferior a Superior para as áreas de estudo, localizadas em três bacias: bacia oriental da Venezuela, bacia de Fálcon e Maracaibo. Posteriormente, Hoorn (1994a) datou sedimentos oriundos do rio Caquetá como Mioceno Inferior a Mioceno Médio, e logo depois estudou o conteúdo palinológico de seis seções no “Sistema Pebas”, sendo três no Peru (Santa Teresa, Iquitos e Pevas) e três na Colômbia (Santa Sofia, Mocagua e Los Chorros), datando-as do Mioceno Inferior a Superior (Hoorn, 1994b).

Rebata *et al.* (2006a) analisaram os pólen oriundos de depósitos expostos as margens do rio Marañon (Peru), verificando a presença de três biozonas que, segundo os autores, corresponderiam ao Mioceno Superior.

No Brasil (Figura 10), Leite (2006) estudou os pólen do testemunho 1AS-33-AM, verificando a presença de quatro das biozonas descritas por Lorente (1986), sendo essas: *Psiladiporites*, *Crassoretitriletes*, *Asteraceae* e *Psilatricolporites caribbiensis*, sugerindo que as amostras estudadas corresponderiam ao Mioceno Inferior ao Plioceno.

Latrubesse *et al.* (2007) estudaram o testemunho 1AS-32-AM, bem como quatro afloramentos as margens do rio Acre (Niterói, Patos, Barranco de Elizete e Murici), identificando, no testemunho, a presença de duas biozonas *Grimsdalea* (Mioceno Médio) e



Asteraceae (Mioceno Superior). Com relação a análise dos afloramentos, os estudos palinológicos sugerem que Niteroi, Patos e Barranco de Elizete pertenceriam ao Mioceno Superior.

Silva (2008) analisou os pólenes dos testemunhos 1AS-27-AM e 1AS-19-AM, localizados próximos aos municípios de Tamanduí (Rio Jutai), São Paulo de Olivença e Atalaia, sugerindo que o primeiro se estende em duas biozonas: a) Zona Asteraceae – subzona *Fenestrites*, estabelecida por Lorente (1986) como sendo do Mioceno Superior; b) Zona *Psilatricolporites caribbiensis*, do Plioceno. Em se tratando do testemunho 1AS-19-AM, todo o testemunho corresponderia a Zona *Psilatricolporites caribbiensis*. A autora também sugere que ambos os poços estudados seriam temporalmente equivalentes ao 1AS-33-AM, estudado por Leite (2006), e mais recentes do que 1AS-4a-AM, estudado por Hoorn (1993).

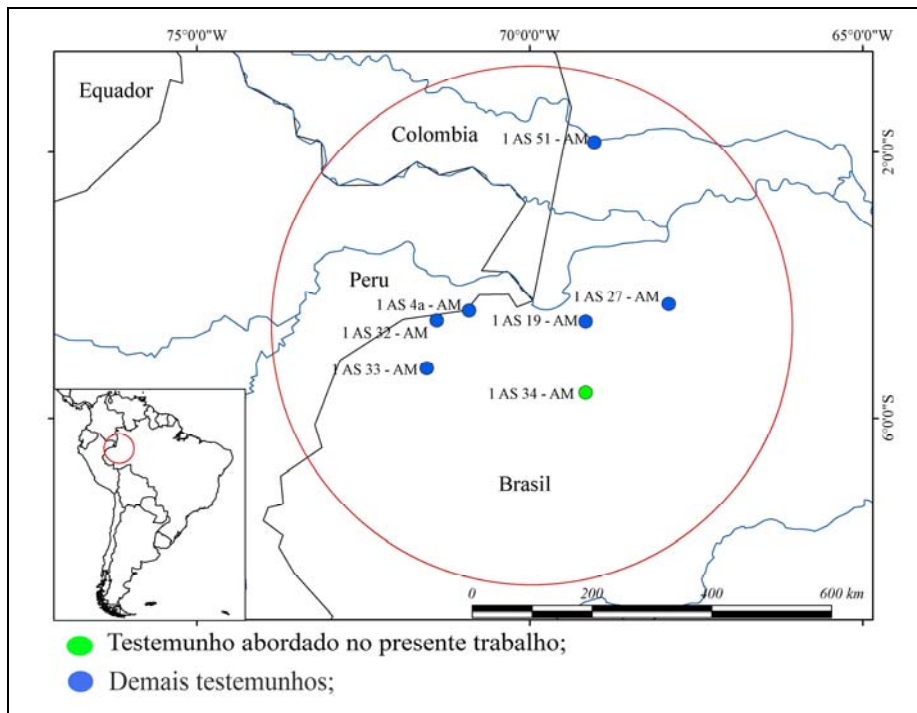


Figura 10 – Perfurações da Formação Solimões vinculadas ao Projeto Carvão de Maia *et al.* (1977), estudadas até o presente momento quanto ao seu conteúdo paleontológico. Fonte: modificado de Maia *et al.* (1977) no Laboratório de Sensoriamento Remoto do Museu Paraense Emílio Goeldi.

### 6.1.2 Ostracodes

A partir das análises de ostracodes de 26 diferentes localidades, incluindo afloramentos e o testemunho 1AS-4a-AM que fazem parte do “Sistema Pebas”, presentes no Peru, Colômbia e Brasil, Muñoz-Torres *et al.* (2006) realizaram um trabalho de biozoneamento, tendo como base a distribuição das espécies do gênero *Cyprideis*. Diante

disso, foram estabelecidas as seguintes biozonas, da base ao topo: *C. aulakos* (Mioceno Inferior-Médio), *C. caraionae* (Início do Mioc. Médio), *C. minipunctata* (Metade do Mioceno Médio), *C. obliquosulcata* (Mioceno Médio) e *C. cyrtoma* (Mioceno Médio- início do Mioceno Superior), compreendendo o intervalo do Mioceno Inferior ao Superior, concordantemente com Hoorn (1993).

### 6.1.3. Moluscos

A partir de trabalhos preliminares acerca da malacofauna do “Sistema Pebas” e com base no biozoneamento de pólen desenvolvido por Hoorn (1993), Wesselingh *et al.* (2006e) estabeleceu 12 biozonas de moluscos (Figuras 11 e 12), sendo estas: MZ1- *Aylacostoma ava* Zona de amplitude; MZ2- *Dyris denticulatus* Zona de amplitude; MZ3- ?Zona indeterminada; MZ4- *Toxosoma carinatum* Zona de amplitude; MZ5- *Diplodon indianensis* Zona de amplitude; MZ6- *Onobops? iquitensis* - *Onobops communis* Zona de intervalo; MZ7- *Dyris pebasensis* Zona de amplitude; MZ8- *Dyris lanceolatus* Zona de amplitude; MZ9- *Pachydon trigonalis*- *Dyris tricarinatus* Zona de concorrência; MZ10: *Dyris mattii* – *Tryonia minuscula* Zona de intervalo; MZ11: *Pachydon obliquus* – *Dyris megacarinata* Zona de concorrência; MZ12: *Dyris bicarinatus sofianensis* Zona de amplitude (Wesselingh *et al.* 2006e).

A área de estudo corresponde a 74 localidades no Peru e na Colômbia, sendo que, parte das amostras estudadas foi preliminarmente analisada por Hoorn (1993, 1994 a b), o que também auxiliou Wesselingh *et al.* (2006e) no posicionamento de suas próprias biozonas.

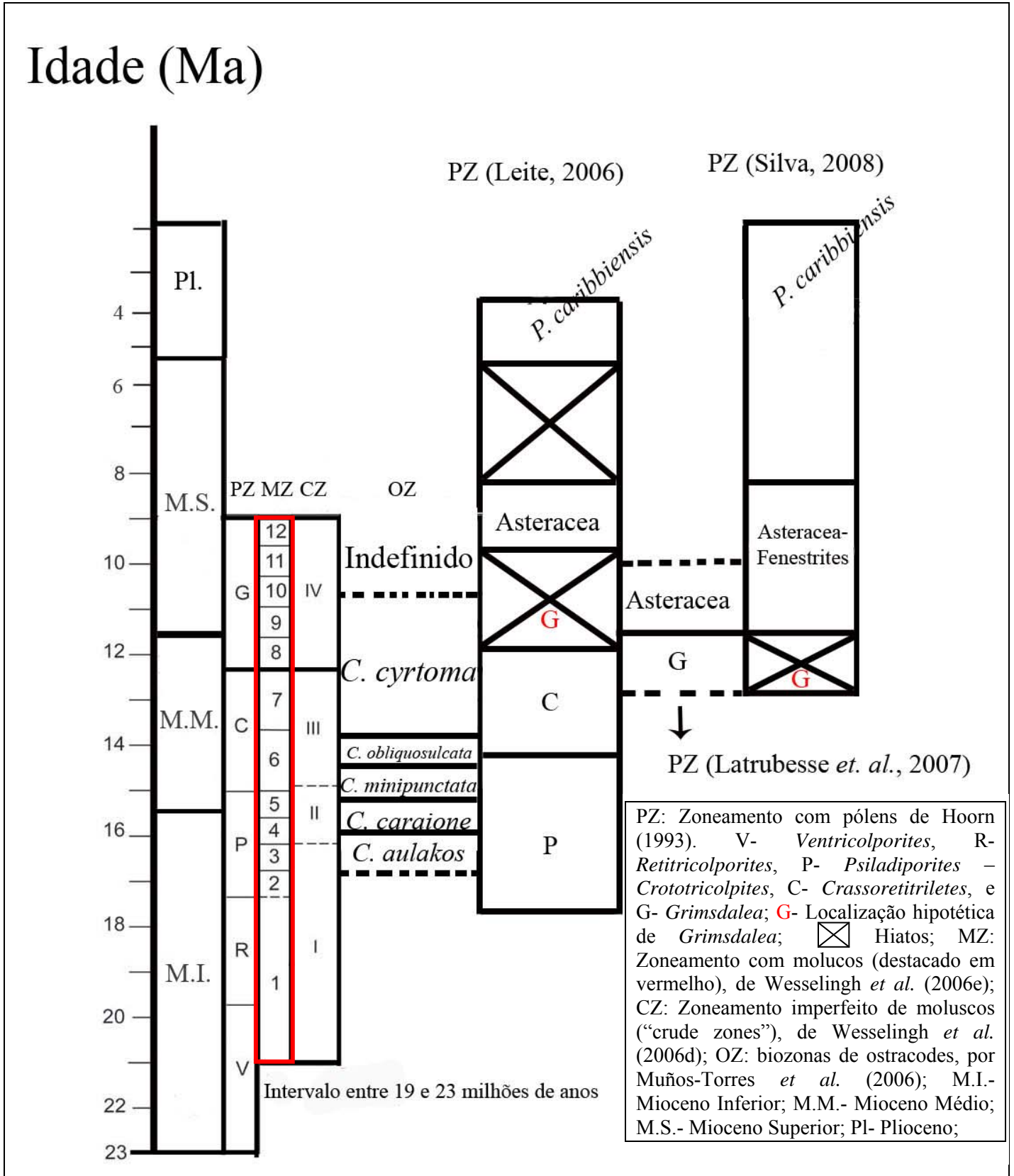


Figura 11- Biozoneamentos realizados a partir da correlação entre os afloramentos e testemunhos do “Sistema Pebas”. Fonte: modificado de Wesseling *et al.* (2006e).

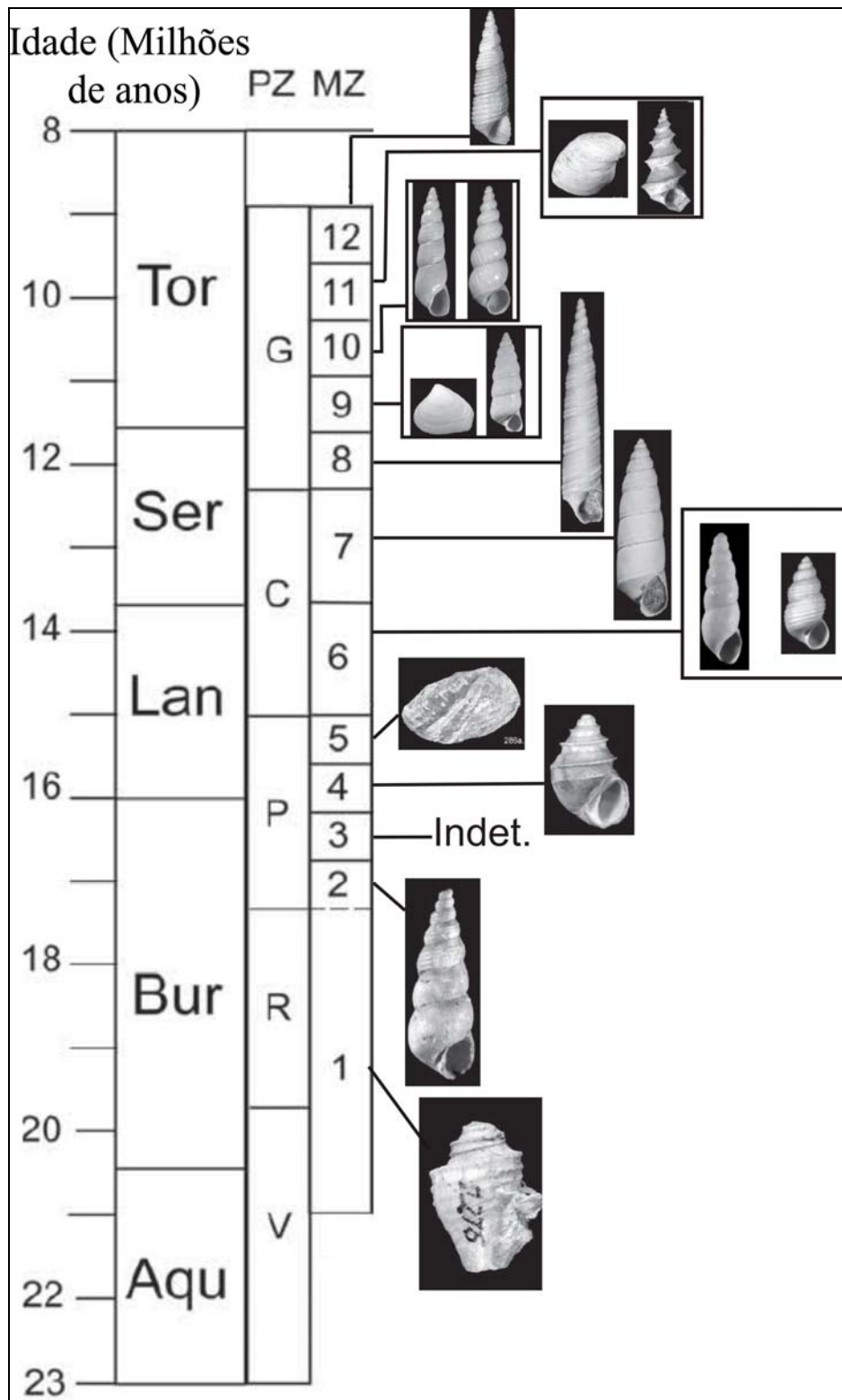


Figura 12- Biozonas de moluscos com as respectivas espécies de maior representatividade. MZ1- *Aylacostoma ava*; MZ2- *Dyris denticulatus*; MZ3- ?Zona indeterminada; MZ4- *Toxosoma carinatum*; MZ5- *Diplodon indianensis*; MZ6- *Onobops? iquitensis* (a esquerda)- *Onobops communis* (a direita); MZ7- *Dyris pebasensis*; MZ8- *Dyris lanceolatus*; MZ9- *Pachydon trigonalis* (a esquerda)- *Dyris tricarinatus* (a direita); MZ10: *Dyris mattii* (a esquerda) – *Tryonia minuscula* (a direita); MZ11: *Pachydon obliquus* (a esquerda) – *Dyris megacarinata* (a direita); MZ12: *Dyris bicarinatus sofianensis* (Wesselingh et al. 2006e).

Wesselingh *et al.* (2006d) também realizaram um outro tipo de biozoneamento com base em amostras coletadas de três perfurações: Capahuari, Huayuri e Jibaro, localizadas no Peru, entre os rios Corrientes e Pastaza, na bacia do Marañon. Os autores realizaram comparações do conteúdo fossilífero das amostras com as 12 biozonas de moluscos, e com as biozonas de pólen estabelecidas por Hoorn (1993, 1994 a b). Contudo, devido a pouca quantidade de moluscos presentes na área de estudo e a suspeita de contaminação de estratos antigos por material paleontológico mais recente, somente 4 biozonas (CZ1-CZ4) foram estabelecidas, denominadas pelo autor de biozonas imperfeitas (“crude zones”).

Wesselingh & Ramos (no prelo) sugerem a presença de uma 13ª biozona, nomeando-a como *Neritina fatimarossetiae* - Zona de amplitude, a partir de análises de amostras coletadas as margens do rio Javari em Benjamin Constant (Amazonas, Brasil). Segundo os autores, as análises do conteúdo fossilífero, bem como as feições geológicas da área de estudo, apóiam a idéia de que tal área estaria acima das 12 biozonas estabelecidas em trabalhos anteriores.

## **7 OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GERAL**

O estudo do gênero *Tryonia* Stimpson, 1865, Família Cochliopidae, Classe GASTROPODA, na Formação Solimões, sudoeste da Amazônia Ocidental, estado do Amazonas, Brasil.

### **7.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantamento geral das famílias presentes na área de estudo;
- Auxiliar no refinamento paleoambiental e bioestratigráfico;
- Correlacionar as localidades entre si e com outras unidades coevas;

## **8 ÁREA DE ESTUDO**

### **8.1 LOCALIZAÇÃO:**

A área de estudo compreende a região do Médio Juruá, próxima ao município de Eirunepé, estado do Amazonas, Brasil. As amostras são oriundas de um testemunho e dois afloramentos. O testemunho 1AS-34-AM (05°37'S; 69 °10'W) localiza-se às margens do rio Jutai (Maia *et al.*, 1977) e os afloramentos Morada Nova (06°32.902'S; 69°42.571'W) e Aquidabã (31.621'S; 69° 39.555'W) localizam-se às margens do rio Juruá, próximos ao município de Eirunepé, sudoeste do estado do Amazonas (Figura 13).

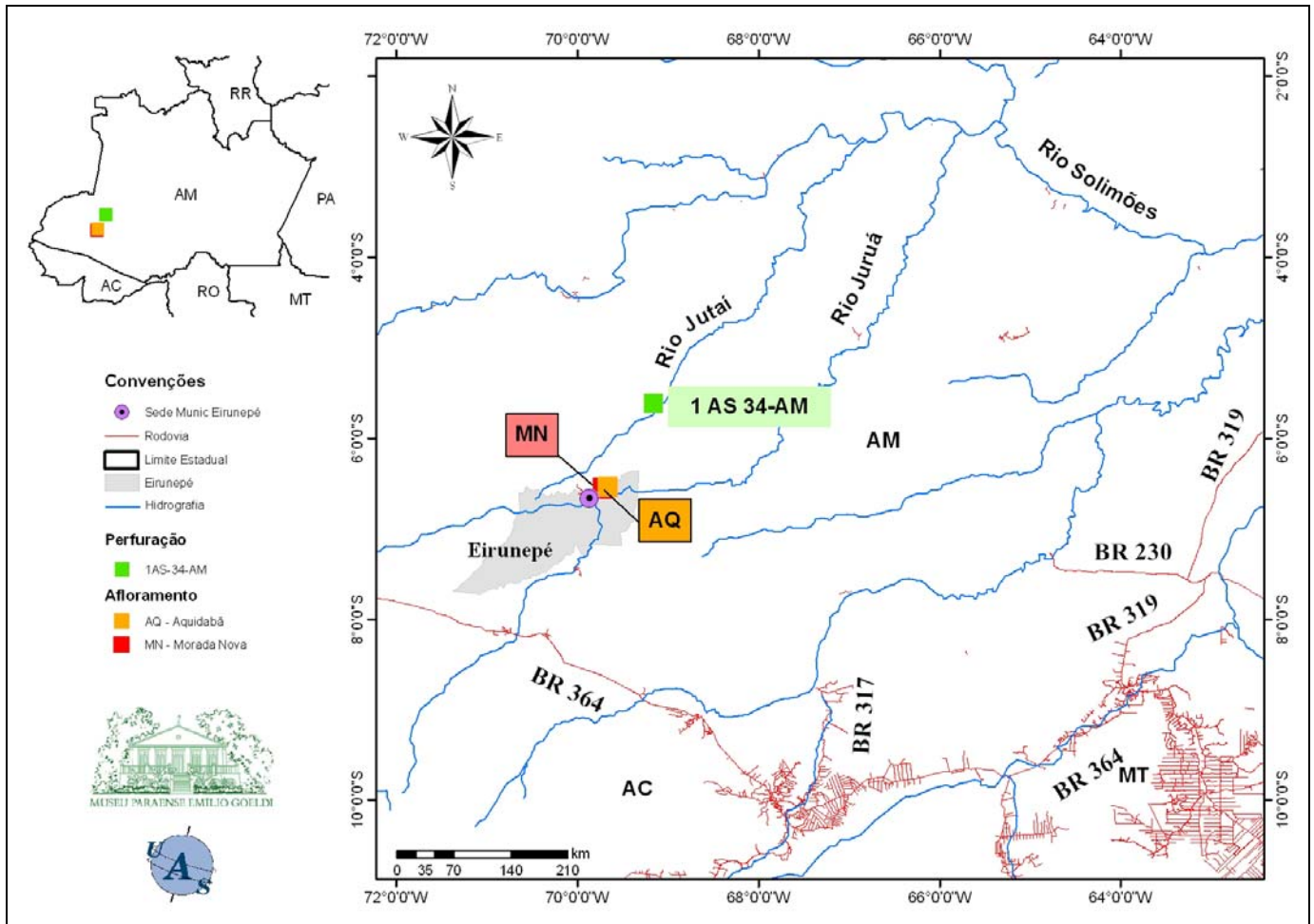


Figura 13 – Localização da área de estudo (Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto do Museu Paraense Emílio Goeldi).

## 8.2 SEDIMENTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DA ÁREA DE ESTUDO

Segundo Maia *et al.* (1977), a litologia do Neógeno compõe-se de argilitos, argilitos sílticos e arenosos, siltitos argilosos e níveis arenosos de granulometria fina e média com freqüentes restos vegetais e intercalações de linhito, argilas carbonosas e calcários, como representado no perfil litológico do testemunho em estudo (Figura 14). Os autores também ressaltam que há uma série de evidências nos testemunhos que apontam para um ambiente redutor que grada vertical e lateralmente para uma seção inferior de ambiente oxidante.

A fácies redutora apresenta sedimentos, geralmente, ricamenteossilíferos, micáceos e localmente calcíferos, sendo que os carbonatos podem se apresentar tanto em forma concrecional como em forma de lâminas delgadas que, por sua vez, são na maioria das vezes microcristalinas. Os níveis de linhito, que tipicamente caracterizam esta fácies são, em grande parte, piritizados, gradando inferior e superiormente para argilitos carbonosos (Maia *et al.*

1977). Os sedimentos de fácies oxidante compreendem os argilitos, siltitos e arenitos que apresentam coloração avermelhada, arroxeadada, amarelada e esbranquiçada, com aspecto variegado. Embora o linhito também ocorra nesta fácies, sua proporção é ínfima em relação a fácies redutora, assim como seu conteúdo fossilífero.



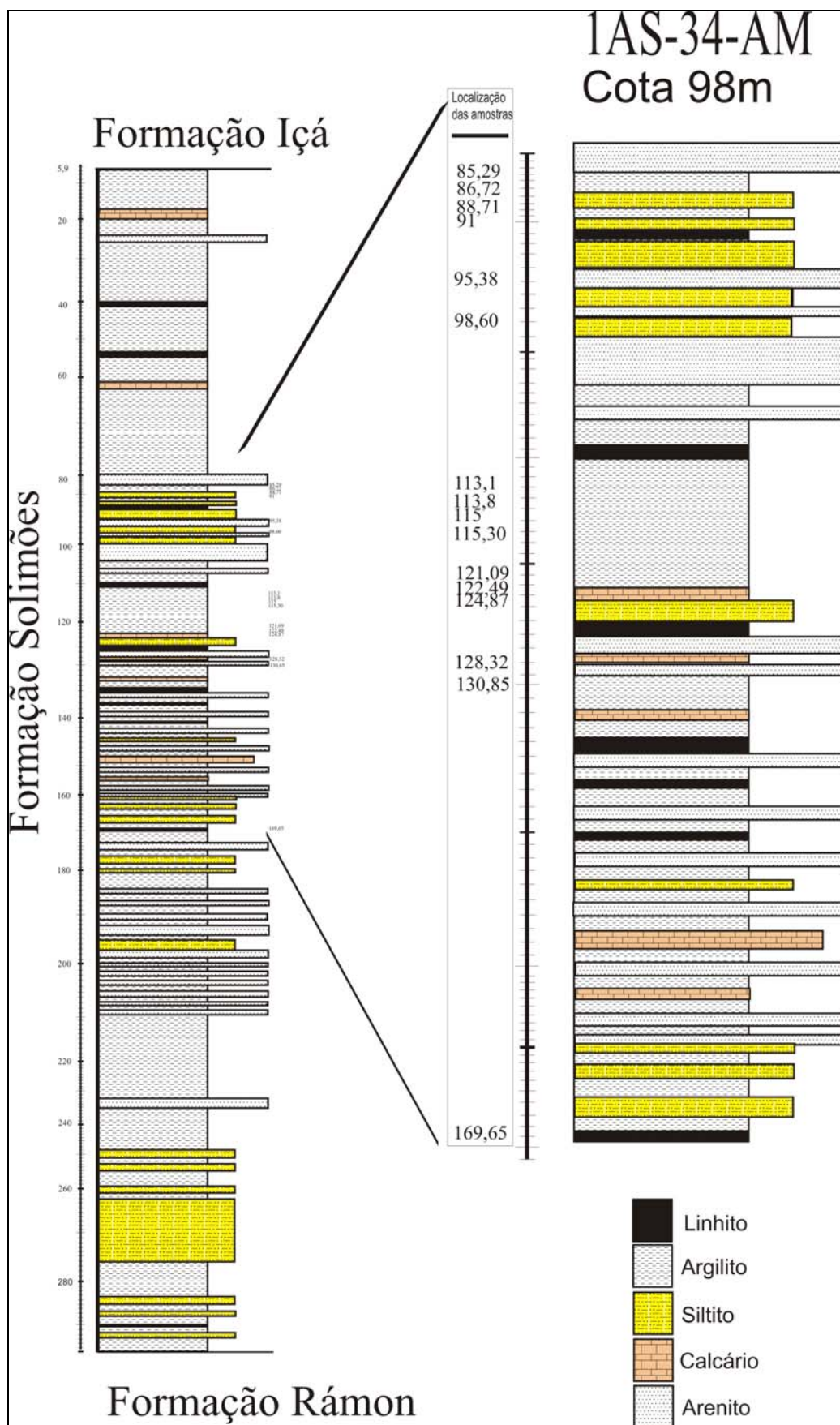


Figura 14- Perfil litológico do testemunho 1AS-34-AM destacando os intervalos analisados no presente trabalho. (Fonte: modificado de Maia *et al.* 1977)



Em superfície, o estudo nas proximidades da região do Juruá, no afloramento Torre da Lua, as margens do rio Tarauacá, permitiu identificar duas fácies sucessivas principais: canais fluviais e planícies de inundação. As fácies precedentes consistem, principalmente, de arenitos que sofrem granodecrescência em direção superior, bem como siltitos intercalados a estes. Os estratos arenosos podem apresentar estratificação cruzada, estruturas em flaser ou tabulares, enquanto que os siltitos são fortemente laminados paralelo, horizontal e sub-horizontalmente. Os depósitos de planícies de inundação consistem de argilitos cinza-esverdeados e siltitos que exibem diferentes tipos de laminações. Tais depósitos produzem alguns arenitos finos e contem concreções calcárias, fragmentos de plantas, bem como fósseis de vertebrados e invertebrados. Vale ressaltar que concreções contendo pirita e limonita também estão presentes na unidade (Ramos 2006a).

Registros acerca do afloramento Aquidabã (Figura 15) sugerem a presença de um pacote de argilito cinza-esverdeado, rico em fósseis, bem como estratos de arenito fino, maciço de cor marrom-esverdeada, com níveis conglomeráticos marcados pela presença de partículas argilosas esferoidais (RADAM BRASIL 1977, Gross *et al.* 2010).

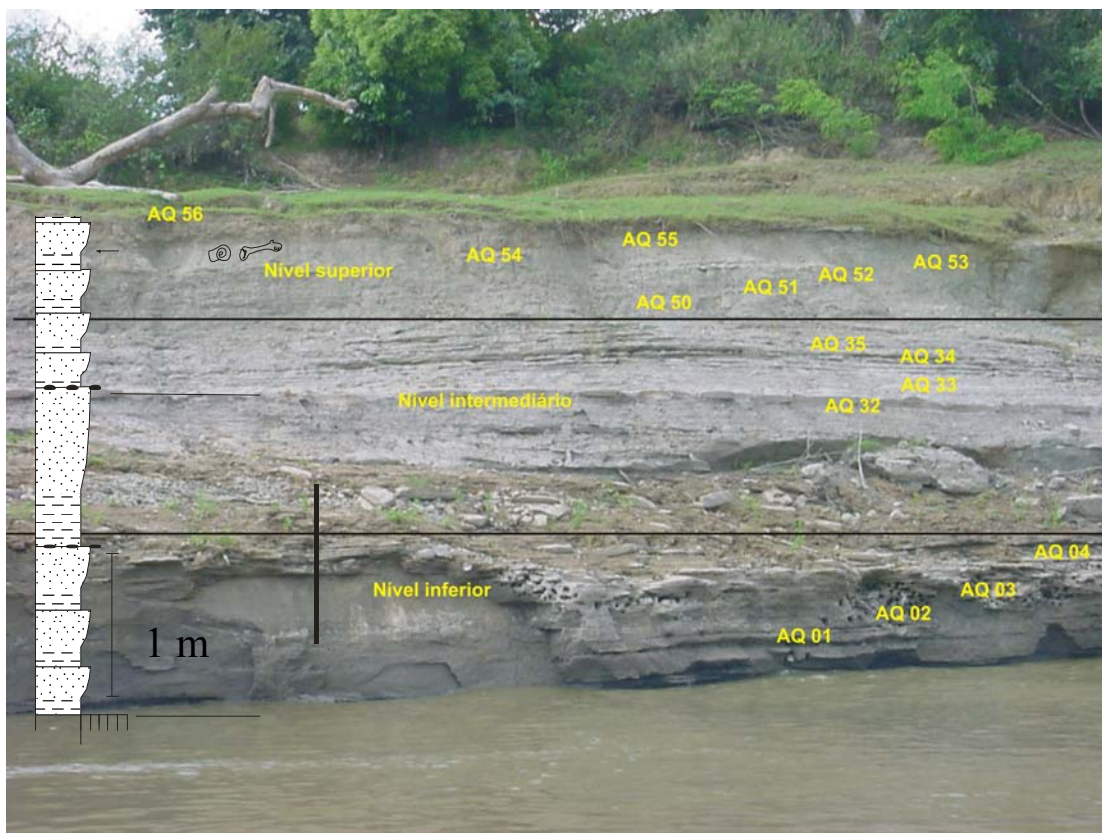


Figura 15- Vista geral e perfil do afloramento de Aquidabã.

Em Morada Nova (Figura 16), foram registradas até o momento três associações de fácies na área: pelito maciço com cores variadas; arenito estratificado com conglomerado e pelito; arenito fossilífero e argilito laminado (Paz *et al.* no prelo).

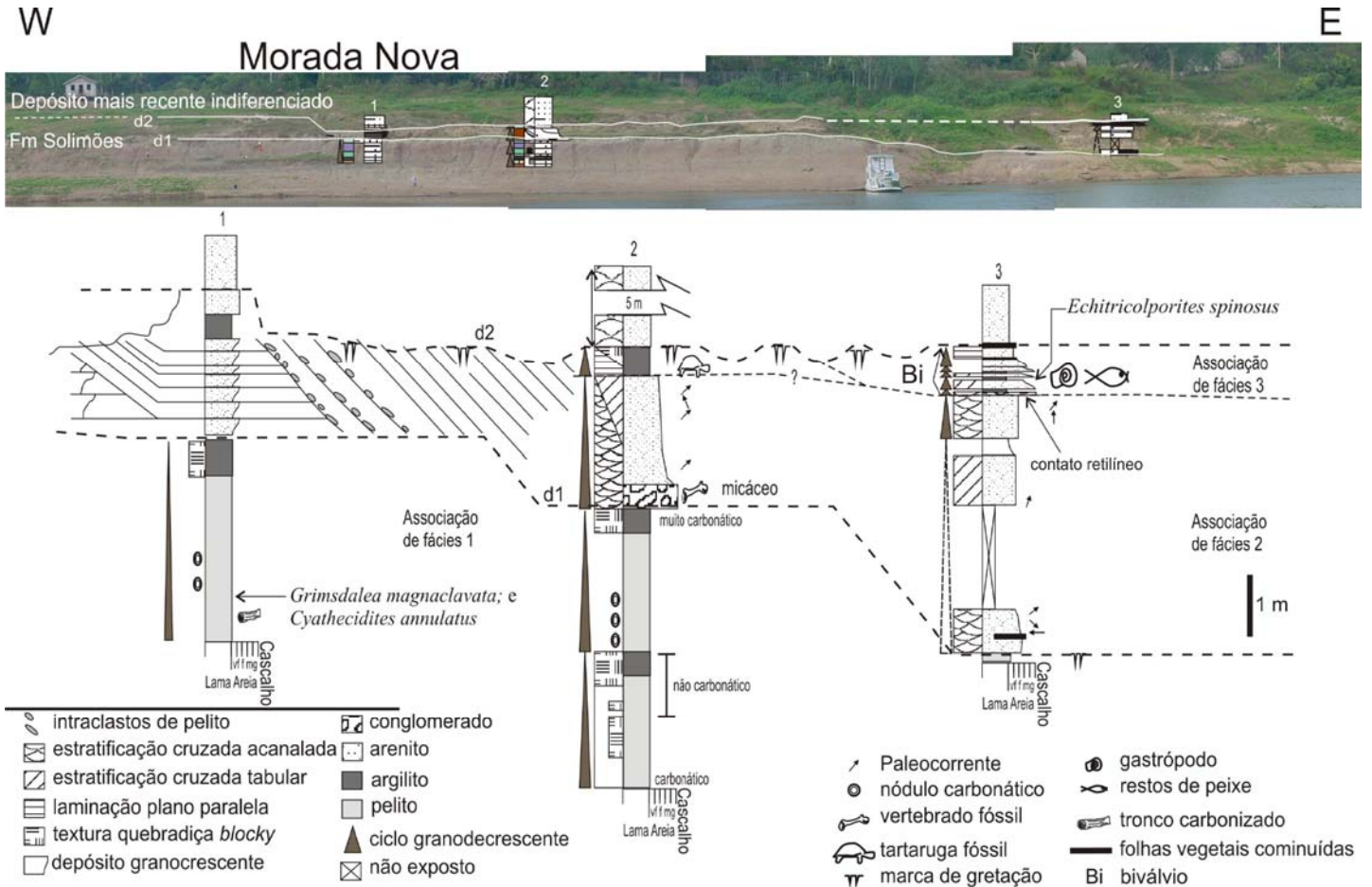


Figura 16- Vista geral e perfis do afloramento Morada Nova. Fonte: Paz *et al.* (no prelo).

## 9 MATERIAL E MÉTODOS

### 9.1 MATERIAL

As amostras disponíveis para o presente estudo são provenientes de um testemunho de sondagem (1AS-34-AM) realizado no âmbito do projeto “Carvão do Alto Solimões” e de dois afloramentos localizados no sudoeste do Estado do Amazonas. As amostras de afloramentos foram coletadas nas localidades de Morada Nova (MN) e Aquidabã (AQ), as margens do rio Juruá, no Município de Eirunepé (E), AM, no âmbito do projeto “Paleontologia, Sedimentologia e Estratigrafia de depósitos terciários da Formação Solimões, sudoeste da Amazônia Ocidental”, financiado pelo CNPq (processo 4754755/2004-6).

O testemunho 1AS-34-AM, cedido pelo 8º Distrito do DNPM, Manaus, AM foi selecionado para o presente estudo por localizar-se próximo aos afloramentos estudados. As

16 amostras estudadas foram selecionadas de acordo com a natureza litológica e paleontológica, bem como a preservação das mesmas no testemunho e correspondem aos seguintes intervalos: 169,65m; 130,85m; 128,82m; 124,87m; 122,49m; 121,09m; 115m; 115,3m; 113,8m; 113,1m; 98,6m; 95,38m; 91m; 88,71m; 86,72m; e 85,29m.

As amostras dos afloramentos foram coletadas manualmente seguindo uma seqüência estratigráfica definida pelas características paleontológicas, sedimentológicas e estratigráficas.

Em Aquidabã foram coletadas 16 amostras na seguinte seqüência da base para o topo: AQ-1 a AQ-4 (nível inferior), AQ-32 a AQ-35 (nível intermediário), e AQ-50 a AQ-56.

Em Morada Nova, foram coletadas amostras de três pontos: ponto 1, a esquerda; o ponto 2, no meio; e o ponto 3, a direita do afloramento.

## 9.2 MÉTODOS

### - Triagem

As amostras foram processadas pelos métodos convencionais para análise de micromoluscos utilizando-se a peneira de malha 32 mesh. As amostras foram triadas utilizando-se um microscópio estereoscópico SV6 da Zeiss, do laboratório de microscopia óptica do CCTE, MPEG, com auxílio de pincéis e placas de triagem.

### - Identificação sistemática:

Para a identificação sistemática dos gastrópodos seguiu-se a classificação de Bouchet *et al.* (2005), Nuttall (1990), Wesselingh (2006a) e Hershler (2001).

Os espécimes foram agrupados por similaridades e separados em morfotipos. Estes, por sua vez, foram acondicionados em lâminas especiais ou em vidrarias específicas.

Os espécimes de *Tryonia* descritos no presente trabalho foram devidamente analisados e comparados com espécimes fósseis e recentes, citados na literatura, bem como os fósseis disponíveis na coleção paleontológica Museu Paraense Emílio Goeldi: MPEG – 2115-I, MPEG – 2067-I e MPEG – 2068-I, todos oriundos de afloramentos ao leste do Rio Javari (4°22'S; 70°02'W), coletados a 50 cm acima do nível do rio, e posteriormente identificados por Wesselingh & Ramos (no prelo) como *Tryonia* sp. (MPEG-2067 e 2068) e *Tryonia nuttalli* (MPEG-2115).

Para a identificação das espécies aqui descritas, bem como dos gêneros e famílias citadas, utilizou-se os seguintes critérios morfológicos (Figura 17):

- 1) Forma geral da concha;
- 2) Escultura da concha;
- 3) Contorno das voltas;
- 4) Morfologia das suturas;
- 5) Morfologia da abertura;

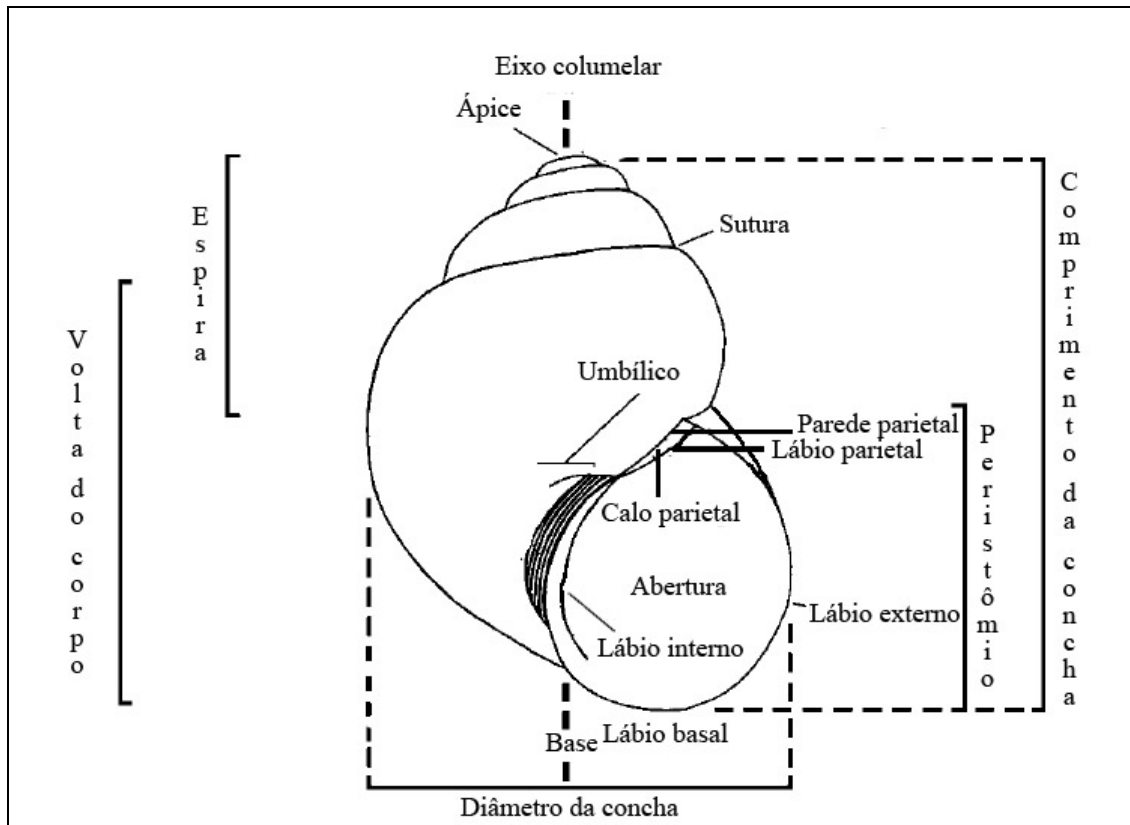


Figura 17- Características gerais de um gastrópode de água doce, gênero *Fluminicola* (Fonte: modificado de Frest & Johannes, 1999).

#### - Registro fotográfico:

Os espécimes melhor preservados foram separados e preliminarmente fotografados em uma câmera fotográfica digital Cânon PowerShot A640, acoplada ao microscópio estereoscópio SV11 da Zeiss, do laboratório de microscopia óptica da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (CCTE) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Posteriormente, os morfotipos identificados como *Tryonia*, *Dyris* e *Onobops* sp. foram fotografados em Microscópio Eletrônico de Varredura dos laboratórios de MEV do MPEG, bem como no laboratório de MEV do Instituto de Geociências/UFGA. Os espécimes identificados como Planorbidae, Thiaridae e Pachychilidae foram fotografados em lupa no Laboratório de Petrografia do Instituto de Geociências/UFGA.

As medidas dos espécimens figurados foram tomadas com auxílio de um retículo micrométrico e do microscópio estereoscópio SV11 da Zeiss, do laboratório de microscopia óptica da CCTE-MPEG, seguindo a metodologia de Hershler & Landye (1988). Todas as medidas foram tomadas com ocular de 1.6X, sendo que quatro das mesmas foram inclusas no presente trabalho: Altura da concha (A); Largura da concha (L); Altura da abertura (Aab); Largura da abertura (Lab). (Figura 18)

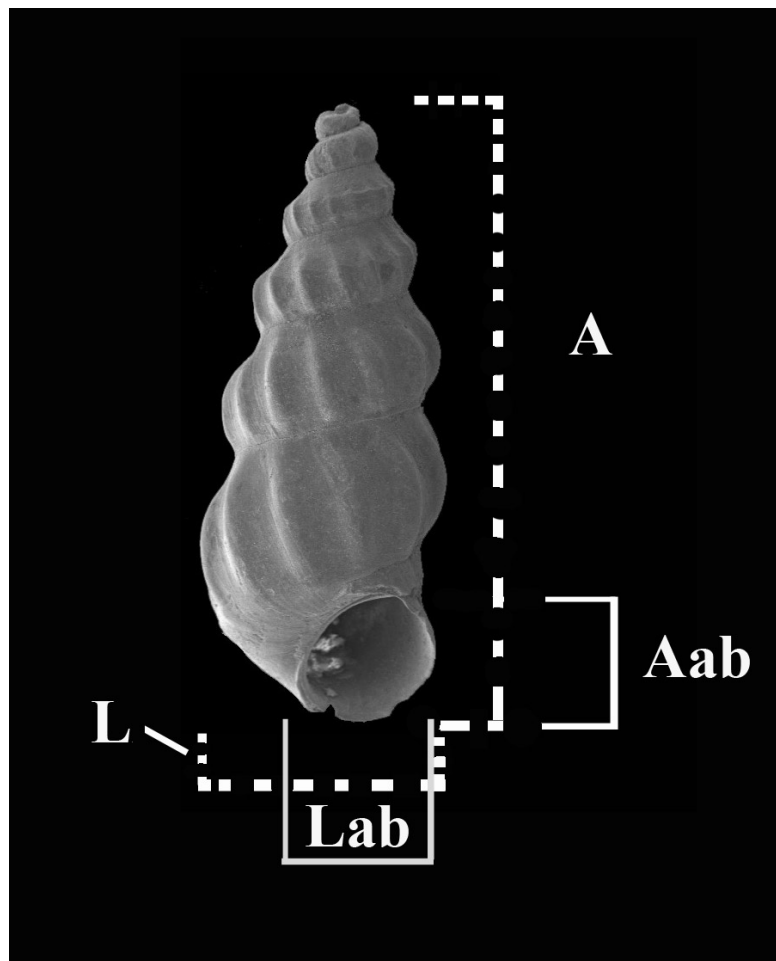


Figura 18- Espécime de *Tryonia scalarioides scalarioides* do presente trabalho (MPEG L-24) com as medidas adotadas. A- Altura da concha; L- Largura da concha; Aab: Altura da abertura; Lab: Largura da abertura.

- O material tipo será depositado no acervo paleontológico do MPEG, ficando temporariamente com a catalogação MPEG-1-L a MPEG-61-L.

- Confecção de figuras, gráficos e mapas necessários para auxiliar na análise e interpretação dos dados com o auxílio dos programas COREL DRAW 12, ADOBE PHOTOSH CS2 e MICROSOFT OFFICE EXCEL 2007.

- Parte dos mapas presente neste trabalho foi confeccionada no Laboratório de Sensoriamento Remoto do Museu Paraense Emílio Goeldi, no programa ArcGis 9.2.

## 10 RESULTADOS

### 10.1 ASPECTOS GERAIS - ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE

O estudo da malacofauna, Classe Gastropoda na perfuração 1AS-34-AM, bem como nos afloramentos Morada Nova e Aquidabã, localizados no sudoeste do estado do Amazonas, Brasil, permitiu verificar que o grupo é muito abundante e diverso nas amostras analisadas, sendo que os gastrópodes do testemunho são muito mais abundantes em relação aos dos afloramentos (Figura 19), com 1171 e 161 espécimes respectivamente.

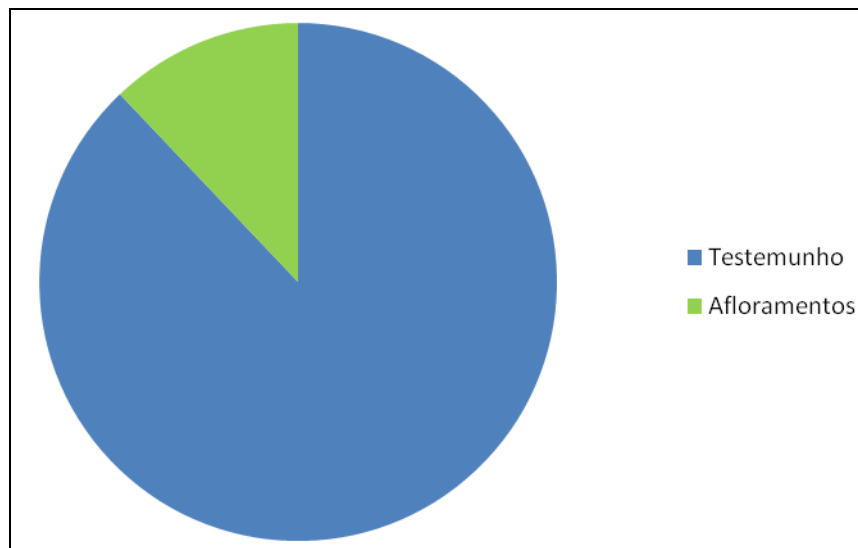


Figura 19 – Abundância de gastrópodes na perfuração 1 AS 34-AM e nos afloramentos.

Dentre os representantes da superfamília Rissoidae (Gray, 1847) destacam-se dois gêneros: *Dyris* (Conrad, 1871, Estampa 11, A-C) e *Tryonia* (Stimpson, 1865), ambos pertencentes a família Cochliopidae (Tryon, 1866).

No testemunho 1AS-34-AM os gastrópodes são muito mais diversos e abundantes em relação aos afloramentos. Neste testemunho predominam espécimens da superfamília Rissoidae (Gray, 1847), a exemplo do gênero *Tryonia*, embora representantes semelhantes a espécie *Aylacostoma browni*, da família Thiariidae (Gill, 1871), superfamília Cerithioidea (Fleming, 1822), preliminarmente registrados em outras áreas de estudo do Sistema Pebas, também tenham sido identificados no presente trabalho (Estampas 12 e 13).

A família Cochliopidae se mostrou abundante no testemunho analisado, principalmente no nível 130,85m (Figura 20), com mais de 400 espécimes. Já a família Thiaridae demonstrou uma maior representatividade no nível 113,1m, com um pouco mais de 30 espécimes (Figura 21).

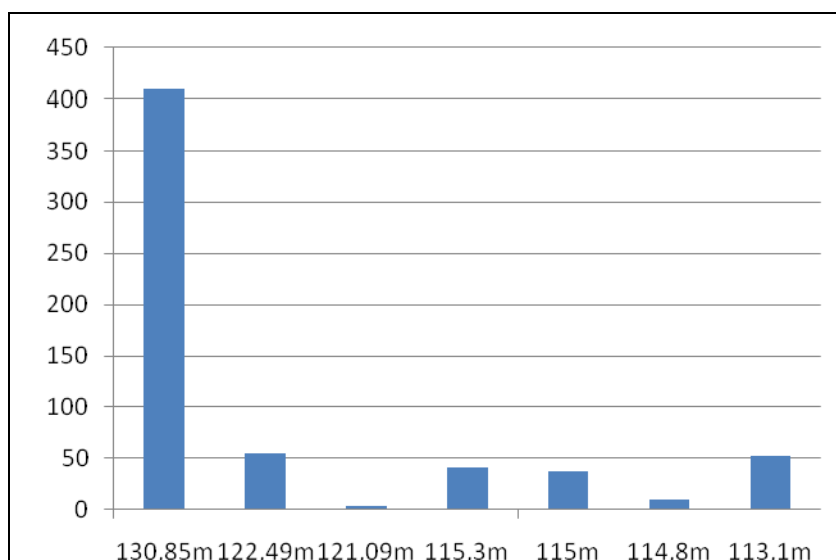


Figura 20- Abundância da família Cochliopidae no testemunho 1 AS 34-AM em cada nível analisado.

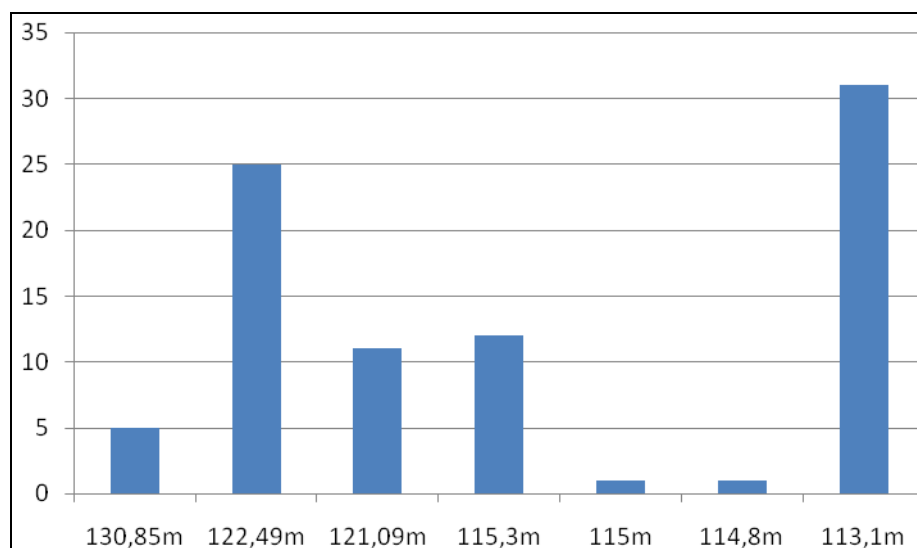


Figura 21- Abundância da família Thiaridae no testemunho 1 AS 34-AM em cada nível analisado.

No decorrer das análises realizadas, foi possível observar que os representantes identificados como sendo da família Thiaridae apresentam elevado índice de ornamentação,

semelhante ao encontrado em táxons marinhos. Contudo, há registros de representantes da família cuja ornamentação realmente se assemelha àquela encontrada em formas marinhas, mesmo pertencendo a ambientes de baixa salinidade (Van Damme & Pickford 2003). Segundo Van Damme & Pickford (2003) e Glaubrecht (2008) estas formas são muito presentes atualmente no Lago Tanganyika (Congo), sendo denominadas **Talassoides**. Tendo em vista que o Lago Tanganyika é, assim como “Pebas”, um amplo sistema de inundação que desenvolveu no decorrer do tempo uma fauna predominantemente endêmica (Wesselingh 2008), a presença de formas talassoides na perfuração torna-se provável.

As análises das amostras do afloramento de Morada Nova (MN) e Aquidabã (AQ) permitiu o registro de: 1 espécime atribuído a família ?Pachychilidae (Fischer & Crosse, 1892) da superfamília Cerithioidea em Aquidabã (Figura 22, Estampa 14); 2 espécimes da Planorbidae (Gray, 1840) e 3 de *Hemisinus kochi* (Bernardi, 1856), da família Thiaridae, em Morada Nova (Figura 23, Estampa 14); e 74 espécimes atribuídos ao gênero *Onobops* (família Cochliopidae). Destes, 72 foram registrados em Aquidabã, e somente 2 em Morada Nova (Estampa 11, F e G).

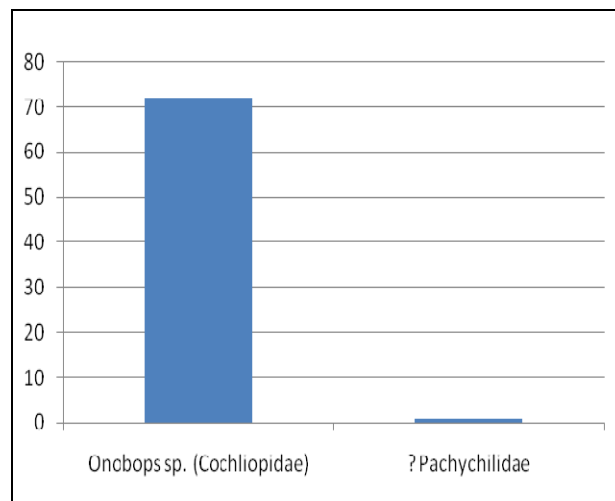


Figura 22.- Abundância dos táxons identificados em Aquidabã.



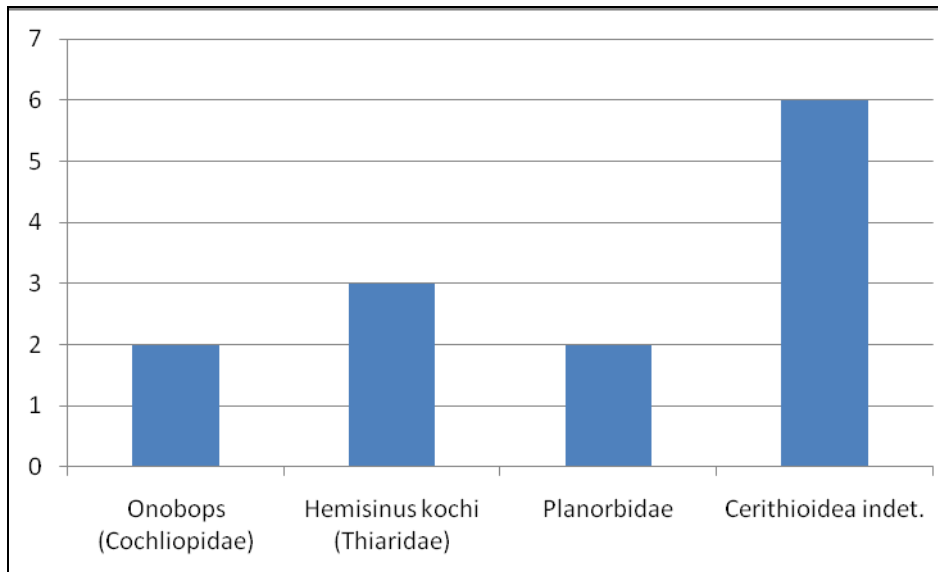


Figura 23- Abundância dos táxons identificados em Morada Nova.

Os representantes atribuídos a família Pachychilidae lembram formas de *Sheppardiconcha* descritas por Nuttall (1990) e Wesselingh (2006a), da Coleção Weeda, oriundos das camadas La Tagua (Colômbia). Contudo, o estado fragmentário do material não permite atribuir com precisão tais identificações, gerando uma possível identificação a nível de família.

Os espécimes da família Thiaridae de Morada Nova resguardam várias semelhanças com representantes pebasianos da espécie *Hemisinus kochi* (família Thiaridae), oriundos de Iquitos (Peru) e Porvenir (Peru), e estudados por Nuttall (1990) e Wesselingh (2006a), sendo assim atribuídos a mesma.

Em se tratando dos representantes identificados no presente trabalho como sendo do gênero *Onobops* (Estampa 11, F e G), sua morfologia se assemelha tanto com as de espécimes miocênicos de *Onobops minissimus* Wesselingh (2006a), coletados na localidade Santo Tomas (Peru), quanto com as de espécimes recentes de *Heleobia guaranítica* Doering (1884), registrados por Hershler & Thompson (1992) e Martin & Negrete (2006), sendo este táxon característico da bacia do Paraná. Contudo, tendo em vista a localização geográfica e temporal *H. guaranítica*, bem como as variações morfológicas observadas, os espécimes do presente trabalho foram atribuídos ao gênero *Onobops*, espécie *Onobops* sp.

Os gastrópodes identificados nos afloramentos diferem dos encontrados no testemunho 1 AS 34-AM, com exceção de alguns espécimes que, possivelmente, pertencem a um outro gênero da família Cochliopidae. O gênero *Tryonia*, embora abundante no testemunho, não ocorre nos afloramentos.

## 10.2 ASPECTOS SISTEMÁTICOS

### 10.2.1 Gênero *Tryonia* (Stimpson, 1865)

**Espécie tipo:** *Tryonia clathrata* STIMPSON, 1865

#### **Diagnose (para representantes do Sistema Pebas)<sup>3</sup>**

Concha pequena, alongada com ornamentação axial bem desenvolvida, embora alguns espécimes desenvolvam uma ornamentação reticulada ou quase lisa. Protoconcha 2 bulbosa, com suturas muito profundas. Presença de ornamentação espiral logo após o limite protoconcha – teleoconcha (este último entre 1,3-2,1 voltas), que geralmente desaparece nas voltas posteriores da teleoconcha. Abertura oval, adnata ou separada da margem parietal.

#### **Discussão:**

No presente trabalho, uma vez que os espécimes são fósseis e conseqüentemente as partes moles são ausentes, o estudo taxonômico se restringe à morfologia das partes duras, tendo como base a diagnose de Wesselingh (2006a), conforme apresentada acima.

Diferente do que está descrito na diagnose de *Tryonia* estabelecida por Wesselingh (2006a), todos os espécimes do gênero estudados no presente trabalho apresentam ornamentação axial bem marcada. Além disso, o limite protoconcha-teleoconcha pode atingir até 2,3 voltas nos espécimes do testemunho 1AS-34-AM, diferindo do padrão de 2,1 voltas anteriormente citado.

### 10.2.2 Descrição das espécies

O estudo detalhado das estruturas morfológicas da concha dos espécimes estudados permitiu identificar a presença da espécie *Tryonia scalarioides scalarioides* (Etheridge, 1879), além de três outras espécies do gênero *Tryonia*, que permanecem, preliminarmente, em nomenclatura aberta devido a falta de material disponível para uma identificação mais precisa.

Classe GASTROPODA Cuvier, 1797

Subclasse ORTHOGASTROPODA Ponder & Lindberg, 1996

Infraclasse APOGASTROPODA Salvini-Plawen & Haszprunar, 1987

Superordem CAENOGASTROPODA Cox, 1959

Ordem SORBEOCONCHA Ponder & Lindberg, 1997

---

<sup>3</sup> Diagnose referente às partes duras estabelecida por Wesselingh (2006a) para o gênero *Tryonia*.

Subordem HYPHOGASTROPODA Ponder & Lindberg, 1997  
 Infraordem LITTORINIMORPHA Golikov & Starobogatov, 1975  
 Superfamília RISSOOIDEA Gray, 1847  
 Família COCHLIOPIDAE Tryon, 1866  
 Gênero *Tryonia* Stimpson, 1865

*Tryonia scalarioides scalarioides* (Etheridge, 1879)

Estampas 1-6

**Espécie tipo:** *Melania scalarioides* Etheridge, 1879.

**Material:** 39 exemplares.

**Material figurado:** 10 exemplares. MPEG L1; MPEG L4 a MPEG L7; MPEG L12; MPEG L14 e MPEG L15; MPEG L17; MPEG L24;

**Procedência:** perfuração 1AS-34-AM (profundidade: 121,49m-130,85m). Leste do rio Jutai (5°37'00''S; 69°10'00''W), estado do Amazonas, Brasil.

**Dimensões:** MPEG L1: A: 1,32mm; L: 0,96mm; Aab: 0,54mm; Lab.: 0,48mm. 3,8 voltas. MPEG L4: A: 1,38mm; L: 0,84mm; Aab: 0,54mm; Lab: 0,42mm; 3,75 voltas. MPEG L5: A: 1,44mm; L: 0,84mm; Aab: 0,42mm; Lab: 0,36mm; 3,75 voltas. MPEG L6: A: 1,56mm; L: 1,26mm; Aab: 0,54mm; Lab: 0,36mm; 4 voltas. MPEG L7: A 1,32mm; L 0,78mm; A.ab.: 0,48mm; L.ab.: 0,3mm; 3,75 voltas; MPEG L12: A.: 2,04mm; L. 1,2mm; Aab: 0,6mm; Lab: 0,48mm; 4,7 voltas; MPEG L14: A: 1,74mm; L: 1,02mm; Abertura: fragmentada; 4,3 voltas; MPEG L15: A: 2,64mm; L: 1,2mm; Aab: Lábio basal fragmentado; Lab: 0,48mm; 5,8 voltas; MPEG L17: A: 4,08mm; L: 1,62mm; Aab: 0,84mm; Lab: 0,72mm; 6,6 voltas; MPEG L24: A: 3,42mm; L: 1,38mm; Aab: 0,72mm; Lab: 0,6mm; 6,3 voltas.

**Discussão:**

Os espécimes do presente trabalho se assemelham a *T.s. scalarioides* de descritos por Nuttall (1990), embora apresente algumas diferenças. O exemplar MPEG L24, identificado no presente estudo, apresenta ornamentação espiral em toda a concha, enquanto que *L. scalarioides* somente em voltas intermediárias; em relação ao número de costelas, estas

também variam de 14-25 costelas axiais em *T.s.scalarioides* de Nuttall (1990) para 14-32 costelas axiais nos espécimes do 1AS-34-AM. Além disso, ao contrário do material descrito pelo autor anteriomene citado, a ornamentação espiral dos espécimes do presente trabalho nem sempre surgem com as carenas, e a axial nem sempre atinge as suturas abapicais.

Ainda, o espécime MPEG L27 do presente trabalho é muito semelhante aos espécimes de *T.s.scalarioides* de Nuttall (1990), embora alguns exemplares figurados pelo autor (GG21561, GG21563 e GG21562) possuam os ombros nas voltas intermediárias menos desenvolvidos em relação ao MPEG-L27. Além disso, as costelas axiais nas voltas intermerdiárias dos espécimes de Nuttall (1990) são mais próximas umas das outras e, conseqüentemente, mais numerosas em relação ao MPEG L27.

Os espécimens do presente estudo, sobretudo MPEG L24, também se assemelham à *T.s.scalarioides* de Wesselingh (2006a), identificada nas localidades de Macedonia (Colômbia) e Santa Elena (Peru), embora difiram no número de costelas axiais, o qual é maior nos espécimes aqui estudados.

Além disso, os espécimes do presente estudo assemelham-se aos exemplares de Costa (1980), mais especificamente, com o espécime tombado como MP-I-6279/32, devido a presença de uma carena (“cinturão carenado” segundo a autora) no meio das voltas. No entanto, pôde-se observar que a carena do espécime MP-I-6279/32 atinge um número maior de voltas (de 2 a 4 voltas) do que os espécimes do presente trabalho (de 2 a 3 voltas), as quais se concentram somente nas primeiras voltas da teleoconcha. Além disso, o espécime MP-I-6279/32 apresenta uma abertura com as bordas adapical e abapical subanguladas a anguladas, ao passo que os espécimes descritos aqui apresentam as bordas mais circulares. Ainda, *T.s.scalarioides* de Costa (1980, 1981) não apresenta nem na diagnose e nem nas descrições ornamentação espiral abaixo das carenas, diferindo dos espécimens aqui estudados e identificados.

*Tryonia* sp.1

Estampa 7;10

**Material:** 2 exemplares.

**Material figurado:** 2 exemplares. MPEG L36 e MPEG L37.

**Procedência:** perfuração 1AS-34-AM (profundidade: 113,8m – 115m). Leste do rio Jutai (5°37'00''S; 69°10'00''W), estado do Amazonas, Brasil.

**Diagnose:** concha cônico-alongada, pequena. Ornamentação axial fortemente marcada. Ausência de ornamentação espiral. Suturas fortemente impressas.

**Descrição:** concha cônica, alongada, pequena. Contorno convexo. Sutura levemente a fortemente reentrante. Protoconcha bulbosa, lisa, com no máximo 2,3 voltas. Limite protoconcha-teleoconcha delimitado por uma escultura axial pouco marcada. Escultura axial composta de costelas ortóclinas a ligeiramente prosóclinas ou opistóclinas, variando de 10 a 20 por volta, mais espaçadas e fortes na volta do corpo em relação às costelas das voltas da espira, e separadas por um inter-espaços côncavos. Volta do corpo pode ou não ser mais globosa em relação às voltas da espira. Abertura subcircular, margem abapical do peristômio curva a subangulada, margem adapical subangulada a angulada; lábio externo delgado a ligeiramente espessado; lábio interno delgado ou espessado; lábio basal levemente projetado. Umbílico imperfurado.

**Dimensões:** MPEG L36. A: 3,06mm; L: 1,2mm; Aab: 0,72mm; Lab: 0,66mm; 5,25 voltas; MPEG L37. A: 3,3mm; L: 1,44mm; Aab: 1,02mm; Lab: 0,42mm; 5 voltas;

**Discussão:**

O espécime MP-I-6279/30 de Costa (1980) apresenta uma série de semelhanças com MPEG L37 do presente trabalho, embora, este último, apresente um número um pouco maior de costelas axiais.

*Tryonia* sp. 1 também se assemelha à *Tryonia nuttalli* Wesselingh (2006a), oriundos da localidade Michana (Peru) embora *T. nuttalli* apresente rampas subsuturais mais bem desenvolvidas. Além disso, *T. nuttalli* apresenta de duas a três costelas espirais nas voltas intermediárias, ao passo que em *Tryonia* sp.1 não apresenta ornamentação espiral. Além disto, a protoconcha de *T. nuttalli* apresenta no máximo 1,7 voltas, a passo que em *Tryonia* sp.1 a protoconcha pode atingir até 2,3 voltas. Por último, *T. nuttalli* de Wesselingh (2006a) apresenta aberturas cujas margens são delgadas, ao passo que nos espécimes MPEG L36 e MPEG L37 de *Tryonia* sp.1, tais margens são ligeiramente mais espessas.

*Tryonia* sp. 2

Estampa 8;10

**Material:** 11 exemplares.

**Material figurado:** 5 exemplares. MPEG L39 a MPEG L41; MPEG L43 e MPEG L48.

**Procedência:** perfuração 1AS-34-AM (profundidade: 121,09m). Leste do rio Jutai (5°37'00''S; 69°10'00''W), estado do Amazonas, Brasil.

**Diagnose:** concha cônico-alongada, pequena. Ornamentação axial moderadamente marcada, ligeiramente prosóclina, com linha espiral delgada pouco marcada que corta a mesma nas voltas intermediárias. Contorno ligeiramente convexo.

**Descrição:** concha cônica, alongada, pequena. Contorno convexo. Sutura: levemente a fortemente reentrante. Protoconcha bulbosa, lisa, com no máximo 2,3 voltas. Limite protoconcha-teleoconcha pouco definido, caracterizado pela presença de uma escultura axial pouco marcada. Escultura espiral atravessa voltas intermediárias da concha. Escultura axial composta de costelas ligeiramente prosóclinas, variando de 11 a 20 por volta, mais espaçadas e salientes na volta do corpo em relação às costelas das voltas da espira, e separadas por inter-espaços côncavos pouco profundos. Volta do corpo ligeiramente mais globosa em relação às voltas da espira. Abertura subcircular, margem abapical do peristômio curva, margem adapical curva a subangulada; lábio externo delgado, assim como o lábio interno. Umbílico imperfurado (na maioria das amostras) ou estreito, apresentando-se como um orifício superficial.

**Dimensões:** MPEG L39. A: 3,06mm; L: 1,32mm; Aab: 0,78mm; Lab: 0,6mm, 5,1 voltas. MPEG L40: A: 3mm; L: 1,32mm; Aab: 0,84mm; Lab: 0,6mm; 5,75 voltas. MPEG L41: A: 3,36mm; L: 1,44mm; Aab: 0,78mm; Lab: 0,6mm; 5 voltas. MPEG L43: A: 2,28mm; L: 1,2mm; Abertura fragmentada, logo não será medida; 4,2 voltas. MPEG L48: A: 2,16mm; L: 1,14mm; Aab: 0,54mm; Lab: 0,48mm; 4 voltas.

**Discussão:**

Os espécimes aqui atribuídos a *Tryonia* sp. 2 são semelhantes aos espécimes GG21561, GG21563 e GG21562 de *Tryonia scalarioides*, figurados por Nuttall (1990), entretanto, a ornamentação axial destes espécimes tende a ser mais marcada, do que em *Tryonia* sp. 2. Além disso, o contorno das conchas desses três espécimes descritos por Nuttall (1990) é mais convexo, e as suturas são um pouco mais profundas, de modo que as voltas adquirem um formato mais achatado quando comparados ao padrão de *Tryonia* sp.2.

*Tryonia* sp. 2 também é semelhante à *Tryonia minuscula* de Wesselingh (2006a), embora as costelas axiais de *Tryonia* sp.2 sejam mais afastadas e, por conseguinte, menos numerosas do que em *T. minúscula*.

*Tryonia* sp.3

Estampa 9;10

**Material:** 3 exemplares. MPEG L50 a MPEG L52;

**Material figurado:** 2 exemplares. MPEG L51 a MPEG L52;

**Procedência:** perfuração 1AS-34-AM (profundidade: 113,8m - 115,3m). Leste do rio Jutai (5°37'00''S; 69°10'00''W), estado do Amazonas, Brasil.

**Diagnose:** Concha cônica, alongada, pequena. Ornamentação axial fortemente marcada, ortóclina a ligeiramente prosóclina, com uma linha espiral bem marcada que delimita as costelas axiais em voltas intermediárias. Contorno ligeiramente convexo.

**Descrição:** concha cônica, alongada, pequena. Contorno convexo. Sutura moderado a fortemente reentrante. Protoconcha bulbosa, lisa, com no máximo 1,5 voltas. Limite protoconcha-teleoconcha marcado pela presença de uma escultura espiral nas primeiras voltas da concha, delimitando as costelas axiais nesse intervalo. Escultura axial composta de costelas ortóclinas a ligeiramente prosóclinas, variando de 14 a 22 por volta; costelas axiais da volta do corpo mais espaçadas e marcadas em relação as das voltas da espira, e separadas por um inter-espaços côncavos. Volta do corpo ligeiramente a amplamente mais globosa em relação às voltas da espira. Abertura subcircular, margem adapical do peristômio angulada,

margem abapical circular. Lábio externo delgado assim como o lábio interno; lábio basal levemente projetado para baixo. Umbílico imperfurado.

**Dimensões:** MPEG L51. A: 3,48mm; L: 1,68mm; Aab: 1,02mm; Lab: 0,84mm; 5,6 voltas; MPEG L52. A: 1,38mm; L: 0,96mm; Aab: 0,54mm; Lab: 0,42mm; 3,6 voltas.

**Discussão:**

*Tryonia* sp.3 é muito semelhante à *Tryonia* sp.1 do presente trabalho, embora difiram na ornamentação espiral, a qual é ausente na última.

A espécie *Tryonia* sp.3 assemelha-se, também, a espécie *Tryonia* sp., descrita por Nuttall (1990: fig. 149-153), entretanto, o mal de estado de preservação dos espécimes figurados pelo autor impossibilita resultados mais precisos.

### 10.3 DISTRIBUIÇÃO PALEOBIOGEOGRÁFICA E PALEOAMBIENTAL DO GÊNERO

*Tryonia* Stimpson, 1865

#### 10.3.1 Paleobiogeografia

O gênero *Tryonia* é um representante da Família Cochliopidae, que possui atualmente 18 espécies viventes registradas. Restringe-se, principalmente, a América do Norte (Figura 24), sobretudo no sudoeste do continente, embora registros na América Central também sejam observados (Tate 1870, Hershler 2001). Sua ocorrência maior se dá nos estados da Califórnia, Nevada, Arizona, Novo México e Texas, nos EUA (Hershler & Thompson 1987, Hershler *et al.* 1999a).



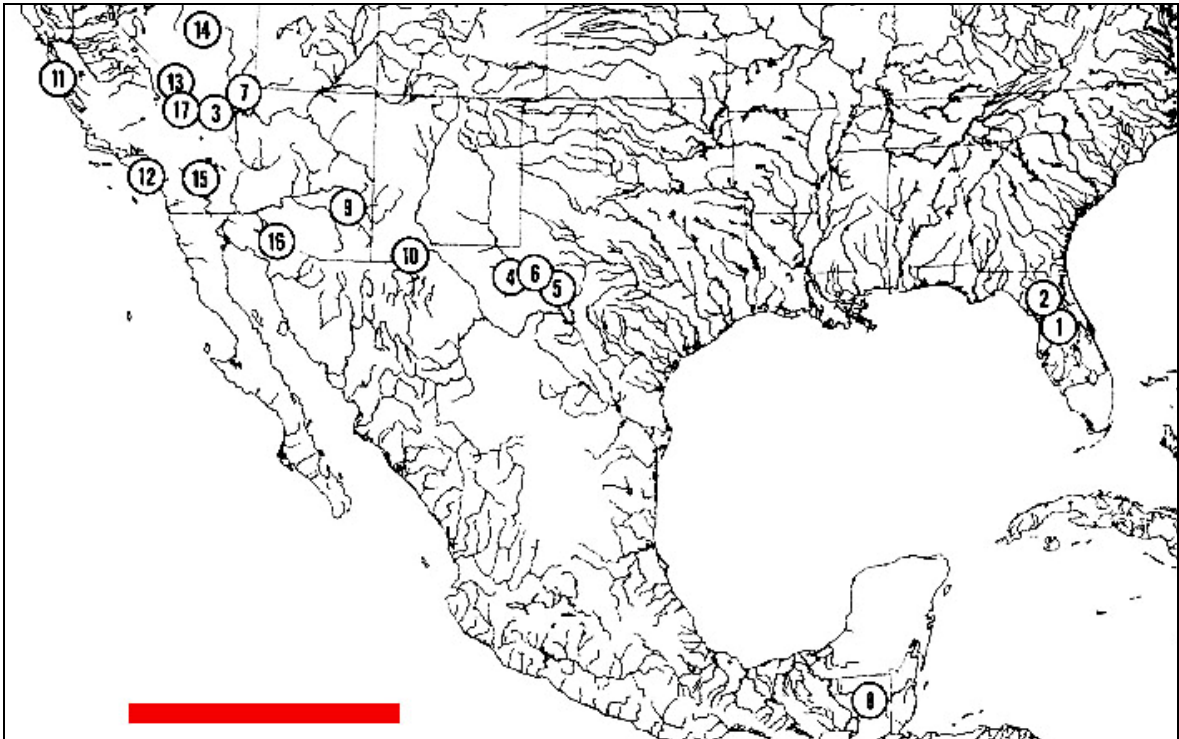


Figura 24 - Mapa com a localização das espécies recentes do gênero *Tryonia*. **1** Lago Panasoffkee, Florida (*T. aequicostata*); **2** Drenagem do rio Oklawaha, Florida (*T. aequicostata*); **3** Drenagem superior do rio Amargosa, Nevada (*T. angulata*, *T. elata*, *T. ericae*, *T. variegata*); **4** Lago “Fantasma” ou “Phantom Lake”, Texas (*T. cheatumi*); **5** depósitos do Pleistoceno Superior, drenagem do rio Pecos, Texas (*T. circumstriata*); **6** drenagem do rio Pecos, Texas (*T. circumstriata*); **7** drenagem do Rio Branco ou “White River”, Nevada (*T. clathrata*); **8** Lago Peten Itza, Peten, Guatemala (*T. exigua*); **9** Drenagem do Rio Gila, Arizona (*T. gilae*); **10** Chihuahua, Mexico (*T. hertleini*); **11** drenagem costeira, Santa Cruz, California (*T. imitator*); **12** Depósitos do Pleistoceno, San Pedro, California (*T. imitator*); **13** Drenagem inferior do rio Amargosa, California (*T. margae*, *T. rowlandsi*); **14** Vale Monitor ou “Monitor Valley”, Nevada (*T. monitorae*); **15** bacia Salton Sea (*T. porrecta*); Drenagem do rio Sonoyta, Arizona (*T. quitobaquitae*); **17** Drenagem inferior do rio Amargosa, California (*T. salina*). Escala: 500km. Fonte: modificado de Hershler (2001).

O registro mais antigo do gênero data do Mioceno (Hershler *et al.* 1999a b, Wesselingh 2006a). Na América do Norte, o gênero foi registrado nas seguintes unidades: na Formação Mint Canyon, do Mioceno Médio-Superior, representado pela espécie *Tryonia imitator* (Pilsbry, 1899) e na Formação Plio-pleistocênica Tulare, no estado da Califórnia, EUA (Hershler *et al.* 1999a). Com relação às localidades não confirmadas temos as sequências miocênicas das Montanhas Whipple, bem como a Formação pliocênica Copper Canyon. Para esta última, Drewes *et al.* (apud Hershler *et al.* 1999a) diagnosticou os gastrópodes como supostos hydrobiídeos que, para Hershler *et al.* (1999a), podem pertencer ao gênero *Tryonia*. Ambas as unidades estão situadas no Sistema “Death Valley” (Vale da Morte), nos estados da Califórnia e Nevada, EUA.

Na América Central, *Tryonia* tem registro na Guatemala desde o Plioceno (*Tryonia spiralistriata* Wesselingh, 1996) ao Recente *T. exigua* Morelet, 1851 (Wesselingh *et al.* 1999, Hershler 2001).

Na América do Sul, os primeiros estudos sobre o gênero *Tryonia* datam do séc. XIX, porém com variadas denominações, tais como: *Turbonilla*, para a espécie *Turbonilla minuscula* (Gabb 1869); *Melania*, para a espécie *Melania scalarioides* (Etheridge 1869, Roxo 1924); *Liris* (Conrad 1871, Costa 1980, 1981, Nuttall 1990). Estudos mais recentes, desenvolvidos por Wesselingh (2006a) e no presente trabalho, tratam acerca da ocorrência de *Tryonia* no Neógeno sul-americano, re-estruturando a sistemática do mesmo. Além das espécies que até hoje permanecem em nomenclatura aberta, pelo menos 5 já foram identificadas no “Sistema Pebas”: *T. minuscula* (Gabb, 1869), *T. aciculares* (Nuttall, 1990), *T. scalarioides scalarioides* (Etheridge, 1879), *T. s. tuberculata* (de Greve, 1838), *T. semituberculata* (Nuttall, 1990) e *T. nuttalli* (Wesselingh, 2006a). Fora do sistema, é possível observar a presença da espécie *Tryonia vivasi* (Wesselingh & Macsotay, 2006), da Formação miocênica Cumaca, situada na bacia Tuy (Venezuela).

Conforme Wesselingh (2006a), o gênero *Tryonia* ocorre no Noroeste da América do Sul (Amazônia Ocidental), do Mioceno ao Plioceno, na América Central, do Plioceno ao Recente e no Sudoeste da América do Norte do Mioceno ao Recente (Figura 25).

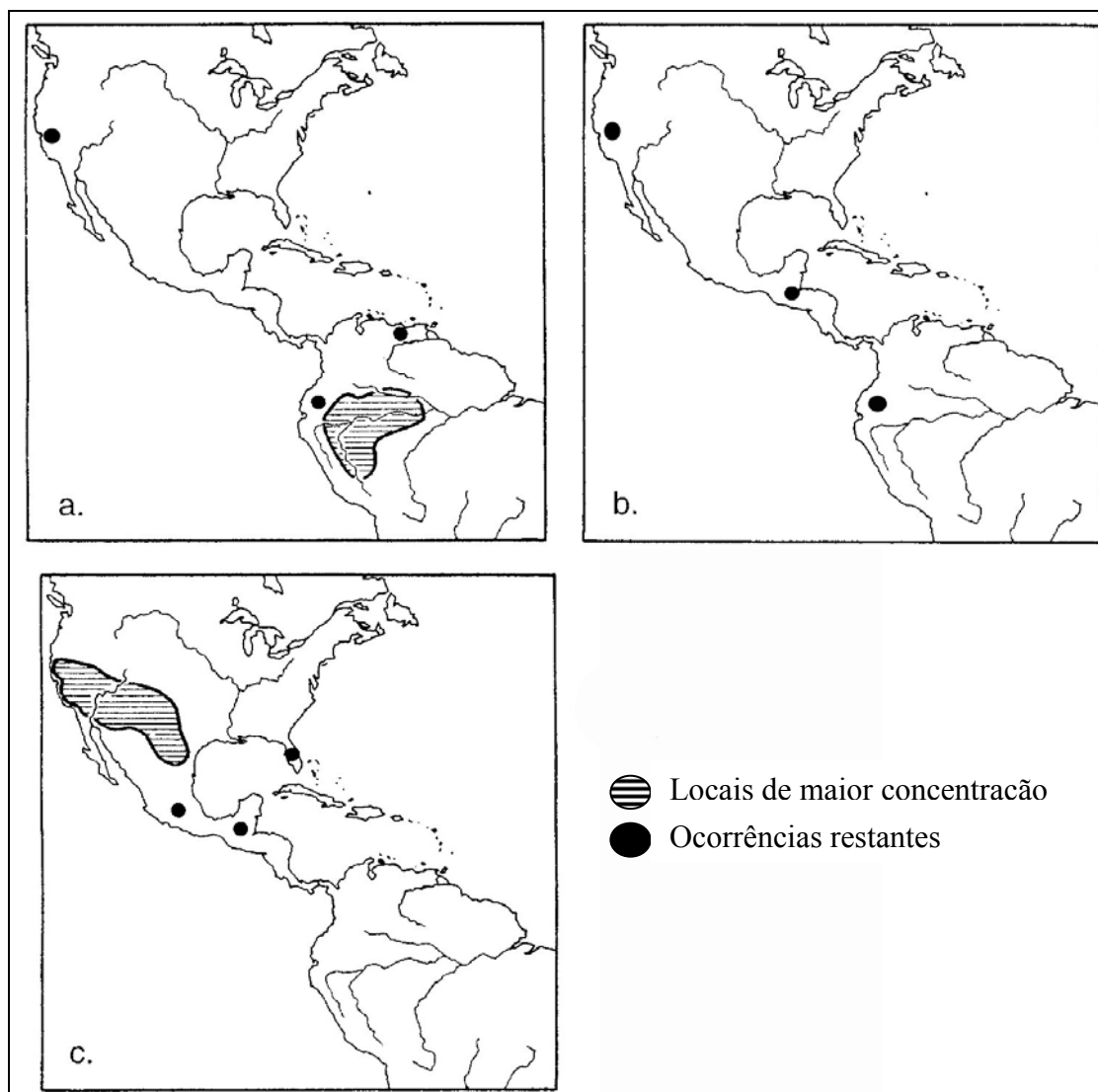


Figura 25- Registros do gênero *Tryonia* durante: a- Mioceno; b- Plioceno; c- Quaternário-Recente. Fonte: modificado de Wesselingh *et. al.* (1999).

A ocorrência do gênero *Tryonia* no testemunho estudado permitiu estender sua distribuição paleobiogeográfica para o sul do estado do Amazonas, bem como da subespécie *Tryonia scalarioides scalarioides* e correlacionar a área de estudo com outras localidades do “Sistema Pebas”, no Brasil, Peru e Colômbia (Figura 26).

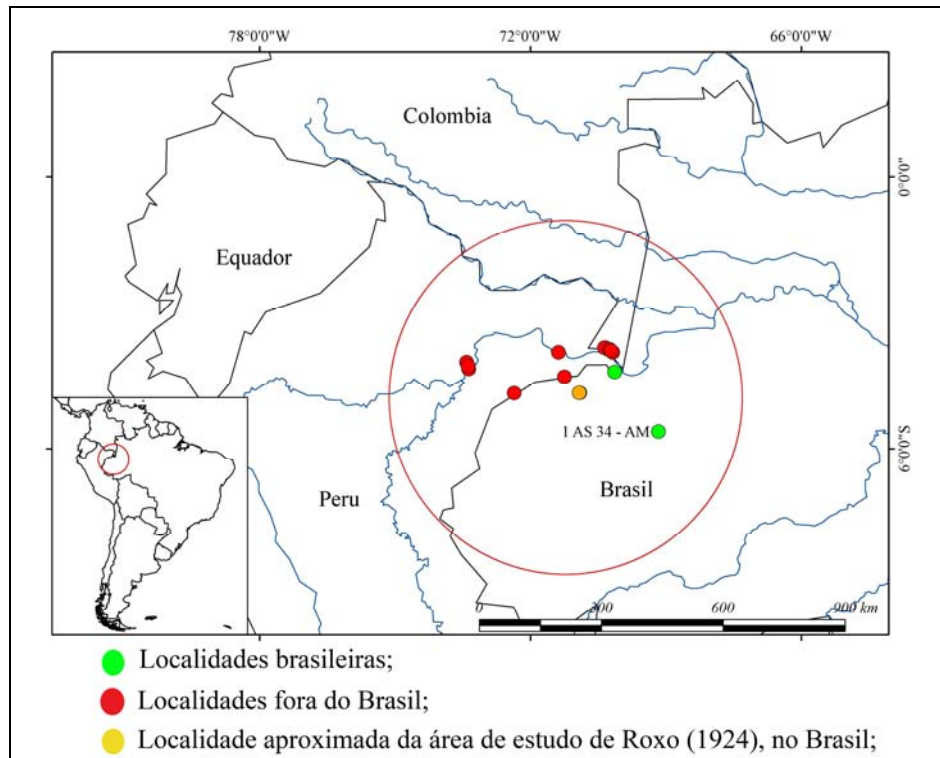


Figura 26 - Distribuição da subespécie *Tryonia scalarioides scalarioides*.  
 Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Em se tratando da família Thiaridae, sua distribuição é ampla (Figura 27), sendo registrada na região Paleártica, Neotropical, Etiópica, Oriental, Australásia, bem como em arquipélagos do oceano Pacífico (Strong *et al* 2008).

A família Pachychilidae está bem distribuída nas regiões Neotropical, Etiópica, Oriental e Australásia (Strong *et al* 2008). A família Planorbidae se estende por todas as regiões ocupadas pela família Thiaridae, mais a região Neártica (Figura 27).

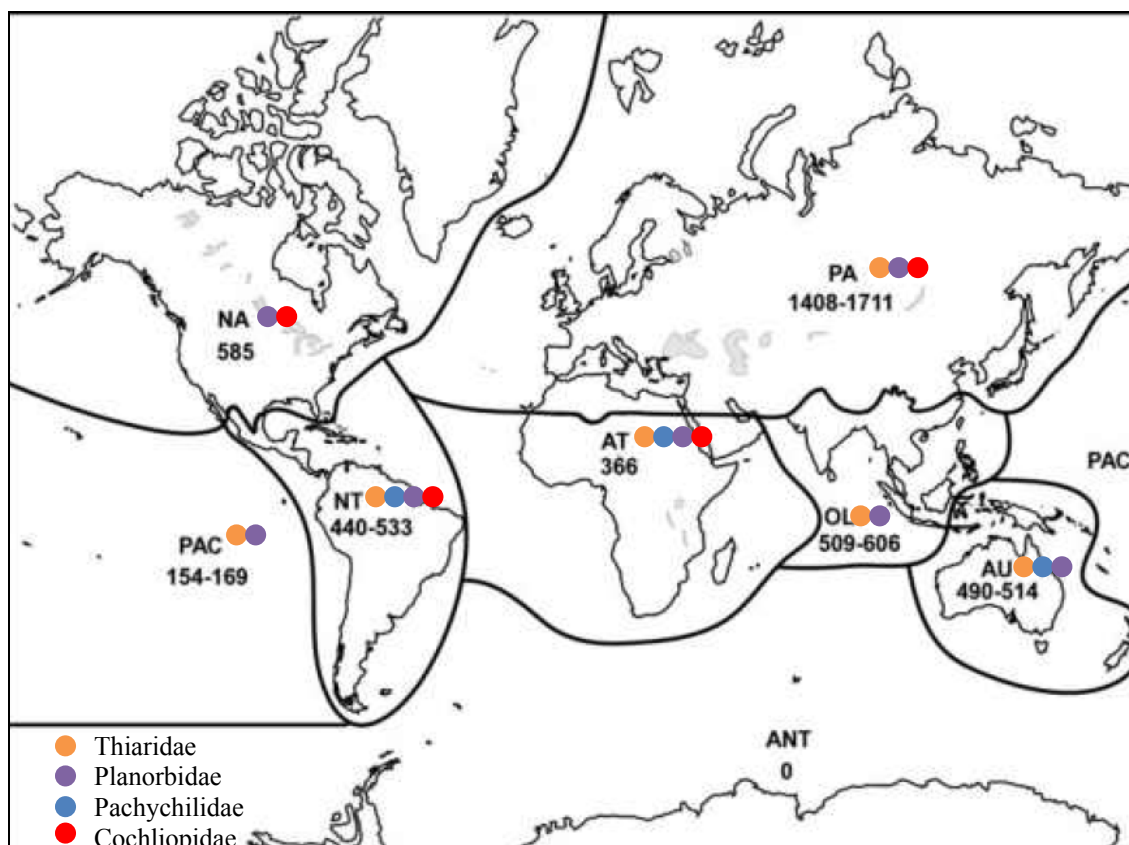


Figura 27 - Mapa esquemático com as regiões zoogeográficas ocupadas pelas famílias Cochliopidae, Thiaridae, Planorbidae e Pachychilidae. PA: Região Paleártica; NA- Região Neártica; NT: Neotrópico; AT: Região Afro-tropical ou Etiópica; OL: Oriente; AU: Australasia; PAC- Ilhas do oceano Pacífico; ANT: Região da Antártida. Os números abaixo das regiões indicam o número aproximado de espécies dulcícolas que cada delas uma apresenta. Fonte: modificado de Strong *et al* (2008).

### 10.3.2 Paleoambiente

Certas espécies de *Tryonia* são capazes de tolerar amplas variações de salinidade (Nuttall 1990, Wesselingh *et al.* 1999, Hershler *et al.* 1999b), a exemplo das recentes nós temos a própria *T. imitator*, assim como *T. salina* (Hershler, 1899) e *T. aequicostata* (Pilsbry, 1890).

Os gastrópodes da perfuração analisada ocorrem em sedimentos predominantemente argilosos. Segundo Wesselingh & Macsotay (2006), Latrubesse *et al* (2007) e Latrubesse *et al* (2010) camadas argilosas ou com intercalação argila e silte são bem registrados em ambientes fluviais ou lacustres. Considerando a granulometria do sedimento presente nos níveis estudados, é possível que o paleoambiente presente fosse de baixa energia, sendo condizente com a presença do gênero *Tryonia* na unidade.

Também foi possível observar a presença de representantes da família Thiaridae entre os níveis 113,1 e 130,45m da perfuração. Tal família é predominantemente dulcícola e oligohalina (Van Damme & Pickford 2003), característica de zonas tropicais e subtropicais (Simone 2001).

Diante disso, infere-se que o intervalo analisado da área de estudo seja de baixa salinidade e de baixa energia. Contudo, faz-se necessária a análise isotópica para um resultado mais preciso.

Dentre as famílias presentes nos afloramentos, foram identificados representantes das famílias Planorbidae, Cochliopidae, Thiaridae e Pachychilidae, conforme mencionado anteriormente. A primeira é característica de ambientes dulcícolas, lacustres, pantanosos e com as mais variadas extensões, distribuindo-se em todos os continentes (Baker 1945). Em se tratando de Pachychilidae, seus representantes são predominantemente dulcícolas e pantropicais (Köhler & Glaubrecht 2002, Wesselingh *et al* 2002), característicos de rios, córregos e ambientes lacustres (Strong *et al* 2008), o que também reforça a presença de um ambiente de baixa salinidade nos afloramentos.

Ao contrário do que ocorre com o testemunho 1 AS 34-AM, o conteúdo fossilífero de Morada Nova está concentrado em camada areno-siltosa pouco espessa, sobre e sotoposta a camadas de argila, gerando o que Paz *et al* (no prelo) designou como Associação de fácies 3. Tais características indicam que o ambiente dos afloramentos apresentava um potencial mais energético em relação a perfuração, o que pode ter influenciado em uma menor abundância de gastrópodes nos mesmos. Segundo Paz *et al* (no prelo), é possível que Morada Nova fosse marcada pela presença de depósito de inundação, com eventuais ciclos de correnteza e abandono de canal.

O contexto de Aquidabã é praticamente o mesmo de Morada Nova, apresentando camadas alternadas de areia e argila pouco espessas, e com gastrópodes ocorrendo em camada predominantemente arenosa.

#### 10.4 DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS GASTROPODA NA ÁREA DE ESTUDO E POSSÍVEIS CORRELAÇÕES

Conforme dito anteriormente, a análise de gastrópodes nas amostras estudadas permitiu verificar que estes são mais abundantes no testemunho 1 AS 34-AM do que nos afloramentos. No testemunho os espécimes gastrópodes foram registrados no intervalo de 113,1 a 130,85m da perfuração (amostras 113,1m; 113,8m; 115m; 115,3m; 121,09m;

122,49m e 130,85m, Figura 28) sendo que 55 exemplares são representantes do gênero *Tryonia*.

Embora o gênero *Tryonia* ocorra nos níveis citados, a distribuição de suas espécies varia ao longo do testemunho. A subespécie *T.s.scalaroides* ocorre no intervalo 130,85 - 121,49m; *Tryonia* sp.2 a 121,49m; *Tryonia* sp.3 (115,3 - 113,8m) e *Tryonia* sp.1 (115 - 113,8m) ocorrem praticamente no mesmo intervalo.

Foi possível observar que os exemplares de *Tryonia*, bem como a malacofauna como um todo, ocorre em pacotes predominantemente argilosos, o que fortalece a presença de uma ambiente predominantemente lacustre e de baixa energia, conforme foi mencionado anteriormente.

As famílias Thiaridae e Cochliopidae, incluindo o gênero *Dyris*, ocorrem em todos os níveis da perfuração com registros de gastrópodes (Figura 28).

Em Morada Nova, foram observados gastrópodes nas amostras MN-2 a MN-5 do Ponto 3, sendo que os representantes de *Hemisinus kochi* foram registrados nas amostras MN2 e MN5, a família Planorbidae foi registrada no nível MN4 (Figura 29), e *Onobops* sp. nas amostras MN4 e MN5. Estas, por sua vez, estão posicionadas em camadas de areia, sugerindo a presença de águas mais agitadas, diferente do intervalo do testemunho anteriormente citado.

Em Aquidabã, os gastrópodes são restritos ao “Nível superior” do afloramento, ocorrendo em camada arenosa, como em Morada Nova, nos níveis AQ-53 e 54, sendo que a família ?Pachychilidae foi registrada no nível 53, ao passo que *Onobops* sp. foi registrado em sua maioria no nível 54, com apenas dois espécimes no 53 (Figura 30).



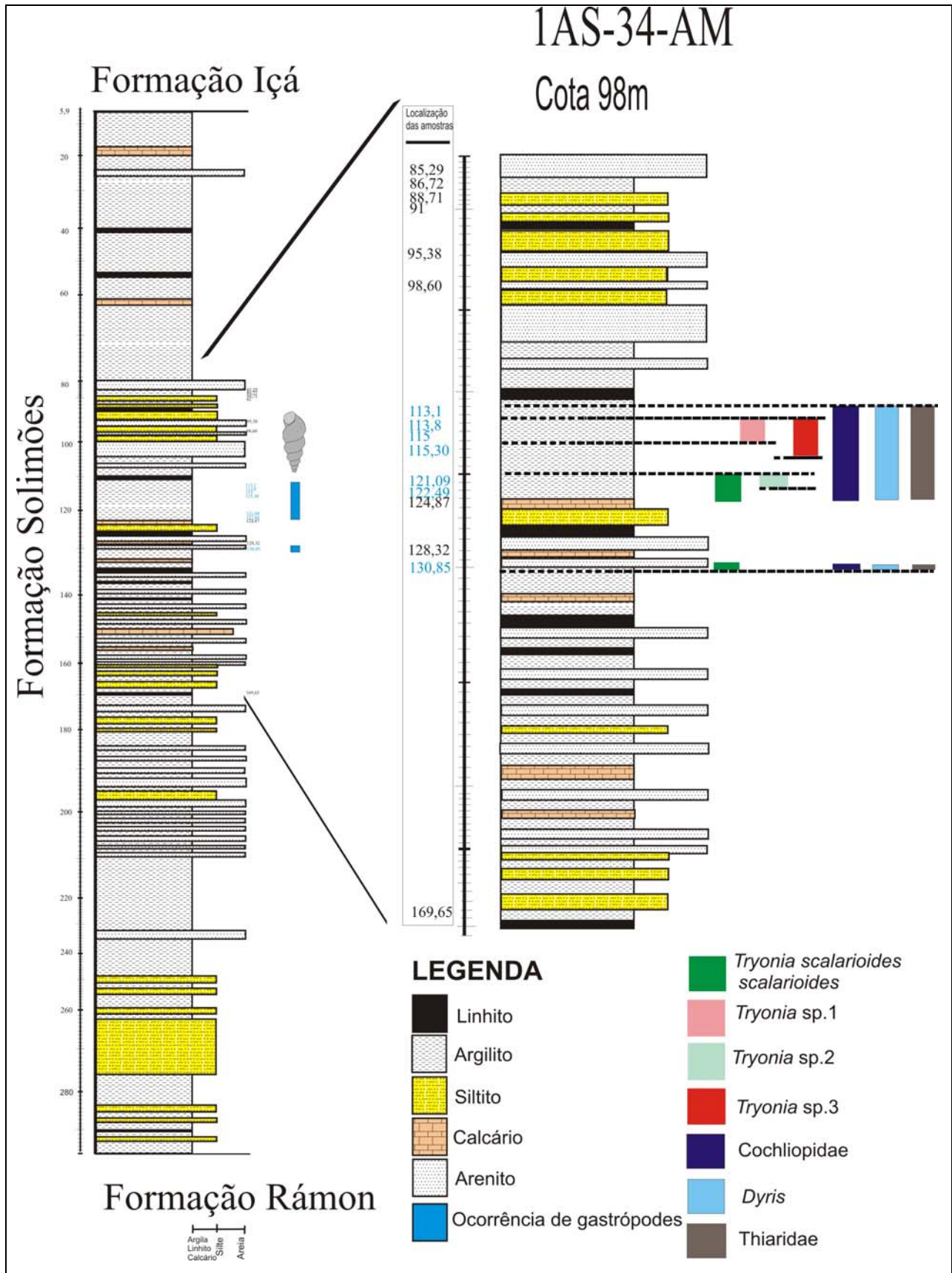


Figura 28 - Perfil estratigráfico da perfuração 1AS-34-AM. Em destaque, seção com ocorrência de gastrópodes, bem como táxons citados anteriormente.



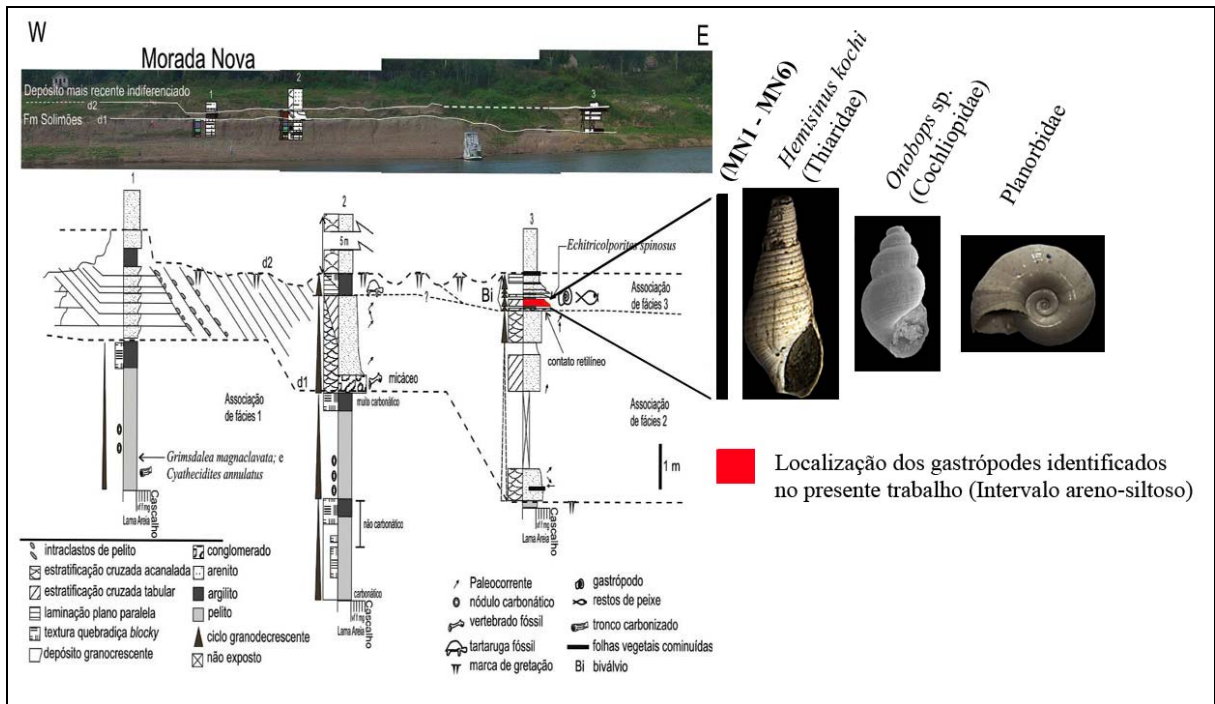


Figura 29 – Afloramento Morada Nova, com a distribuição estratigráfica dos respectivos táxons identificados. Fonte: modificado de Paz (no prelo).

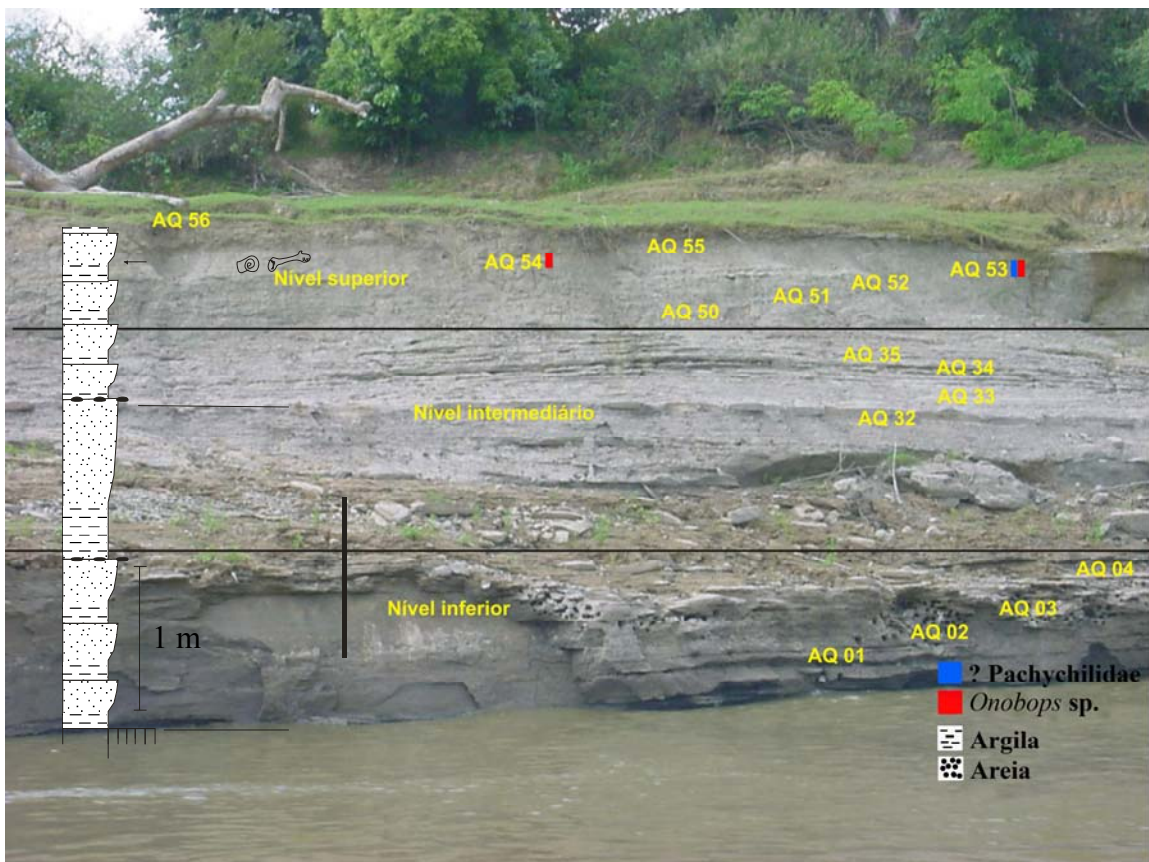


Figura 30 - Afloramento Aquidabã com os respectivos táxons identificados.

O registro da subespécie *T. s. scalarioides* no intervalo 130,85 – 121,49m, do testemunho 1AS-34-AM, permitiu estabelecer correlação, pelo menos em parte, da área de estudo com as biozonas do intervalo MZ8 a MZ12 definidas por Wesselingh (2006e), bem como com a biozona *Grimsdalea* definida por Hoorn (1993) para outras localidades já estudadas no Peru, Colômbia e Brasil, datadas como do final do Mioceno Médio-início do Mioceno Superior (Figura 31), em um intervalo aproximado de 12 a 9 milhões de anos.

O registro da espécie *Hemisinus kochi* nos níveis MN2 e MN5 de Morada Nova possibilitou uma possível correlação com a biozona 8 de Wesselingh (2006a), uma vez que a espécie citada é restrita a essa biozona (Figura 31) que, por sua vez, corresponde ao Mioceno Médio, aproximadamente 12 milhões de anos.

Tendo em vista que *T.s.scalarioides* e *H. kochi* atingem a biozona 8, é provável que o testemunho 1 AS 34-AM e o afloramento Morada Nova fossem, pelo menos em parte, contemporâneos. Contudo, faz-se necessária a identificação taxonômica específica de um maior número de táxons gastrópodes presentes em ambas as áreas de estudo para um resultado mais preciso.

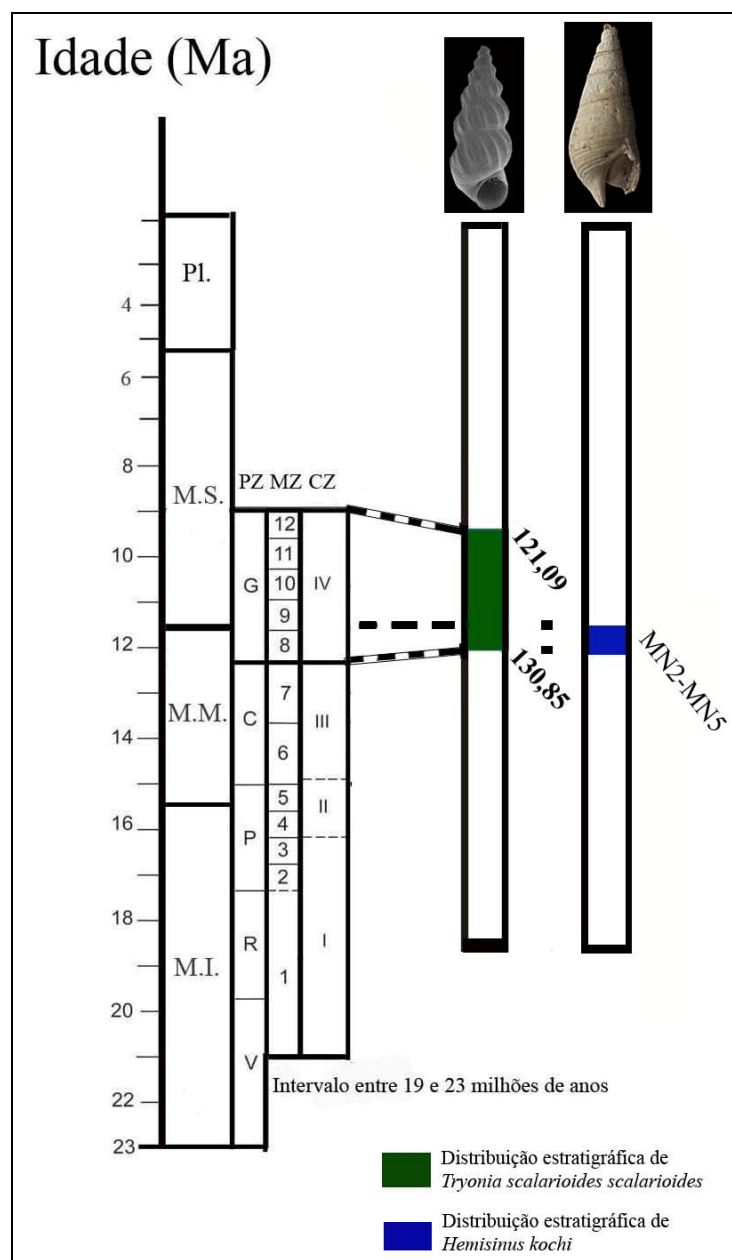


Figura 31- Distribuição da subespécie *Tryonia scalarioides scalarioides* no testemunho 1AS-34-AM, bem como da espécie *Hemisinus kochi* em Morada Nova.

## 11 CONCLUSÕES

O estudo dos gastrópodes nos afloramentos de Morada Nova e Aquidabã bem como no testemunho 1AS-34-AM, estado do Amazonas, Brasil possibilitou as seguintes conclusões:

- A identificação de ?Pachychilidae, *Hemisinus kochi* (Thiaridae) e Planorbidae, bem como da espécie *Onobops* sp. (família Cochliopidae), nos afloramentos;

- Presença de pelo menos duas famílias no testemunho 1AS-34-AM: Thiaridae, cujos representantes são possivelmente da espécie *Aylacostoma browni*, e Cochliopidae, sendo esta última representada principalmente pelos gêneros *Dyris* e *Tryonia*;

- O gênero *Tryonia* está representado pela subespécie *Tryonia scalarioides scalarioides* Etheridge, 1879 além de outras três espécies que permanecem em nomenclatura aberta devido a pequena quantidade de material recuperado nas amostras, as quais são, possivelmente, espécies novas;

- A presença do gênero *Tryonia* nas amostras estudadas permitiu inferir que o paleoambiente era de baixa salinidade, rico em vegetação e de baixa energia;

- A presença das famílias Thiaridae e Cochliopidae na perfuração e nos afloramentos, bem como de Planorbidae e Pachychilidae nos afloramentos, sugerem que ambos eram marcados pela presença de um ambiente de baixa salinidade.

- A presença restrita de *Tryonia scalarioides scalarioides* Etheridge, 1879 no intervalo 130,85m - 121,49m do testemunho 1AS-34-AM permitiu data-lo como do final do Mioceno Médio-início do Mioceno Superior, correlacionando a área de estudo com as biozonas de moluscos (MZ8-MZ12) e pólenes (*Grimsdalea*) definidas para localidades do Peru, Colômbia e Brasil.

- Possível correlação entre as áreas de estudo, no intervalo 130,85m - 121,09m da perfuração, e MN2-MN5 de Morada Nova, devido a presença da sub-espécie *T.s. scalarioides* e da espécie *Hemisinus kochi* que, por sua vez, são registradas na biozona 8.

- A ocorrência de *T. s. scalarioides* nas amostras estudadas permitiu ampliar o registro desta subespécie mais ao sul na América do Sul, estendendo sua distribuição paleobiogeográfica no “Sistema Pebas”.

## REFERÊNCIAS

- Aartsen, J.J. van & Wesselingh, F.P. 2000. New *Odostomia* species (Gastropoda, Heterobranchia, Pyramidellidae) from the Miocene Pebas Formation of western Amazonia (Peru, Colombia). *Basteria*, **64**: 165-170.
- Anistratenko, V. 2005. Morphology and taxonomy of Late Badenian to Sarmatian *Mohrensternia* (Gastropoda: Rissosoidea) of the Central Paratethys. *Acta Geologica Polonica*, **55**(4): 371-392.
- Anistratenko, V. 2009. A new rissoid gastropod with lecithotrophic development from the Miocene of Paratethys. *Acta Geologica Polonica*, **59**(2): 261-267.

- Barata, F.C. & Caputo, M.V. 2007. Geologia do petróleo da Bacia do Solimões. O “Estado da arte”. 4o PDPETRO, Campinas, SP:1-10.
- Bocquentin, J. & Melo, J. 2006. *Stupendemys souzai* sp. Nov. (Pleurodira, Podocnemididae) from the Miocene-Pliocene of The Solimões Formation, Brazil. *Revista brasileira de paleontologia*, **9**(2):187-192.
- Bouchet, P.; Rocroi, J.-P.; Fryda, J.; Hausdorf, B.; Ponder, W.; Valdès, A.; Warén, A. 2005. Classifi cation and nomenclator of gastropod families. *Malacologia*, **47**: 1-397.
- Bristow, C.R. & Parodiz, J.J. 1982. The stratigraphical paleontology of the Tertiary non-marine sediments of Ecuador. *Bulletin of the Carnegie Museum of Natural History*, **19**: 1-3.
- Campbell Jr., K.E.; Frailey, C.D.; Romero-Pittman. L. 2006. The Pan-Amazonian Ucayali Peneplain, late Neogene sedimentation in Amazonia, and the birth of the modern Amazon River system. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **239**: 166-219.
- Caputo, M.V. & Silva, O.B. 1990. Sedimentação e Tectônica da Bacia do Solimões. In: Cabaglia G.P.R.; Milani. E.J. (Org.). *Origem e Evolução de Bacias sedimentares*. 1 ed. Rio de Janeiro: Petrobrás, v. 1, p. 169-193.
- Conrad, T. A. 1871. Descriptions of new fossil shells of the Upper Amazon. American Journal of the Upper Amazon. *American Journal of Conchology*. Philadelphia, **6** (3): 192-8, pl. 10.
- Conrad, T. A. 1874a. Remarks on the Tertiary clay of the Upper Amazon, with descriptions of new shells. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. Philadelphia, Pa **26**: 25-32.
- Conrad, T. A. 1874b. Descriptions of two new fossil shells of the Upper Amazon . *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. Philadelphia, Pa **26**: 81-3.
- Costa, E. V. 1979. *Gastrópodes cenozóicos do Alto Amazonas*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geocência, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 90p.
- Costa, E.V. 1980. Gastrópodes Cenozoicos do Alto Amazonas (Estado do Amazonas), Brasil. *Anais Academia brasileira de Ciências*, **52**: 867-891.
- Costa, E. V. 1981. Revisão gastrópodes fósseis da localidade do Três Unidos, Formação Pebas, Plioceno do Alto Amazonas, Brasil. In II Congresso Latino-Americano Paleontologia, Porto Alegre, Abril, *Anais*: 635-649.
- Dall, W.H. 1872. Note on the genus *Anisothyris*, Conrad, with a description of a new species. *American Journal of Conchology*, **7**: 89-92.
- Dobson, D.M.; Dickens, G.R.; Rea, D.K. 2001. Terrigenous sediment on Ceara Rise: a Cenozoic record of South American orogeny and erosion. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **165**: 215-229.
- Eiras, J. F.; Becker, C.R.; Souza, E.M; Gonzaga, F.G.; Silva, J.G.F. da; Daniel, L.M.F.; Matsuda, N.S.; Feijó, F.J. 1994. Bacia do Solimões. *B. Geoc. Petrobrás*, **8**(1):17-45.



- Eiras, J. F. 2010. Tectônica, sedimentação e sistemas petrolíferos da Bacia do Solimões, Estado do Amazonas. Disponível em: <http://acd.ufrj.br/multimin/mmp/textos/cap2p/index.htm>. [www.concytec.gob.pe/amazonico/finlandia/OTCA.pdf](http://www.concytec.gob.pe/amazonico/finlandia/OTCA.pdf). Acesso em Fev/2010
- Etheridge, R. 1879. Notes on the Mollusca collected by C. Barrington Brown from the Tertiary deposits of Solimões and Javary Rivers, Brazil. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, London, **35**: 82-88, pl. 7.
- Gabb, W.M. 1869. Descriptions of new species of South American fossils. *American Journal of Conchology*, **4**: 197-200.
- Gaffney, E.S.; Campbell, K.E.; Wood, R.C. 1998. Pelomedusoid side-necked turtles from late Miocene sediments in southwestern Amazonia. *American Museum Novitates*, **3245** (5):1-11.
- Gingras, M.K., Rasanen, M.; Ranzi A. 2002a. The Significance of bioturbated inclined heterolithic stratification in the Southern Part of the Miocene Solimoes Formation, Rio Acre, Amazonia Brazil. *Palaios*, **17**: 591-601.
- Gingras, M.K.; Rasanen, M.; Pemberton, G. S.; Romero L. P. 2002b. Ichnology and sedimentology reveal depositional characteristics of bay-margin parasequences in the Miocene Amazonian foreland Basin. 2002. *Journal of Sedimentary Research*, **72** (6): 871-883.
- Gomez, A. A.; Jaramillo, C.A.; Parra, M.; Mora, A. 2009. Huesser Horizon: A Lake and a marine incursion in northwestern South America during the Early Miocene. *Palaios*, **24**: 136-147.
- Haart, C.F. 1872. On the Tertiary Basin of the Marañon. *American Journal of Sciences & Arts*, New Haven, **4**: 53-8.
- Harzhauser, M.; Latal, C.; Piller. W. E. 2007 The stable isotope archive of Lake Pannon as a mirror of Late Miocene climate change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **249**: 335-350.
- Hershler, R. & Thompson, F. G. 1987. North American Hydrobiidae (Gastropoda: Rissoacea): redescription and systematic relationships of *Tryonia* Stimpson, 1865 and *Pyrgulopsis* Call and Pilsbry, 1886. *Nautilus*, **101**(1), 25-32.
- Hershler, R. & Thompson, F. 1992 A review of the aquatic gastropod subfamily Cochliopinae (Prosobranchia: Hydrobiidae). *Malacological Review Supplement*, **5**, 1-140.
- Hershler, R.; Mulvey, M.; Liu, H.-P. 1999a. Biogeography in the Death Valley region: evidence from springsnails (Hydrobiidae: *Tryonia*). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **126**(3), 335-354.
- Hershler, R.; Liu, H.-P.; Mulvey, M. 1999b. Phylogenetic relationships within the aquatic snail genus *Tryonia*: implications for biogeography of the North American Southwest. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **13**(2), 377-391.
- Hershler., R. & W.F. Ponder 1988. A review of morphological characters of Hydrobioid Snails.

*Smithsonian Contributions to Zoology*, **600**:1-55.

- Hershler, R., 2001. Systematics of the North and Central American aquatic snail genus *Tryonia* (Rissooidea: Hydrobiidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, **612**, 1 - 53.
- Horn, M.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*, **109**: 1- 55.
- Horn, C. 1994a. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene – early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **109**: 1-54.
- Horn, C. 1994b. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazonia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**: 187-238.
- Horn, C. 1996. Miocene Deposits in the Amazonian Foreland Basin. *Science*, **273**: 122-123.
- Horn, C. & Vonhof, H. 2006. Neogene Amazonia: Introduction to the special issue. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 1-4.
- 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. (eds) *Amazonia: Landscape and species evolution, a look into the past*, Wiley-Blackwell publications. p.123-142.
- Hovikoski, J.; Räsänen, M.; Gingras, M.; Roddaz, M.; Brusset, S.; Hermoza, W.; Pittman, L.R.; Lertola, K. 2005. Miocene semidiurnal tidal rhythmites in Madre de Dios, Peru. *Geology*, **33** (2): 177-180.
- Hulka, C.; Gräfe, K.-U.; Sames, B.; Uba, C.E.; Herbeck C. 2006. Depositional setting of the Middle to Late Miocene Yecua Formation of the Chaco Foreland Basin, southern Bolivia. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 135-160.
- Kaandorp, R. J. G.; Wesselingh, F. P.; Vonhof, H.B. 2006. Ecological implications from geochemical records of Miocene Western Amazonian bivalves. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 24-74.
- Kaandorp, R. J. G. 2007. *Lines of Time. Seasonality, climate and environments of the Miocene Pebas Formation in western Amazonia derived from chemical records in molluscan growth-bands*. Tese de doutorado, Vrije Universiteit, Amsterdam, 134p.
- Kabat, A. & Hershler, R. 1993. The prosobranch snail family Hydrobiidae (Gastropoda: Rissooidea): Review of classification and supraspecific taxa. *Smithsonian Contrib. Zoology*, **547**: 1-94.

- Kadolsky, D. 1980. On the taxonomic position, the species and the paleoecological significance of the genera *Eubora*, *Toxosoma* and *Littoridina*(?) in the Pliocene Pebas Formation of the Upper Amazon region (Gastropoda: Prosobranchia). *The Veliger*, **22**: 364-375.
- Köhler, F. & Glaubrecht, M. 2002. Annotated catalogue of the nominal taxa of Southeast Asian freshwater gastropods, family Pachychilidae Troschel, 1857 (Mollusca, Caenogastropoda, Cerithioidea), with an evaluation of the types. *Mitt. Mus. Nat.kd. Berl., Zool. Reihe* **78** (1): 121-156.
- Kowalke, T. & Harzhauser, M. 2004. Early ontogeny and palaeoecology of the Mid-Miocene rissoid gastropods of the Central Paratethys. *Acta Palaeontologica Polonica*, **49** (1): 111-134.
- Latal, C.; Piller, W. E.; Harzhauser, M. 2005. Shifts in oxygen and carbon isotope signals in marine mollusks the Central Paratethys (Europe) around the Lower/Middle Miocene transition *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **231**: 1-14.
- Latal, C.; Piller, W. E.; Harzhauser, M. 2006. Small-scaled environmental changes: indications from stable isotopes of gastropods (Early Miocene, Korneuburg Basin, Austria). *Int. J. Earth Science (Geol Rundsch)*, **95**: 95-106.
- Latrubesse, E.M.; Bocquetin, J.; Santos, J.C.R.; Ramonell, C.G. 1997. Paleoenvironmental model for the Late Cenozoic of Southwestern Amazonia: Paleontology and Geology. *Acta Amazonica*, **27**(2): 103-118.
- Latrubesse, E.M.; Silva, S.A.F. da; Cozzuol, M.; Absy, M.L. 2007. Late Miocene continental sedimentation in southwestern Amazonia and its regional significance: Biotic and geological evidence. *Journal of South American Earth Sciences*, **23**:61-80.
- Leite, F.P.R. *Palinologia da Formação Solimões, Neógeno da Bacia do Solimões, Estado do Amazonas, Brasil: Implicações paleoambientais e bioestratigráficas*. Tese de doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília 128p.
- Liu, H-P.; Hershler, R.; Thompson, F.. Phylogenetic Relationships of the Cochliopinae (Rissooidea: Hydrobiidae): An Enigmatic Group of Aquatic Gastropods. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **21** (1): 17-25.
- 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**: 1-9.
- Lukeneder, A.; Harzhauser, M.; Mülleger, S.; Piller, W. 2008. Stable isotopes ( $\delta_{18}O$  and  $\delta_{13}C$ ) in *Spirula spirula* shells from three major oceans indicate developmental changes paralleling depth distributions. *Marine Biology*, **154** (1): 175-182.
- Lundberg, J.G.; Marshall, L.G.; Guerrero, J.; Horton, B.; Malabarba, M.C.S.L.; Wesselingh, F.P. 1998. The Stage for Neotropical fish diversification: a history of tropical South American Rivers. In Malabarba L.R., Reis R.E., Vari R.P., Lucena Z.M., Lucena C.A.S (Eds). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs, p. 13-48.



- Maia, R.G.; Godoy, H. K.; Yamaguti, H. S.; Moura, P. A. de; Costa, F. S. da; Holanda, A. M. de; Costa, J. 1977. *Projeto de Carvão no Alto Solimões*. Relatório Final. Rio de Janeiro, CPRM-DNPM, 137 p.
- Malabarba, M.C.S.L.; Oliveira, M.M.; Cunha L. F. 1998. Some Callichthyidae fossil remains (Ostariophysi: Siluriformes) from the Solimões Formation, Acre State, Northern Brazil. *Comun. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS, Sér. Zool., Porto Alegre*, **11**: 99-107.
- Malabarba, M.C.S.L. & Dutra, M.F. 2002. Fossil fish remains from the Solimões Formation (Miocene) of the State of Amazonas, Brazil. *Acta Geologica Leopoldensia*, **25** (54): 11-19.
- Marengo, H.G. 2000. Rasgos micropaleontológicos de los depósitos de La transgresión Entrerriense-Paranense en la Cuenca Chaco-Paranense y Noroeste Argentino, Republica Argentina. In: Aceñolaza F.G., Herbst R. (eds) *El Neógeno de Argentina*, Insugeo, Tucumán, Argentina, p. 29 - 45.
- Martin, M.M. & Negrete, L.H.L. 2006. Primer registro de *Heleobia guaranítica* (Doering, 1884) (Gastropoda: Cochliopidae) en la reserva natura de usos múltiples “Isla Martin Garcia”. *Comunicaciones de La Sociedad Malacologica del Uruguay*. 71-73.
- Maury, C.J. 1937. Argillas fossilíferas do Plioceno do Território do Acre. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, DNPM, Rio de Janeiro, **77**: 1-29, text-fig. 1-12.
- Meylan, P.A.; Gaffney, E.G.; Campos, D. de A. 2009. *Caninemys*, a New Side-Necked Turtle (Pelomedusoides: Podocnemididae) from the Miocene of Brazil, *American Museum Novitates*, **3639**: 1-26.
- Milani, E.J. & Araújo, L.M. de. 2003. *Recursos minerais energéticos: petróleo*, p. 541-554 In Bizzi, L. A., C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves 2003. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. (eds.) CPRM Brasília.
- Monsch, K. A. 1998. Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia Basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **143**: 31-50.
- Muñoz-Torres, F.; Whatley, R. C.; 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.; 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**: 75-86.
- Negri, F.R.; Bocquentin-Villanueva, J.; Ferigolo, J.; Antoine, P.-O. 2010. A review of Tertiary mammal faunas and birds from western Amazonia In Hoorn C. & Wesselingh F. (eds). *Amazonia: Landscape and species evolution, a look into the past*, Wiley-Blackwell publications. p. 245-258.

- Nuttall, C.P. 1990. A review of the Tertiary non-marine molluscan faunas of the Pebasian and other inland basins of north-western South America. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Geology series)*, **45**: 165-371.
- Parodiz, J. J. 1969. The Tertiary non -marine Mollusca of South America. *Annals of the Carnegie Museum*, **40**: 1-242
- Paz, J.D.S.; Ramos, M.I.F.; Santos, H.M.M.dos; Silva, S. no prelo. Depósitos fluviais e deltaicos da Formação Solimões, Bacia do Solimões, Eirunepé (Am), Brasil. 34p.
- Pilsbry, H.A. 1944. Molluscan fossils from the Rio Pachitea and vicinity in eastern Peru. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **96**: 137-153.
- Ponder, W.F. 1985. A review of the genera of the Rissoidae (Mollusca: Mesogastropoda: Rissoacea). *Records of the Australian Museum, Supplement 4*: 221p.
- Ponder, W.F.; Lindberg, D.R. 1997. Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **119**: 83-265.
- Ponder, W.F. 1988. The truncatelloidean (= Rissoacean) radiation - a preliminary phylogeny. In: Ponder, W.F. (ed). *Prosobranch Phylogeny*. p. 129-166.
- PROJETO RADAM BRASIL, PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO NACIONAL. 1977. *Levantamento de recursos humanos*. 421p.
- Purper, I. 1977. Histórico e comentários sobre a paleontologia e idade da Formação Pebas. *Pesquisas, Porto Alegre*, **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 data on the ostracodes of the Upper Amazon Basin. In: International Symposium on Ostracoda, Houston, Texas, Programs and Abstracts.
- Purper, I. & de Ornellas, L. 1991. New ostracodes of endemic fauna of the Pebas Formation, Upper Amazon Basin Brasil. *Pesquisas*, **18**: 25-38.
- Ramos, M.I.F. 2006a. Ostracods of the Neogene Solimões Formation (Amazonas, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 87-95.
- Ramos, M.I.F. 2006b. Paleoeecology and age of the Neogene Solimoes Formation, southwestern Amazonia state, Brazil, based on ostracods (Crustacea). In: 9o Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Córdoba, *Resúmenes*, p. 234.
- Rasanen, M.E.; Linna, A.M.; Santos, J.C.R; Negri, F.R. 1995. Late Miocene Tidal Deposits in the Amazonian Foreland Basin. *Science*, **269**: 386-390.
- Räsänen, M.; Linna, A.; Irion, G.; Hernani, L. R.; Huaman, R. V. V.; Wesselingh F.P. 1998. Geología y geformas de la zona de Iquitos. In: Kalliola R. & Paitán S. F. (eds.) *Geoecología*

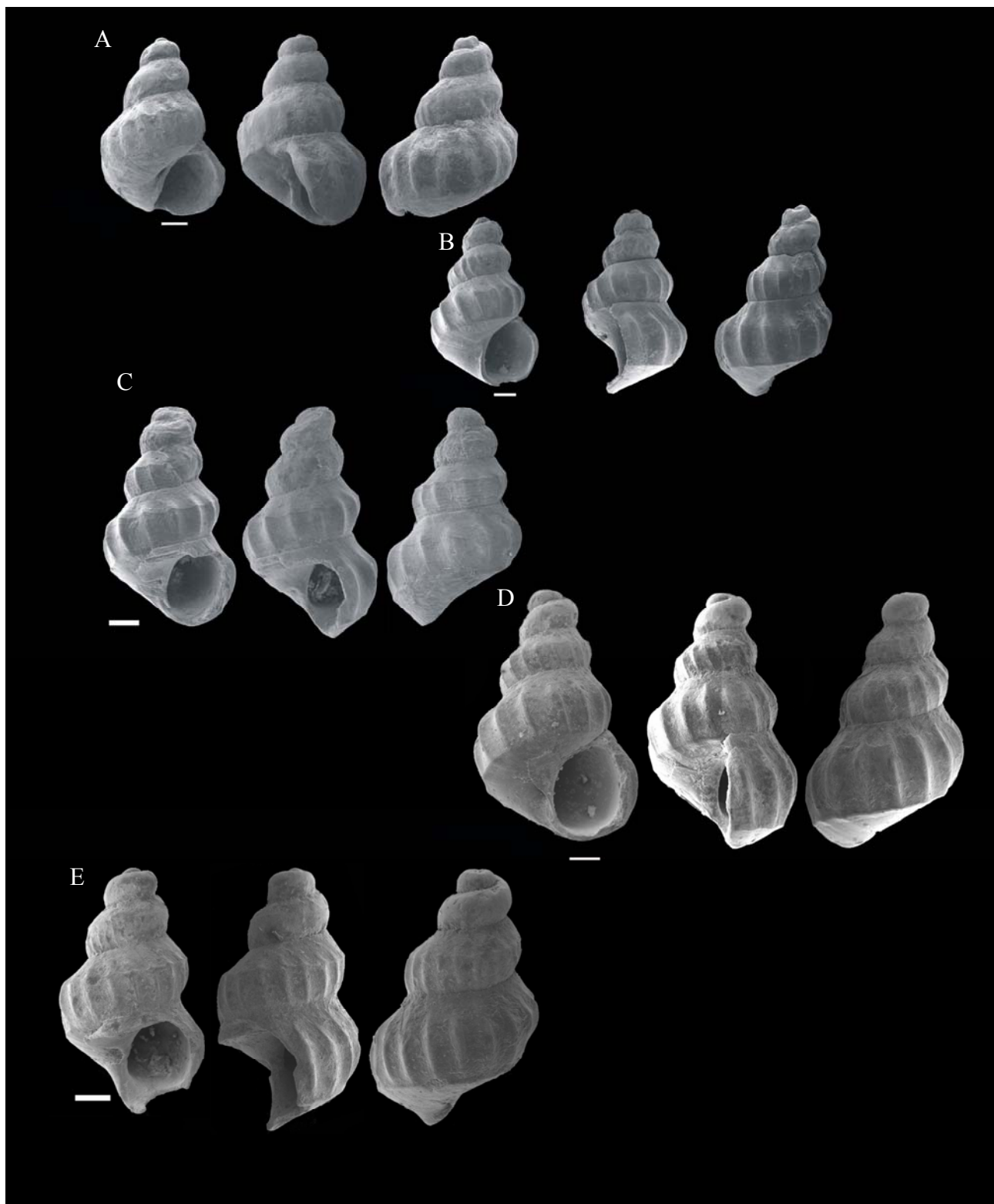
- y *Desarrollo Amazónico: Estudio Integrado en la Zona de Iquitos, Perú*. Turun Yliopisto, Turku, p.59-137.
- Rebata, L.A.; Gingras, M.; Räsänen, M.; Barberi, M. 2006a. Tidal-channel deposits on a delta plain from the Upper Miocene Nauta Formation, Marañon Foreland Sub-basin, Peru. *Sedimentology*, **53**: 971-1013.
- Rebata, L.A.; Räsänen, M. E.; Gingras, M.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**: 96-119.
- Roddaz, M.; Viers, J.; Brusset, S.; Baby, P.; Hérail, G. 2005. Sediment provenances and drainage evolution of the Neogene Amazonian foreland. *Earth and Planetary Science Letters*, **239**: 57-78.
- Roddaz, M.; Hermoza, W.; Mora, A.; Baby, P.; Parra, M.; Christophoul, F.; Brusset, S.; Espurt, N. 2010: Cenozoic sedimentary evolution of the Amazonian foreland basin system *In*: Hoorn C. & Wesselingh F. (eds). *Amazonia: Landscape and species evolution, a look into the past*, Wiley-Blackwell publications. p. 61-88.
- Riff, D.; Romano, P.S.R.; Oliveira, G.R.; Aguilera, O.A. 2010. Neogene crocodile and turtle fauna in northern South America *In*: Hoorn C. & Wesselingh F. (eds). *Amazonia: Landscape and species evolution, a look into the past*, Wiley-Blackwell publications. p. 259-280.
- Roxo, M.G. de Oliveira. 1924. Breve noticia sobre os fosseis terciario do Alto Amazonas. *Boletim Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, **11**: 41-52.
- Roxo, M.G. de Oliveira 1935. Considerações sobre a Geologia e Paleontologia do Alto Amazonas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **7** (1): 62-68.
- Roxo, M.G. de Oliveira 1937. Fósseis Pliocênicos do Rio Juruá, Estado do Amazonas, Brasil. *Notas preliminares e Estudos do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*. Rio de Janeiro, **17**: 1-16.
- Rozo, J.M.G. & Nogueira, A.C.R. 2005. The transition of meandering to anabranching patterns in the middle Amazon River: response to Holocene climatic change? *36<sup>th</sup> Binghamton Geomorphology Symposium, Geomorphology & Ecosystem*. University at Buffalo – Buffalo, New York. p.38
- Rozo, J.M.G. & Carlomagno, S.C. 2010. Quantification of change and migration rates in the Amazon River. *45<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Geologia*.
- Salo, J. 2010. Mosaico de Ecosistemas de La Amazonía Andina. Universidad de Turku, Finlandia y Proyecto BIODAMAZ Peru/Finlandia. Disponível em: [www.concytec.gob.pe/amazonico/finlandia/OTCA.pdf](http://www.concytec.gob.pe/amazonico/finlandia/OTCA.pdf). Acesso em Fev/2010.
- Santos, M. E. C. M. & Castro, J.S. 1967. Moluscos Cenozóicos de Água doce do Alto Amazonas. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Rio de Janeiro, **1**: 411 - 23, fig.1-11.

- Sarges, R. R. S.; Nogueira, A.C.R.; Frota, C.A.; Silva, C.L. 2010. Depósitos argilosos Cenozóicos do estado do Amazonas: utilização como agregados de argilas calcinadas para pavimentações na região Amazônica. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium*, 1: 33-49.
- Shepard, L. & Bate, R. 1980. Plio-Pleistocene ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru. *Palaeontology*, **23** (1) 97-124.
- Silva, S. F. da 2008. *Palinologia do Neógeno da bacia do Alto Solimões, Amazônia Ocidental, Brasil: aspectos sistemáticos, bioestratigráficos e paleoecológicos*. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Humanos. Universidade Federal do Amazonas. 169 p.
- Simone, L.R.L. de 2001. Phylogenetic analyses of Cerithioidea (Mollusca: Caenogastropoda) based on comparative morphology. *Arquivos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* **36** (2): 147-263.
- Simone, L.R.L. de 2006. Accounts on the phylogeny of the Rissooidea (=Hydrobioidea) and Littorinoidea, based on some American representatives, as base for a future taxonomic reevaluation (Mollusca, Caenogastropoda). *Strombus* **13** (2): 18-26.
- Simpson, G.G. 1961. The supposed Pliocene Pebas Beds of the Upper Juruá River, Brazil. *Journal of Palaeontology, Tulsa, Ohla.*, **35**: 620-4, 1tex-fig
- Swain, F.M., 1998. Ostracoda from the Pliocene? Pebas Formation at Iquitos, Peru. p.1-12. [http://www.geo.umn.edu/people/profs/swain/iquitos\\_peru.pdf](http://www.geo.umn.edu/people/profs/swain/iquitos_peru.pdf). Acesso em Out/2008.
- Strong, E.E.; Gargominy, O.; Ponder, W.F.; Bouchet, P. 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:149–166
- Tate, R. 1870. On the Land and freshwater Mollusca of Nicaragua. *American Journal of Conchology*. **5**: 151-162.
- Taylor, 1987. Fresh-Water Molluscs from New Mexico and Vicinity. *Bulletin of the New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources*, 116: 50.
- Uba, C.E., Hasler, C.; Buatois, L.A.; Schimitt, A.K.; Plessen, B. 2009. Isotopic, paleontologic, and ichnologic evidence for late Miocene pulses of marine incursions in the central Andes. *Geology*, 37(9): 827-830.
- Van Damme, D. & Pixkford, M. 2003. The late Cenozoic Thiaridae (Mollusca, Gastropoda, Cerithioidea) of the Albertine Rift Valley (Uganda-Congo) and their bearing on the origin and evolution of the Tanganyikan thalassoid malacofauna. *Hydrobiologia* **498**: 1–83.

- Vonhof, H. B.; Wesselingh, F. P.; Gringas, G.M. 1998. Reconstruction of the Miocene western Amazonian aquatic system using molluscan isotopic signatures. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **141**: 85-93.
- Wanderley Filho, J. R.; Eiras, J. F.; Vaz, P. T. 2007. Bacia do Solimões. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **15** (2): 217-225.
- Wesselingh, F. P. 1996. New Pliocene fresh water gastropods from Guatemala. *Documenta Naturae*, **100**: 23-36.
- Wesselingh, F. P.; Cadée, G.C.; Renema, W. 1999. Flying high: on the airborne dispersal of aquatic organisms as illustrated by the distribution histories of the gastropod genera *Tryonia* and *Planorbarius*. *Geologie en Mijnbouw*, **78**: 165–174.
- 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.; Macsotay, O. 2006. A Miocene molluscan faunule from Caucagua (Miranda State, Venezuela), with the description of a new species of *Tryonia* (Mollusca, Gastropoda). *Cainozoic Research*, **4** (1-2): 61-65.
- Wesselingh, F.P. 2006a. Molluscs from the Miocene Pebas Formation of Peruvian and Colombian Amazonia. *Scripta Geologica*, **133**: 19-290.
- Wesselingh, F. P. 2006b. Evolutionary ecology of the Pachydontinae (Bivalvia, Corbulidae) in the Pebas lake/wetland system (Miocene, western Amazonia). *Scripta Geologica*, **133**: 395-417
- Wesselingh, F.P.; Hoorn, M.C.; Guerrero, J.; Räsänen, M. E.; Romero Pittmann, L.; Salo, J. 2006a. 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.; Kaandorp, R.J.G.; Vonhof, H.B.; Räsänen, M.E.; Renema, W. 2006b. The nature of aquatic landscapes in the Miocene of western Amazonia: an integrated palaeontological and geochemical approach. *Scripta Geologica*, **133**: 363-393.
- Wesselingh, F.P.; Ranzi, A.; Räsänen, M.E. 2006c. Miocene freshwater Mollusca from western Brazilian Amazonia. *Scripta Geologica*, **133**: 419-437.
- Wesselingh, F.P.; Guerrero, J.; Räsänen, M.; Romero Pitmann, L.; Vonhof, H. 2006d. Landscape evolution and depositional processes in the Miocene Amazonian Pebas lake/wetland system: evidence from exploratory boreholes in northeastern Peru. *Scripta Geologica*, **133**: 323-381.
- Wesselingh, F. P.; Hoorn, M.C.; Guerrero, J.; Räsänen, M.E.; Romero Pittmann, L.; Salo, J. 2006e. Stratigraphy of Miocene Amazonian deposits. *Scripta Geologica*, **133**: 291-322.
- Wesselingh, F.P.; Salo, J. 2006. A Miocene perspective on the evolution of Amazonian biota. *Scripta Geologica*, **133**: 439-458.

- Wesselingh, F.P.; Ramos, M.I.F. 2010. Development of Amazonian aquatic invertebrate faunas (Mollusca, Ostracoda) in the past 30 million years. *In*: Hoorn C. & Wesselingh F. (eds.). *Amazonia Landscape and Evolution*. The Netherlands: Blackwell publishing, capitulo 18, p.302-316.
- Wesselingh, F.P. & Ramos M.I.F. no prelo. Miocene Molluscs from Benjamin Constant. (Amazonas, Brazil). *Ameghiniana* (aceito, sem data de publicação).
- Wesselingh, F. 2008 Molluscan Radiations and Landscape Evolution in Miocene Amazonia. Turun Yliopiston Julkaisuja. Annales Universitates Turkuensis. *Sarja - ser. Aii osa - tom.*, **232**: p. 1-41.
- Westaway, R. 2006. Late Cenozoic sedimentary sequences in Acre state, southwestern Amazonia: Fluvial or tidal? Deductions from the IGCP 449 fieldtrip. *Journal of South American Earth Sciences*, **21**: 120–134
- Whatley, R.; Muñoz-Torres, F.; van Harten, D. 1998, The Ostracoda of an isolated Neogene saline lake in the Western Amazon Basin. S. Crasquin-Soleau, E. Braccini, and F. Lethiers: What About Ostracoda! *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod. Mém.*, **20**:231-245.
- Wilke, T.; Davis, G.M.; Falniowski, A.; Giusti, F.; Bodon, M.; Szarowska, M. 2001 Molecular systematics of Hydrobiidae (Mollusca: Gastropoda: Rissooidea): testing monophyly and phylogenetic relationships. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, **151**: 1–21.
- Woodward, H. 1871. The Tertiary shells of the Amazon Valley- *Annals and Magazine of Natural History*, New York, 4<sup>th</sup>. Ser., **4**(7): 59-64.

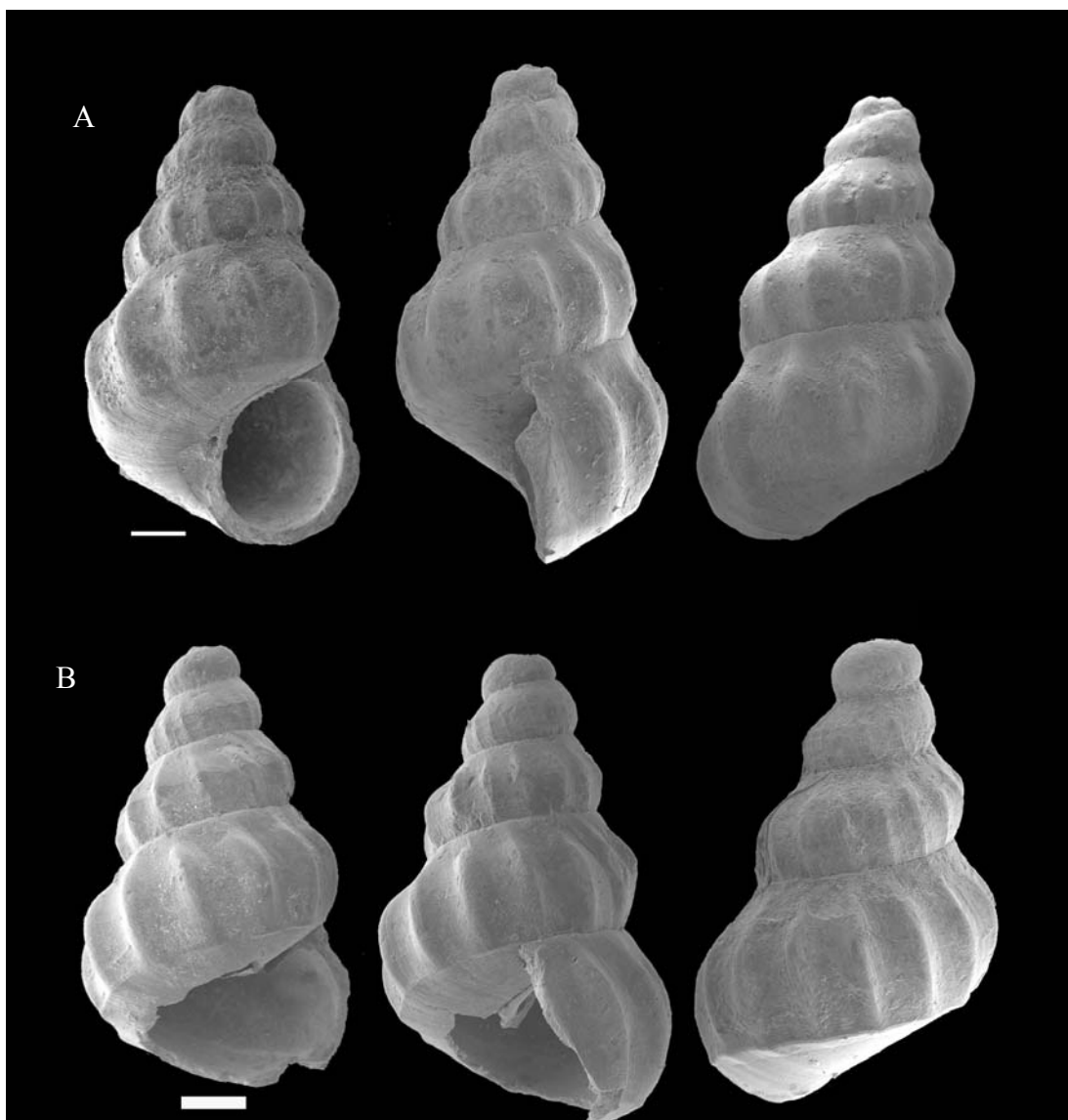
**ANEXOS**  
**(ESTAMPAS)**



Estampa 1 – *Tryonia scalarioides scalarioides* (Etheridge, 1879) do testemunho 1 AS 34-AM.  
Especímenes em vista frontal, lateral e dorsal respectivamente. Escalas: 200 $\mu$ m.

- A- MPEG L1. Nível: 121,09m;
- B- MPEG L4. Nível: 122,49m;
- C- MPEG L5. Nível: 122,49m;
- D- MPEG L6. Nível: 122,49m;
- E- MPEG L7. Nível: 130,85m;

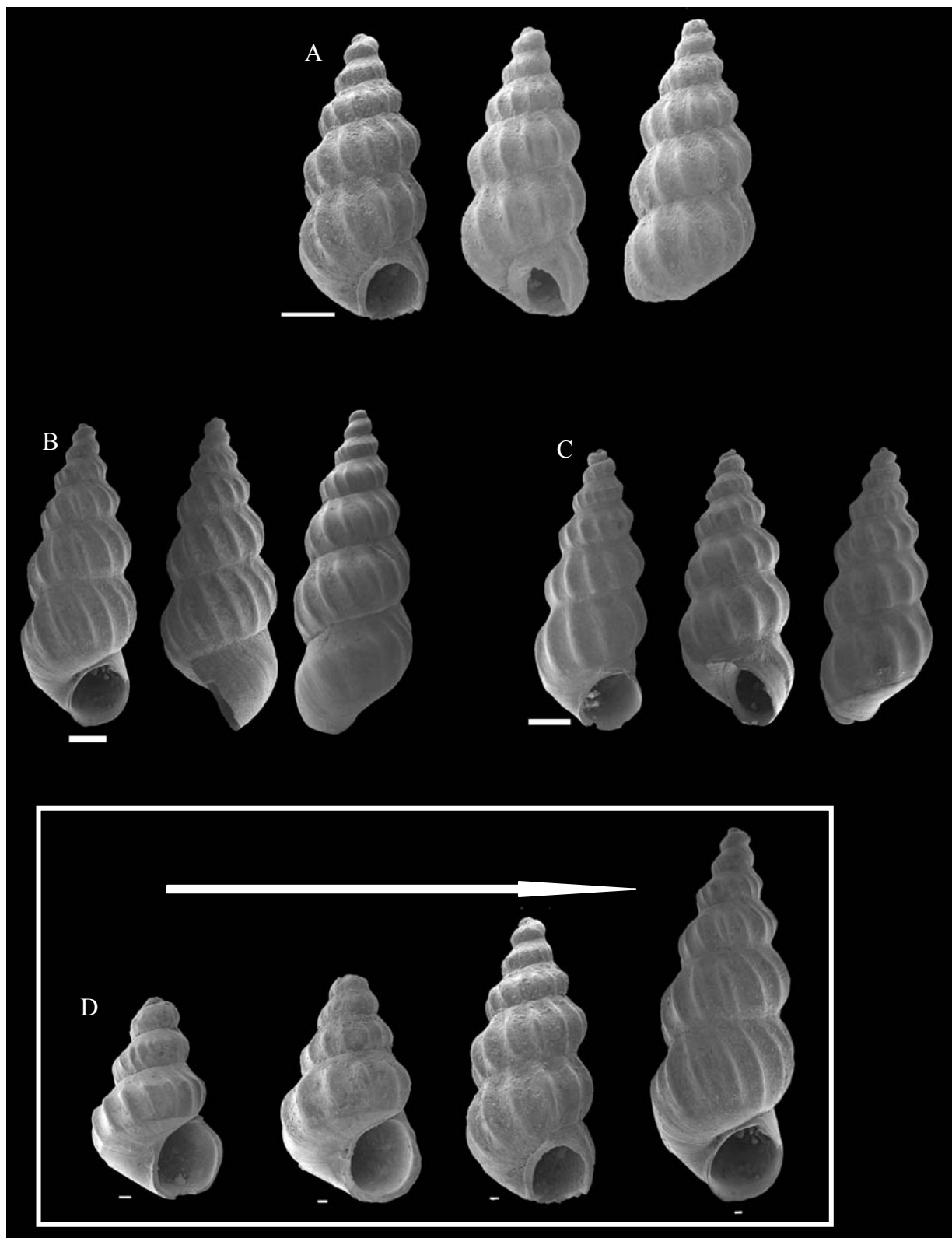




Estampa 2 – *Tryonia scalarioides scalarioides* (Etheridge, 1879) do testemunho 1 AS 34-AM.  
Espécimes em vista frontal, lateral e dorsal, respectivamente. Escalas: 250 $\mu$ m;

A- MPEG L12; Nível: 122,49m;

B- MPEG L14; Nível: 122,49m;



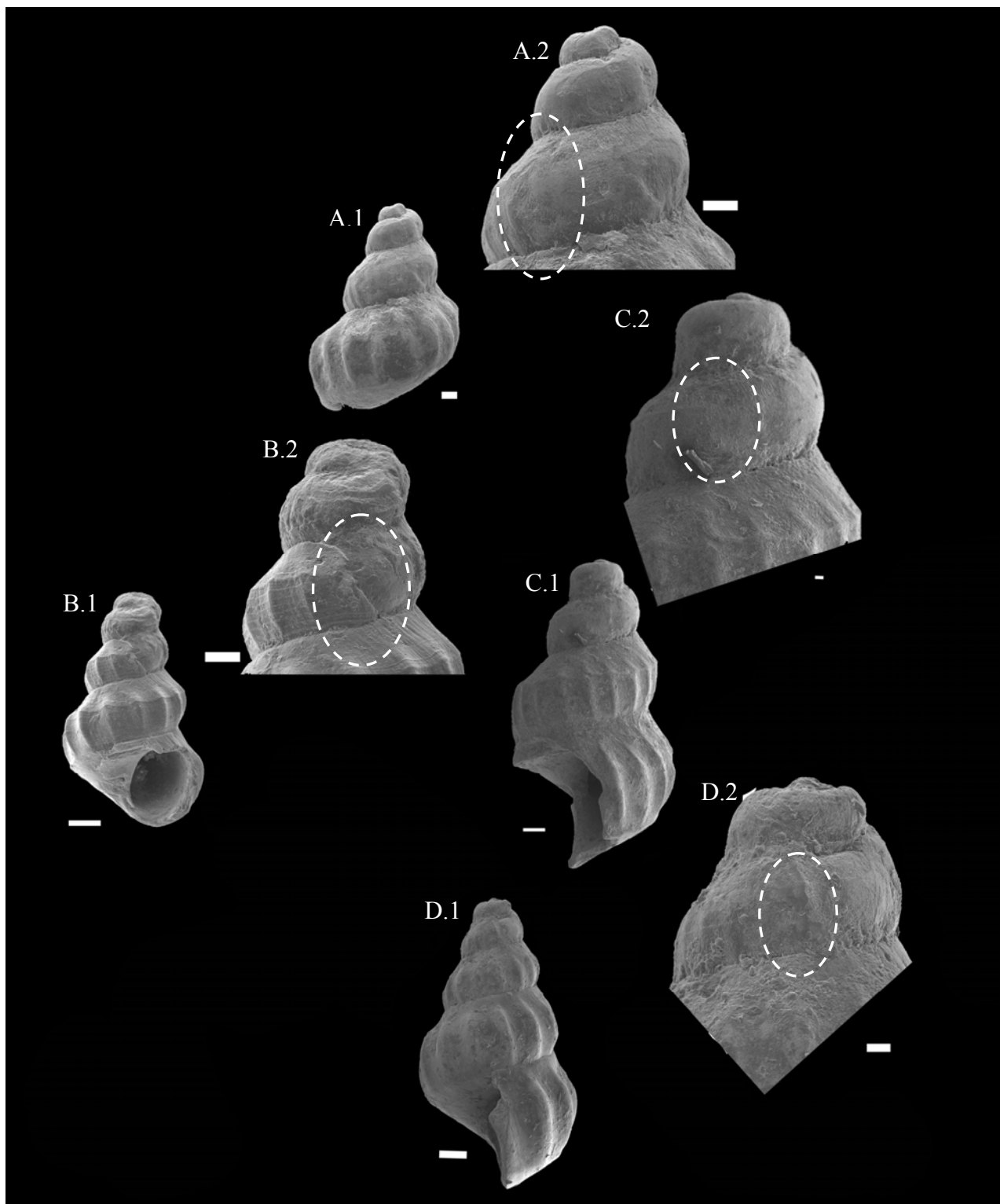
Estampa 3 – *Tryonia scalarioides scalarioides* (Etheridge, 1879) do testemunho 1 AS 34-AM. A – C Em vista frontal, lateral e dorsal, respectivamente. Escalas A-C: 500 $\mu$ m.

A - MPEG L15. Nível: 122,49m;

B - MPEG L17. Nível: 122,49m;

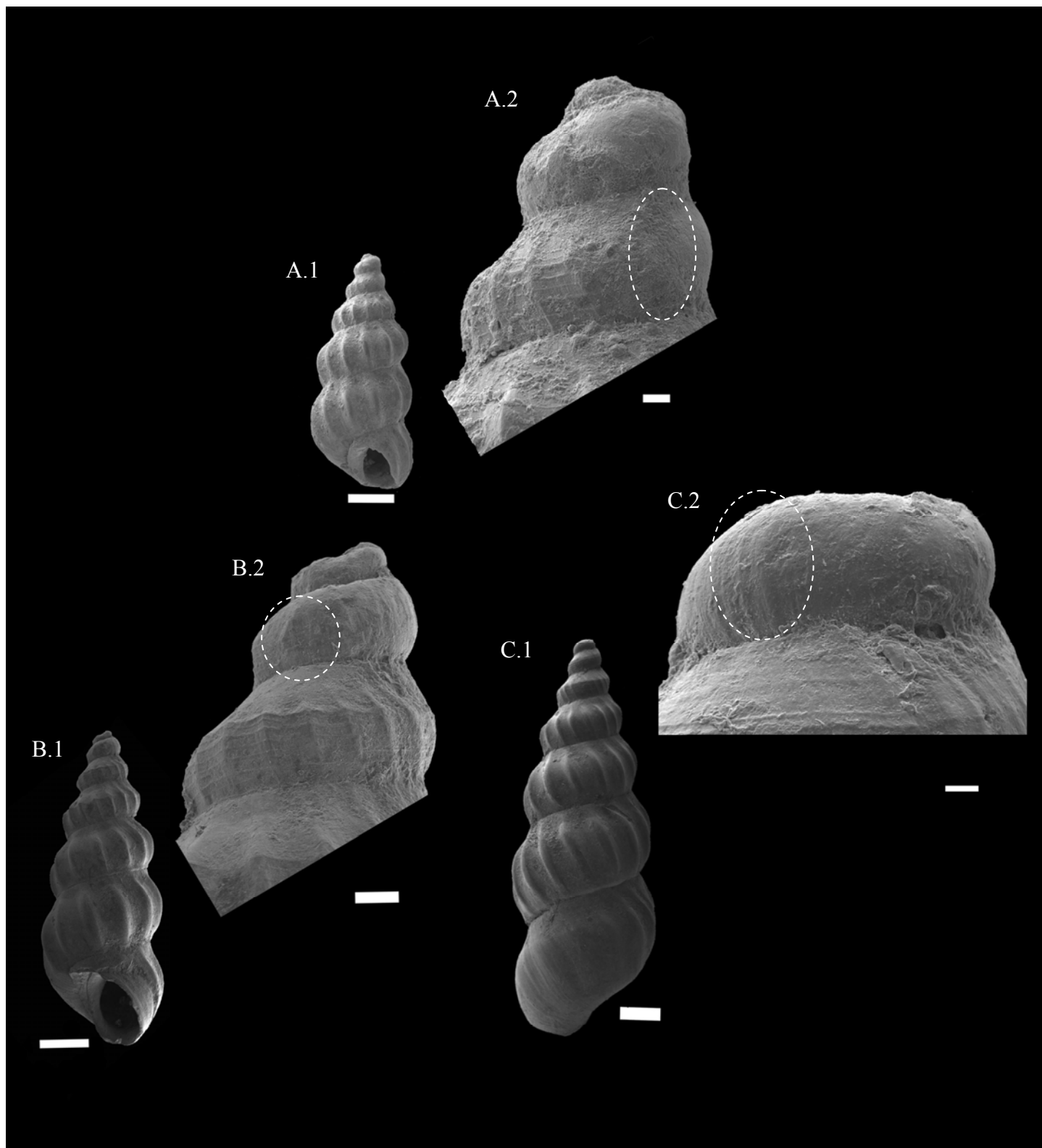
C - MPEG L24. Nível: 122,49m;

D- Estágios ontogénicos encontradas na Formação, o direcionamento da seta indica a ordem do crescimento. Em vista frontal. Escalas: 100 $\mu$ m;



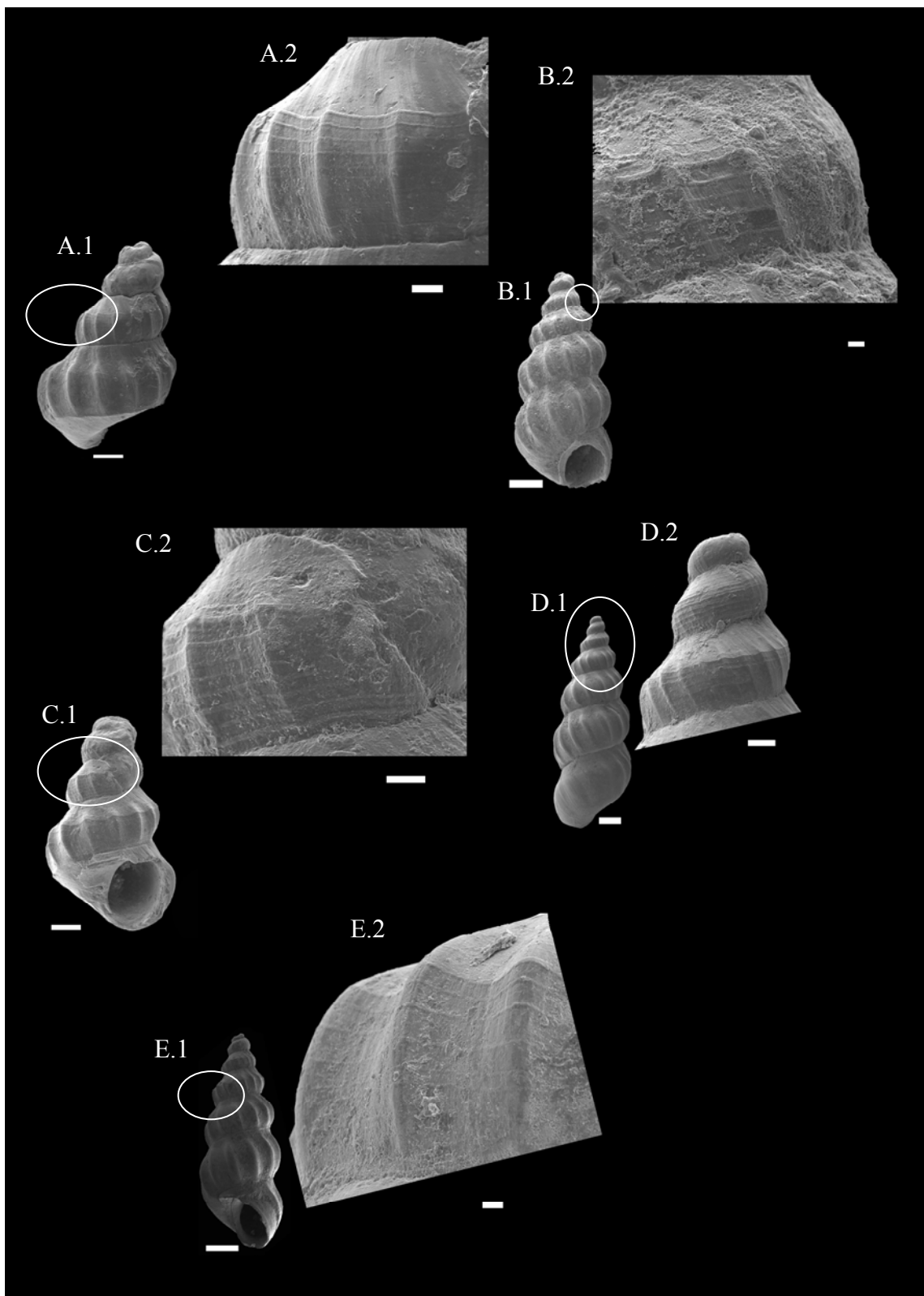
Estampa 4- *T.s. scarioides* do testemunho 1 AS 34-AM: Limite protoconcha-teleoconcha em diferentes estágios ontogenéticos.

- A- MPEG L1. Em vista dorsal. Escalas- A: 100 $\mu$ m. Nível: 121,09m;  
 B - MPEG L5. Em vista frontal. Escalas- B.1: 200 $\mu$ m; B.2: 100 $\mu$ m. Nível: 122,49m;  
 C - MPEG L7. Em vista lateral. Escalas- C.1: 100 $\mu$ m; C.2: 20 $\mu$ m. Nível: 130,85m;  
 D - MPEG L12. Em vista lateral. Escalas- D.1: 200 $\mu$ m; D.2: 50 $\mu$ m. Nível: 122,49m;



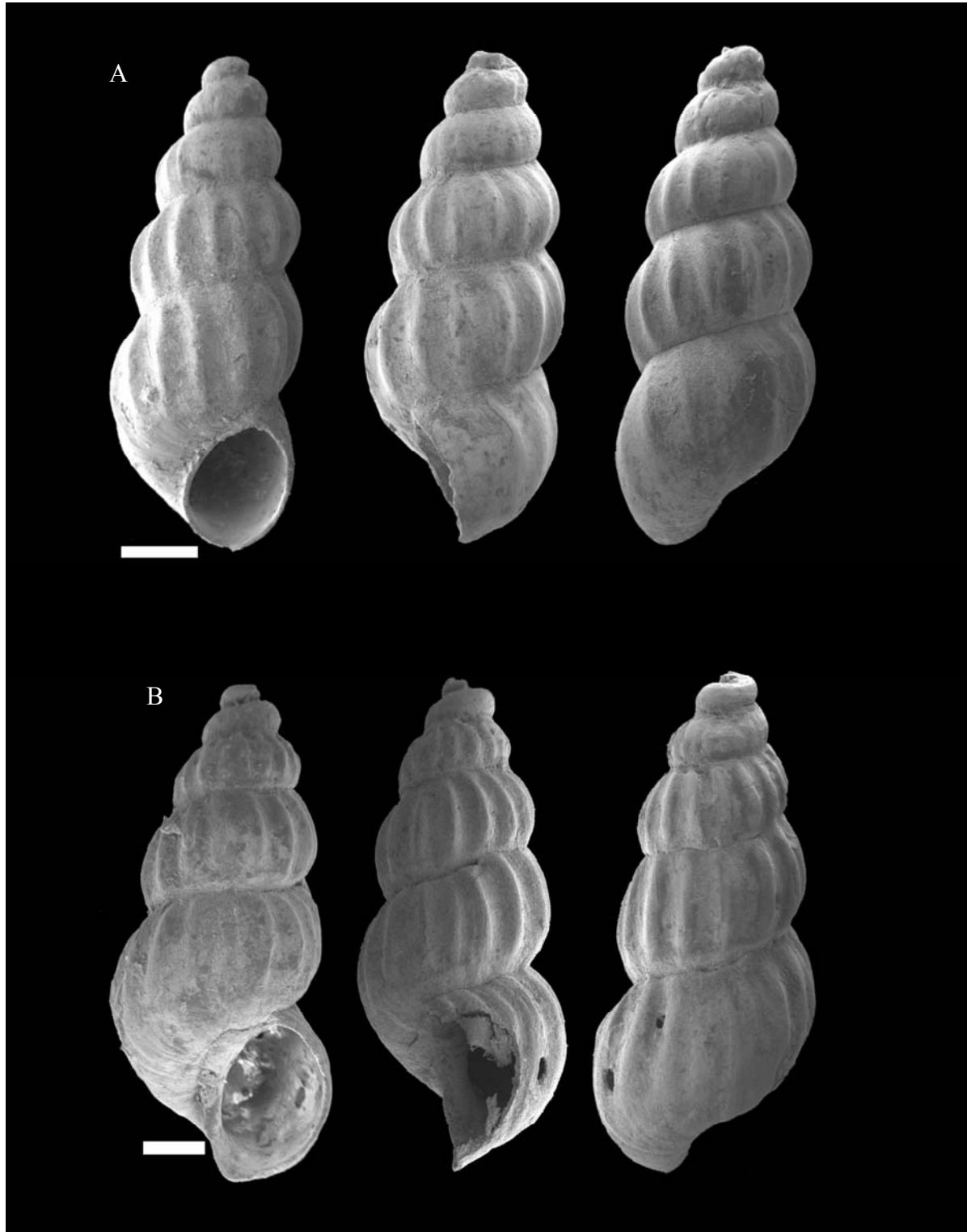
Estampa 5 *T.s. scalarioides* do testemunho 1 AS 34-AM. Limite protoconcha-teleoconcha em diferentes estágios ontogenéticos.

A- MPEG L15. Em vista lateral. Escalas- A.1: 500µm; A.2: 20µm. Nível: 122,49m;  
 B - MPEG L24. Em vista lateral. Escalas- B.1: 500µm; B.2: 100µm. Nível: 122,49m;  
 C - MPEG L17. Em vista dorsal. Escalas- C.1: 400µm; C.2: 25µm. Nível: 122,49m;

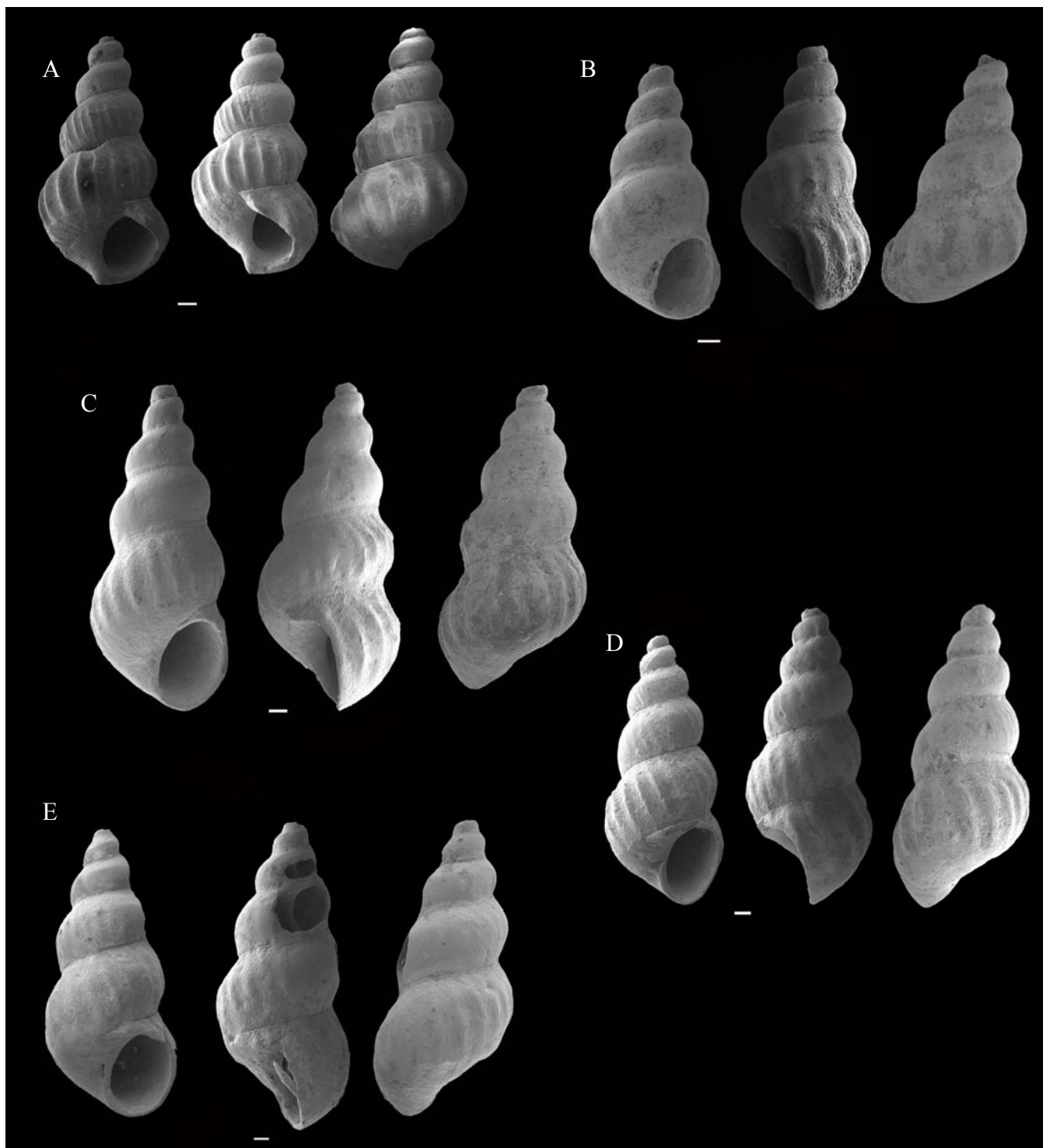


Estampa 6- *T.s. scalarioides* do testemunho 1 AS 34-AM. Em destaque a numerosa escultura espiral, característica da subespécie.

- A- MPEG L4. Em vista dorsal. A.1: 200 $\mu$ m; A.2: 50 $\mu$ m; Nível: 122,49m;  
 B- MPEG L15. Em vista frontal; B.1: 400 $\mu$ m; B.2: 20 $\mu$ m; Nível: 122,49m;  
 C- MPEG L5. Em vista frontal C.1: 200 $\mu$ m; C.2: 50 $\mu$ m; Nível: 122,49m;  
 D- MPEG L17. Em vista dorsal; D.1: 400 $\mu$ m; D.2: 100 $\mu$ m; Nível: 122,49m;  
 E- MPEG L24. Em vista lateral; E.1: 500 $\mu$ m; E.2: 20  $\mu$ m; Nível: 122,49m;

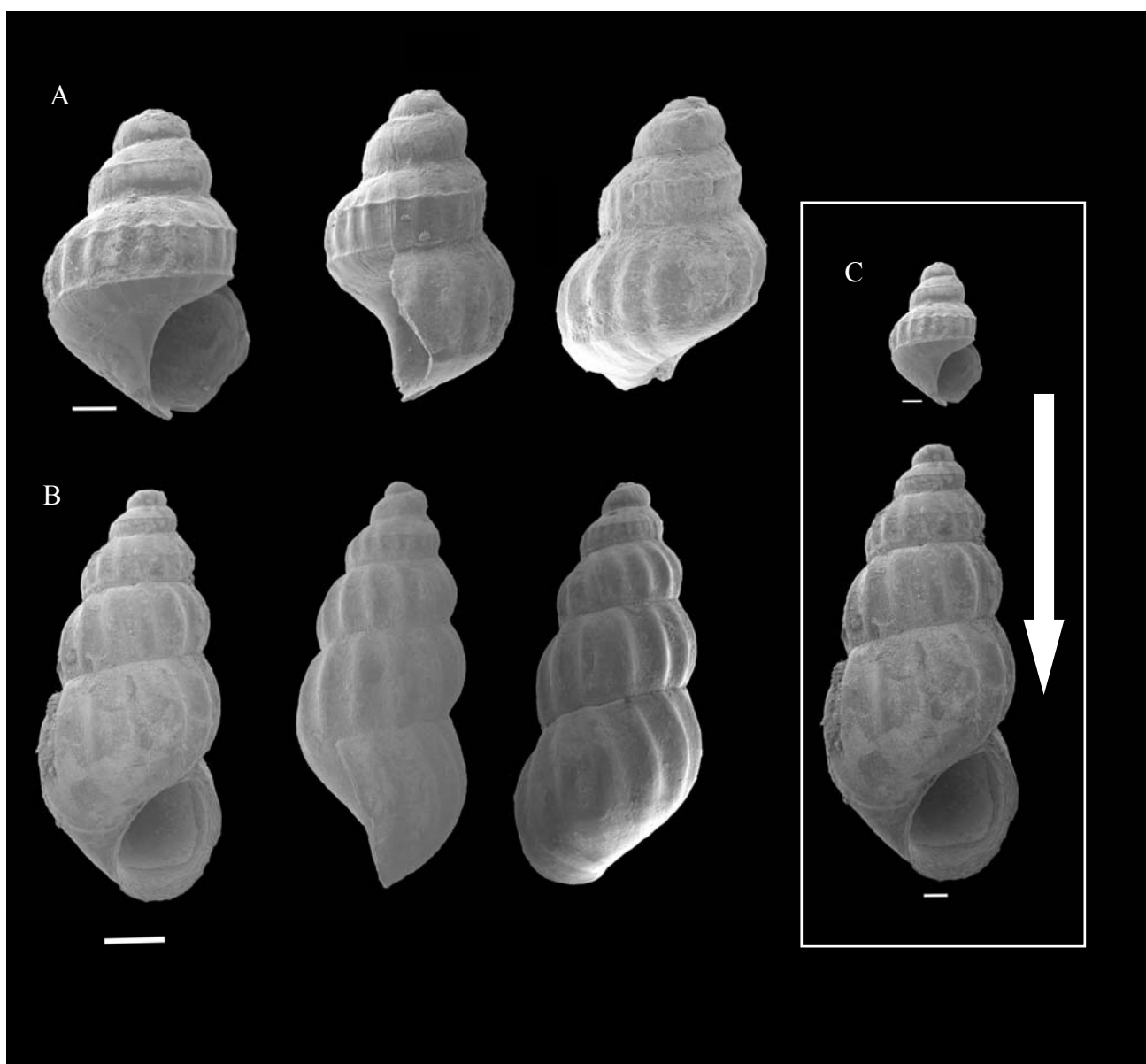


Estampa 7- *Tryonia* sp.1 do testemunho 1 AS 34-AM. Em vista frontal, lateral e dorsal, respectivamente; A e B: Escalas: 500 $\mu$ m;  
A- MPEG L36. Nível: 113,8m;  
B- MPEG L37. Nível: 115m;



Estampa 8- *Tryonia* sp.2 do testemunho 1 AS 34-AM. Em vista frontal, lateral e dorsal, respectivamente; Estágios ontogenéticos inferiores (A e B) e mais avançados (C, D e E). Escalas: 200 $\mu$ m. A-E- Nível 121,09m.

- A- MPEG L43;
- B- MPEG L48;
- C- MPEG L41;
- D- MPEG L40;
- E- MPEG L39;



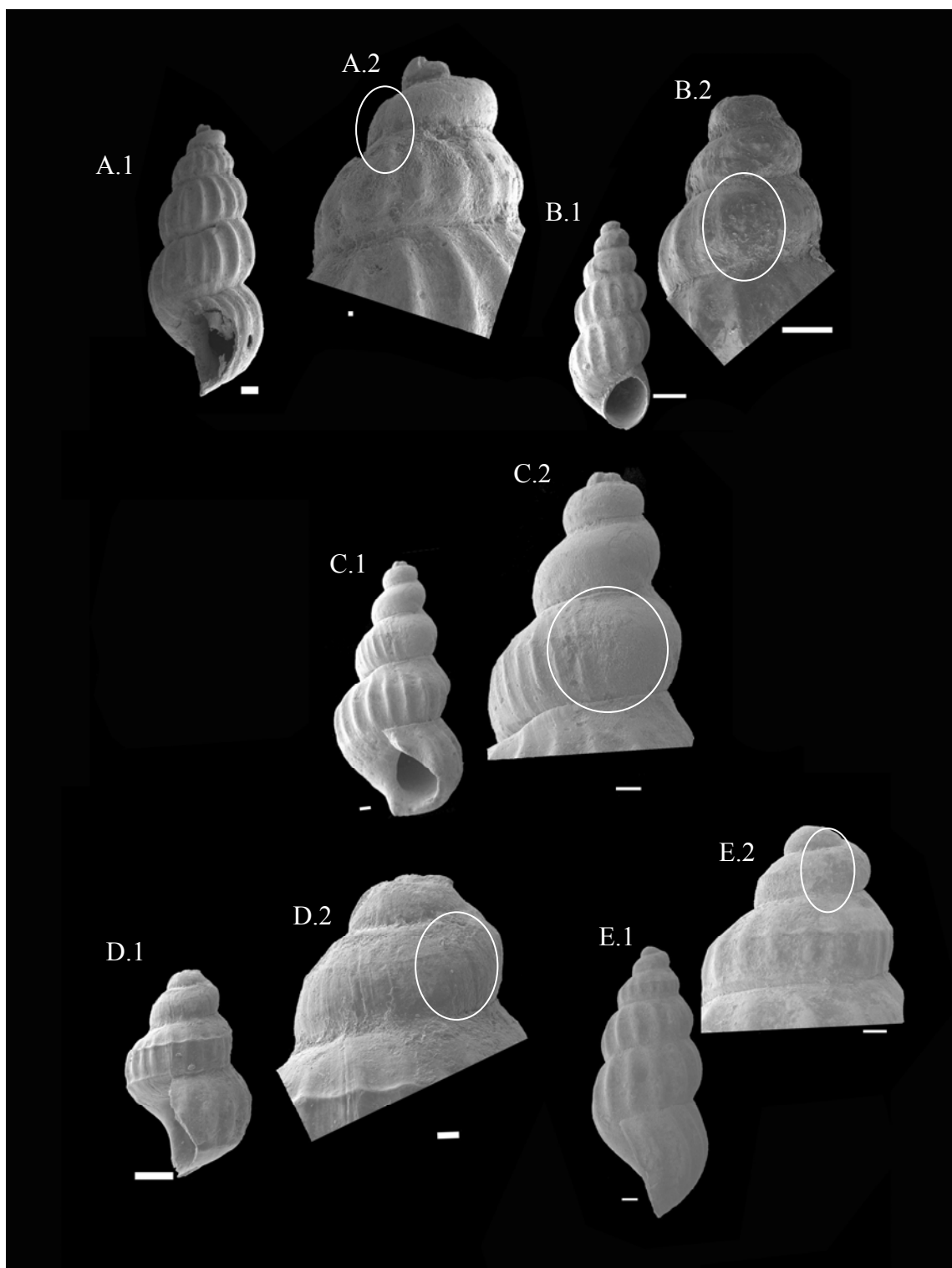
Estampa 9- A-C: *Tryonia* sp.3 do testemunho 1 AS 34-AM. Em vista frontal, lateral e dorsal, respectivamente;

A- MPEG L52. Escala: 250µm. Nível: 113,8m;

B- MPEG L51. Escala: 500µm. Nível: 115,3m;

C- Variação ontogenética. Escalas: 200µm.





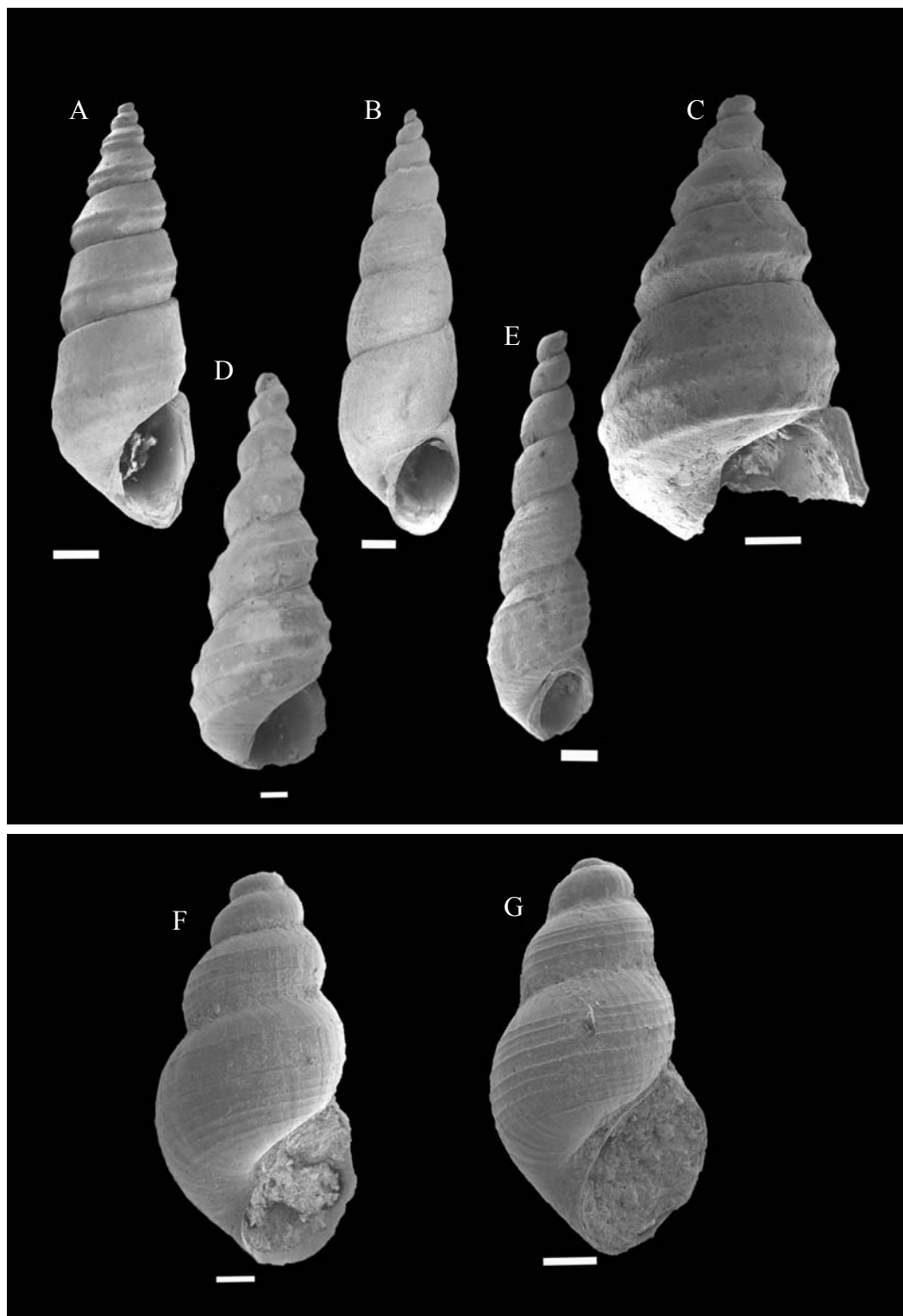
Estampa 10- Limite protoconcha-teleoconcha.

A e B *Tryonia* sp.1.

A- MPEG L36. A.1: 300 $\mu$ m; A.2: 250 $\mu$ m; Em vista frontal. Nível: 115m;  
 B- MPEG L37. B.1: 200 $\mu$ m; B.2: 20 $\mu$ m; Em vista lateral. Nível: 113,8m;  
 C- *Tryonia* sp.2 : 100 $\mu$ m; MPEG L43. Em vista lateral. Nível: 121,08m;

D e E- *Tryonia* sp.3

D- MPEG L52. D.1: 250 $\mu$ m; D.2: 50 $\mu$ m. Em vista lateral. Nível: 113,8m;  
 E - MPEG L51. E.1: 200 $\mu$ m; E.2: 100 $\mu$ m. Em vista lateral. Nível: 115,3m;



Estampa 11- Exemplos de Cochliopidae.

A – E Espécimes de *Dyris* do testemunho 1 AS 34-AM. Em vista frontal.

A- Escala: 1mm. Nível: 113,1m;

B- Escala: 500 $\mu$ m. Nível: 113,1m;

C- Escala: 500 $\mu$ m. Nível: 113,1m;

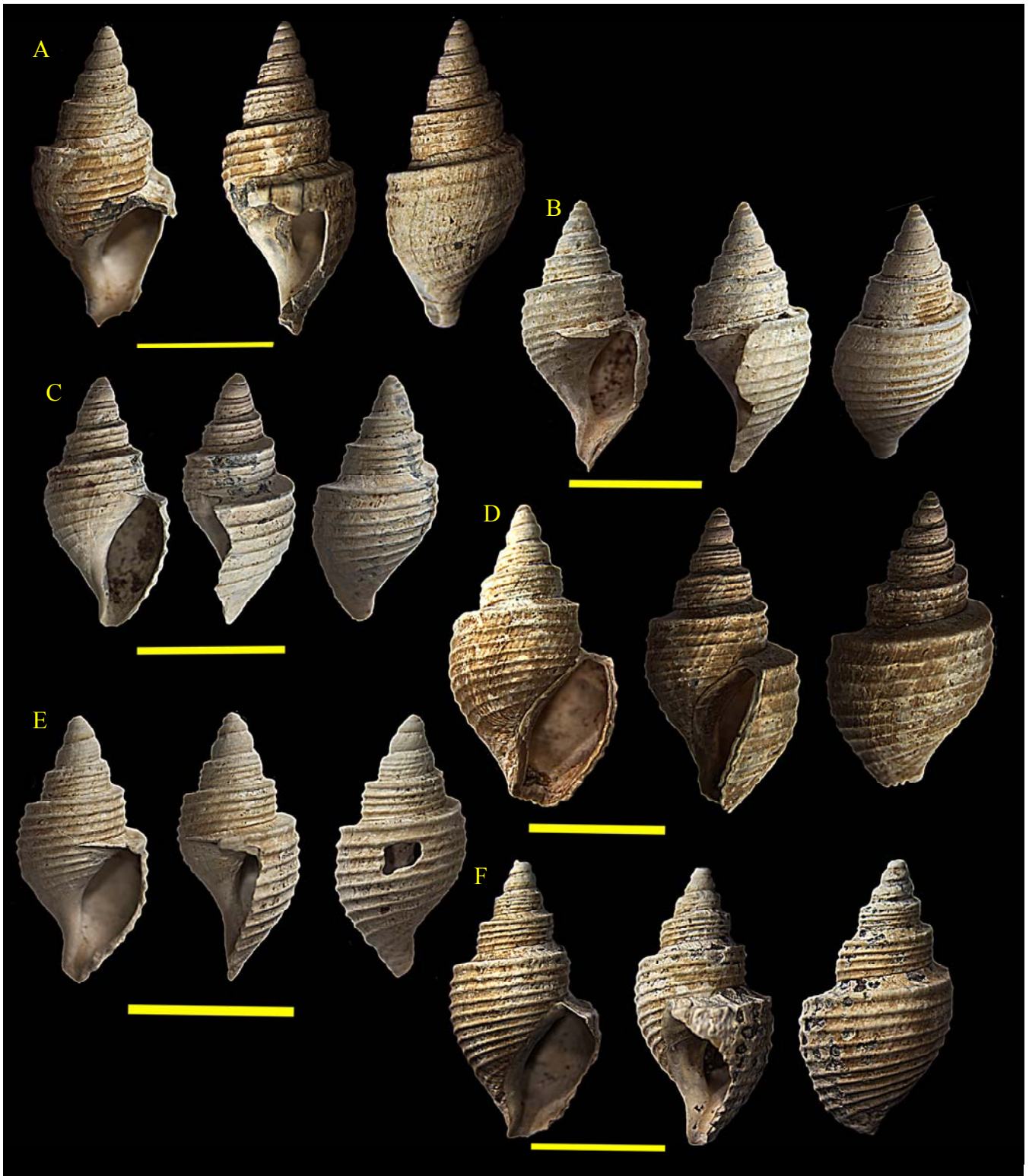
D- Escala: 250 $\mu$ m Nível: 130,85m;

E- Escala: 500 $\mu$ m. Nível: 130,85m;

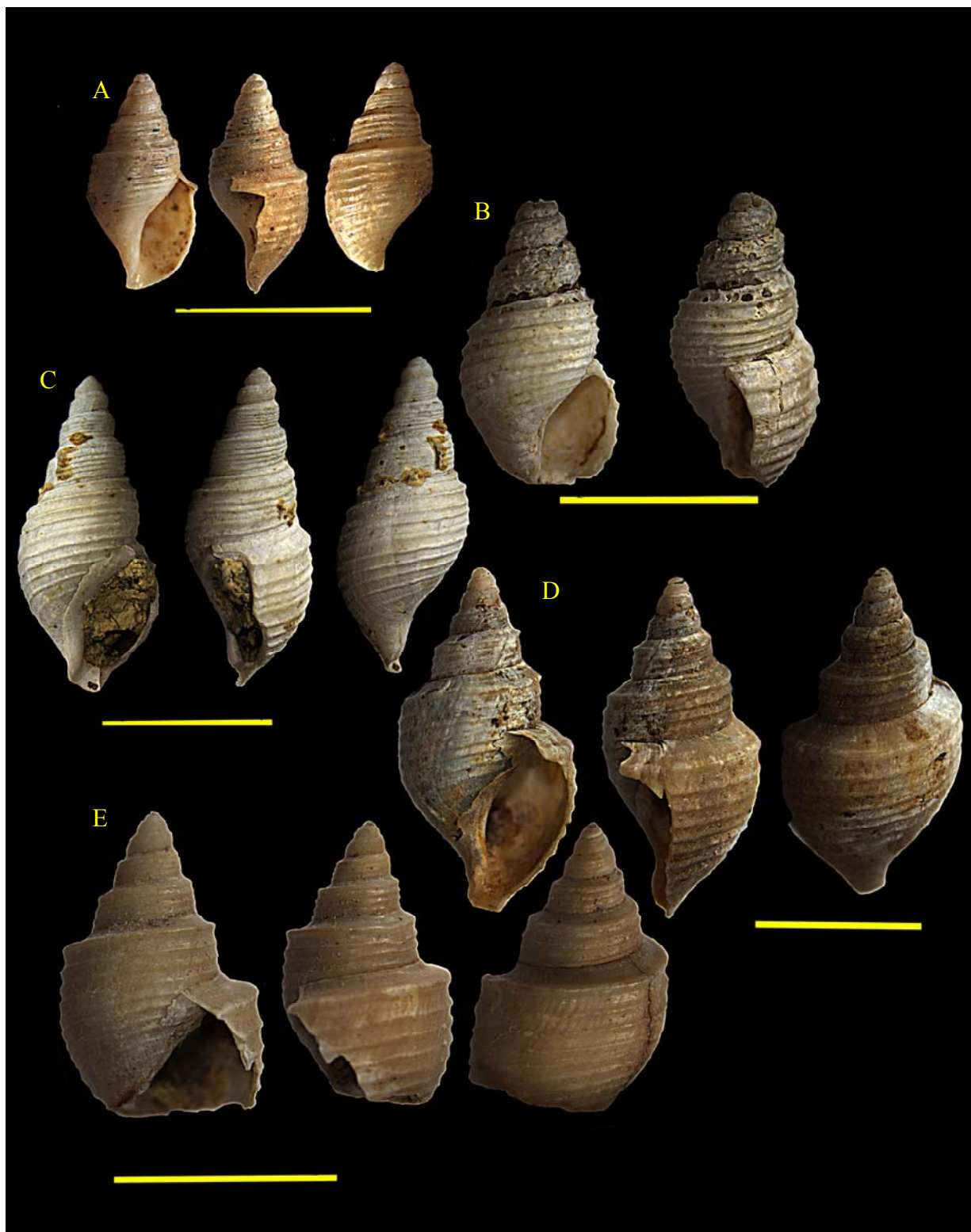
F e G- Espécimes de *Onobops* sp. de Aquidabã. Em vista frontal. Nível: AQ-54;

F- Escala: 200 $\mu$ m;

G- Escala: 250 $\mu$ m;



Estampa 12- Exemplos de Thiariidae (?*Aylacostoma browni*) do testemunho 1 AS 34-AM, em vistas frontal, lateral e dorsal respectivamente. Escalas: 0,7cm; A-F: Nível 113,1m



Estampa 13- Exemplares de Thiariidae (?*Aylacostoma browni*) do testemunho 1 AS 34-AM em vistas frontal, lateral e dorsal respectivamente. Escalas: 0,7cm;

- A- Nível: 115,3m
- B- Nível: 113,8m;
- C- Nível: 115m;
- D- Nível: 115,3m;
- E- Nível: 115,3m;





Estampa 14- Exemplos afloramentos. Escala: 0,7cm

A- Exemplo de Aquidabã. Família ?Pachychilidae. Nível: AQ-53;

B-D: Exemplos de Morada Nova. Família Thiaridae (*Hemisinus kochi*);

B- Nível: MN2;

C e D- Nível: MN5;

E- Exemplo de Morada Nova. Família Planorbidae. Nível: MN4.