



**SISTEMÁTICA E PALEOAUTOECOLOGIA DE MOLUSCOS
DA FORMAÇÃO SOLIMÕES (MIOCENO SUPERIOR, BACIA
DO ACRE, BRASIL) E IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS**

FELIPE NASCIMENTO SOUSA

**SÃO VICENTE – SP
2018**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

CAMPUS DO LITORAL PAULISTA

SISTEMÁTICA E PALEOAUTOECOLOGIA DE MOLUSCOS
DA FORMAÇÃO SOLIMÕES (MIOCENO SUPERIOR, BACIA
DO ACRE, BRASIL) E IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

FELIPE NASCIMENTO SOUSA

PROF. DR. RENATO PIRANI GHILARDI

Dissertação apresentada ao *Campus* do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE – SP
2018

S725s Sousa, Felipe Nascimento
Sistemática e paleoautoecologia de moluscos da
Formação Solimões (Mioceno Superior, Bacia do Acre,
Brasil) e implicações paleoambientais / Felipe Nascimento
Sousa. -- São Vicente, 2019
109 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientador: Renato Pirani Ghilardi

1. Oriente. 2. Cachoeira do Bandeira. 3. Castalia. 4.
Sioliella. 5. Pomacea. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

“Não há justiça... não neste mundo.”
Spartacus.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
AGRADECIMENTOS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PALEOECOLOGIA DO NEÓGENO AMAZÔNICO	5
1.2 PALEOAUTOECOLOGIA E FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DE BIVALVES E GASTRÓPODES	9
1.3 CONTEXTO GEOLÓGICO DA BACIA DO ACRE	24
2. OBJETIVOS	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	28
3.2 MATERIAL	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 COLEÇÕES CIENTÍFICAS E ABREVIACÕES	36
4.2 CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA	37
4.3 MORFOLOGIA FUNCIONAL.....	54
4.3.1 Características externas da concha.....	55
4.3.2 Características internas da concha	55
4.4 PALEOAMBIENTE	58
4.5 DISTRIBUIÇÃO BIOESTRATIGRÁFICA	60
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIAS	63
ESTAMPAS	71
ESTAMPA 1	72
ESTAMPA 2	74
ESTAMPA 3	76
ESTAMPA 4	78
ESTAMPA 5	80
ESTAMPA 6	82
ESTAMPA 7	84
ESTAMPA 8	86
ESTAMPA 9	88
ESTAMPA 10	90

ESTAMPA 11	92
ANEXOS	94
ANEXO 1	95
ANEXO 2	95
ANEXO 3	95
ANEXO 4	96
ANEXO 5	97
ANEXO 6	98
ANEXO 7	98
ANEXO 8	98
ANEXO 9	99
ANEXO 10	99

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Características estruturais de Bivalvia. a: vista lateral da valva direita de *Castalia ambigua* (IF 347). b: vista interna da valva direita de *Castalia ambigua* (IF 347). MD: margem dorsal; MV: margem ventral; Po: região posterior; An: região anterior; Cr: costela radial; Cc: costela concêntrica; Maa: cicatriz do músculo adutor anterior; Map: cicatriz do músculo adutor posterior; Lp: linha palial. 2
- Figura 2. Aspectos morfológicos em Gastropoda. a: vista lateral da concha de *Pomacea* sp. (IF 349). b: vista basal mostrando a abertura de *Pomacea* sp. (IF 349). 3
- Figura 3. Paleogeografia do Mioceno Inferior do noroeste sul americano mostrando os principais cursos d'água. Os rios que saem dos Andes e os rios que saem dos escudos Brasileiro e das Guianas se encontram na região subandina formando o sistema de rios sub-andinos. O fluxo preferencial é a noroeste, com incursões marinhas pelo mar do Caribe. Retirado de Medeiros (2017). 6
- Figura 4. Visualização do Sistema Pebas em sua máxima extensão em área. Os rios que antes se encontravam próximos ao mar do Caribe agora formam um lago de grandes proporções na região do Peru, Colômbia, Amazonas ocidental e Acre boreal. O fluxo principal agora tende a leste, ainda sofrendo influência marinha através do mar do Caribe. Retirado de Medeiros (2017). 7
- Figura 5. Modo de locomoção e de fixação dos bivalves. A posição de vida dos bivalves pode ser inferida a partir do modo de fixação. Os bivalves escavadores profundos e escavadores rasos são de infauna; bivalves livres, cimentados ou fixos por bisso são de epifauna; os escavadores semi-infaunísticos são de semi-infauna. Retirado e adaptado de Stanley (1968). 11
- Figura 6. Características da concha externa. a: vista lateral da valva esquerda de *Diplodon longulus*, IF-198; b: vista lateral da valva direita de *Diplodon longulus*, IF-195. An: região anterior. Po: região posterior. 14
- Figura 7. Algumas das feições morfológicas observadas na concha externa de bivalves, comparando os ambientes dulcícola e marinho. 1: *Obliquaria reflexa* (x 0,42). 2: *Bragraveia corrugata* (x 0,61). 3: *Cristaria plicata* (x 0,22). 4: *Arconaia lanceolata* (x 0,28). 5: *Arconaia lanceolata* (x 0,27). 6: *Hyridella ambigua* (x 0,44). Retirado e adaptado de Ghilardi & Simões (2002). 16
- Figura 8. Características morfológicas de diferentes tipos de concha de gastrópodes. A: abertura holostomada. B: concha involuta. C: canal sifonal inalante e varizes. D: plataforma, também pode ser chamada de rampa sutural ou apenas rampa. E: entalhe sifonal, pregas columelares e tubérculos; concha bicônica. F: a última volta é a única que pode ser vista por completo, contém a abertura e sua base pode ser plana; fasciola sifonal e lábio columelar. G: concha globosa, base da abertura é convexa; calo parietal. H: concha fusiforme, digitações nas espiras. I: concha convoluta. J: concha cônica, espiras gradadas; selenizona e ranhura. K: concha cônica, abertura holostomada. Retirado e adaptado de Camacho & del Río (1998). 21

Figura 9. Tipos de protoconcha. A: pauciespiral com ornamentação reticulada. B: heterostrófica. C: multiespiral. Retirado de Cox (1960) <i>apud</i> Camacho & del Río (1998).	22
Figura 10. Anatomia básica da concha de Gastropoda. Arquitetura (a: cônica; b: plano espiral; c, d: espiral). d: características principais da concha. Três tipos de opérculos (e, f, g). Retirado e adaptado de Pyron & Brown (2015).....	23
Figura 11. Mapa do Brasil demarcado com as bacias do Acre e Solimões. Retirado e adaptado de Milani <i>et al.</i> (2007).....	24
Figura 12. Mapa de localização da Formação Solimões com os pontos de coleta indicados, a saber: 1: Oriente, Acre; 2: Ponto 04, Acre; 3: Cachoeira do Bandeira, Acre. Os arcos de Iquitos e Purus estão de acordo com Cunha (2007) e Milani <i>et al</i> (2007). Retirado e adaptado de Medeiros (2017).....	28
Figura 13. Afloramento Talismã e seção estratigráfica. Retirado e adaptado de Bissaro Júnior <i>et al.</i> (2018).....	30
Figura 14. Índices biométricos em bivalves e gastrópodes. C: comprimento; A: altura; L: largura da concha (para ter a largura total nos bivalves, multiplique por dois); C-C': comprimento total da concha; A-A': altura da concha; L-L': largura total da concha; C-O: comprimento anterior da concha. O gastrópode ilustrado possui 4 voltas (3 voltas corporais e 1 volta de abertura). Retirado e modificado de Kosnik <i>et al.</i> (2006).....	33
Figura 15. Esquema representado os fatores que alteram a morfologia da concha dos bivalves. Retirado e adaptado de Stanley (1970) a partir de Ghilardi (1999).	35
Figura 16. Impressões musculares adutoras e linha palial. a: vista interna da valva direita de <i>Castalia ambigua</i> , IF-347; b: vista interna da valva direita de <i>Callonaia duprei</i> , IF-219; c: vista interna da valva esquerda de <i>Diplodon longulus</i> , IF-198. Maa: cicatriz do músculo adutor anterior; Map: cicatriz do músculo adutor posterior; LP: linha palial; sp: sinus palial.	57
Figura 17. Distribuição estratigráfica dos gastrópodes identificados. A região circulada indica a idade das localidades descritas anteriormente.	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos fósseis entre as localidades.....	31
Tabela 2. Termo descritivo e valores das medidas morfológicas das conchas de bivalves. Retirado e modificado de Stanley (1970).	34

RESUMO

Os moluscos, em especial os que apresentam concha calcária, são importantes organismos em estudos paleontológicos por terem partes corpóreas de difícil degradação já que apresentam conchas na parte externa do corpo, e também por serem preservados em formas de molde. Essas características são essenciais para entender o ambiente de vida do organismo, pois seus hábitos podem ser descritos de acordo com a morfologia funcional da concha. A Bacia do Acre é a única representante no Brasil das Bacias de Antepaís Andino e é limitada a leste pelo Arco de Iquitos, que a separa da Bacia do Solimões, a norte/noroeste pela Bacia de Marañon e a sul/sudeste pelas bacias de Ucayali e Madre de Dios, Peru. A Formação Solimões (Mioceno Superior) é um pacote sedimentar formado de depósitos neógenos situados na Amazônia ocidental. Tais depósitos são correlacionados com as formações Pebas, Curaray e Urumaco. São muitos os trabalhos recentes com foco na Formação Solimões, porém, poucos falam a respeito dos bivalves e gastrópodes da região, inclusive sobre a morfologia destes. Aqui, faz-se um estudo pormenorizado por meio de análises morfológicas com intuito de realizar inferências sobre o paleoambiente e a paleosalinidade regional nos fósseis encontrados na Formação Solimões, utilizando-se de exemplares depositados nas coleções científicas da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, coletados em diferentes regiões da Bacia do Acre: Oriente, Ponto 04 e Cachoeira do Bandeira, AC. De forma geral são classificados 5 gêneros de bivalves (*Castalia*, *Callonaia*, *Diplodon*, *Anodontites* e *Mycetopoda*) e 3 gêneros de gastrópodes (*Pomacea*, *Aylacostoma* e *Sioliella*). Foram identificados espécimes escavadores rasos e rápidos (*Castalia ambigua*, *Diplodon longulus* e *Mycetopoda pittieri*) e profundo e lento (*Callonaia duprei*). Contudo, nenhum dos táxons descritos apresenta afinidades com táxons marinhos sendo, portanto, exclusivos de condições dulceaquícolas fluviais ou lacustres. O levantamento bioestratigráfico dos gastrópodes aqui utilizado coaduna com a idade Tortoniana – Messiniana para os moluscos fósseis analisados. Assim, os resultados aqui obtidos confirmam, nem em forma de animais relictos, a ausência de comunicação entre os lagos descritos para o Mioceno Superior do Brasil com o ambiente marinho.

Palavras-chave: Oriente, Cachoeira do Bandeira, *Castalia*, *Sioliella*, *Pomacea*.

ABSTRACT

Mollusks, especially shells calcareous coated, are important organisms in paleontological studies because they have body parts of difficult degradation since they have shells in the external part of the body and also because they are preserved in mold forms. These characteristics are essential to understand the life environment of the organism, since their habits can be described according to the functional morphology of the shell. The Acre Basin is the only representative in Brazil of the Andean Foreland Basins and is bounded to the east by the Iquitos Arch, which separates it from the Solimões Basin, to the north/northwest by the Marañon Basin and to the south/southeast by the basins of Ucayali and Madre de Dios, Peru. The Solimões Formation (Upper Miocene) is a sedimentary package formed of Neogene deposits located in the western Amazon. These deposits are correlated with the Pebas, Curaray and Urumaco formations. There are many recent studies focusing on the Solimões Formation, but few works dealing with the bivalves and gastropods of the region, including their morphology. Here, a detailed study is carried out in morphological analyzes in order to make inferences about the paleoenvironment and the regional paleosalinity in the fossils found in the Solimões Formation, using specimens deposited in the scientific collection of the Federal University of Acre, Rio Branco, collected in different regions of the Acre Basin: Oriente, Ponto 04 and Cachoeira do Bandeira, AC. In general, 5 genera of bivalves (*Castalia*, *Callonaia*, *Diplodon*, *Anodontites*, and *Mycetopoda*) and 3 genera of gastropods (*Pomacea*, *Aylacostoma* and *Sioliella*) are classified. Specimens were identified as shallow and rapid burrowers (*Castalia ambigua*, *Diplodon longulus*, and *Mycetopoda pittieri*) and deep and slow burrowers (*Callonaia duprei*). However, none of the taxa described have affinities with marine taxa and are therefore unique to freshwater conditions. The biostratigraphic survey of the gastropods used here coincides with the Tortonian – Messinian age for the analyzed fossil mollusks. Thus, the results obtained here confirm neither in the form of relict animals absence of communication between the lakes described for the Upper Miocene of Brazil with marine conditions.

Key-words: Oriente, Cachoeira do Bandeira, *Castalia*, *Sioliella*, *Pomacea*.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da Universidade Federal do Acre (LPP/UFAC), em especial aos Profs. Drs. Jonas Pereira de Souza Filho e Edson Guilherme e à Coordenadora do LPP Msc. Andrea Aparecida Maciente, do *campus* de Rio Branco, e ao Prof. Dr. Francisco Ricardo Negri do *campus* de Cruzeiro do Sul pela oportunidade de trabalhar com os fósseis lá depositados e pela colaboração.

Aos profissionais das secretarias de Bauru, Letícia e Nicole, e de São Vicente, Fabiana, Hana e Amanda, pelos auxílios nas questões burocráticas da Pós e por sempre serem muito eficientes.

Aos professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UNESP/Bauru, responsáveis pela minha formação profissional e como ser humano, em especial ao Prof. Dr. Renato Pirani Ghilardi, que sempre muito sincero e companheiro se tornou mais que um orientador, à Prof. Dr. Fátima do Rosário Naschenveng Knoll pela amizade e pela iniciação nas ciências e ao Prof. Dr. Reginaldo José Donatelli.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Biodiversidade Aquática da UNESP/São Vicente, Prof. Dr. Francisco Sekiguchi de Carvalho e Buchmann e Profa. Dra. Milene Fornari pelo conhecimento transmitido e pelas sugestões para melhorar o texto final.

Aos companheiros de laboratório Fábio, Jeanninny, Maria Clara, Maurício, Fernanda, Sushi, Débora, Débora, Suzane, Heloísa, Geovane, Yasmin, Luana, Beatriz, Lucas, Ariane, Marianna, Gabriel e Victor pelos momentos de trabalho e trocas de ideia, muito construtivas para minha formação, assim como pelas horas de descontração e café, ocasiões importantes para colocar os pensamentos no lugar.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Cesar Marques da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela ajuda em classificar sistematicamente os fósseis.

A todos de minha família pela educação, criação, suporte e companheirismo durante todas as etapas de minha vida, inclusive esta da Pós-Graduação.

Aos meus colegas da graduação pelas discussões construtivas em sala de aula e fora dela, em especial aos amigos Raphael, Renata, Francisco, Caio, Iago, Faiçall, Fernanda, Jéssica, Bárbara, Nayara, Doug e Maumau pelas ótimas risadas.

À Naumteria UNESP/Bauru pelas horas de descontração durante os ensaios e pelos amigos que fiz lá.

Aos meus amigos de Ribeirão Preto, minha cidade natal, pelas poucas vezes que nos vimos durante os anos de minha graduação e Pós-Graduação e pela amizade verdadeira.

À Bruna Botteon Della Coletta por estar comigo nos momentos fáceis e difíceis desta caminhada.

Aos que ficaram e aos que foram.

1. INTRODUÇÃO

Os moluscos estão entre os filos de metazoários mais bem conhecidos e definidos, com cerca de 130.000 espécies existentes e 70.000 espécies fósseis já descritas, com provável diversidade real em torno de 200.000 espécies (Haszprunar *et al.*, 2008). Um dos primeiros registros fósseis de um organismo semelhante aos moluscos é proveniente da Fauna de Ediacara do Pré-Cambriano representado pela espécie *Kimberella quadrata* Glaessner & Wade, 1966 (Fedonkin & Waggoner, 1997; Fedonkin *et al.*, 2007; Ivantsov, 2009).

Capaz de se adaptar a diferentes ambientes e ocupar quase todos os nichos ecológicos de condições marinhas, salobras, dulcícolas e terrestres, o sucesso ecológico do grupo dos moluscos é resultado de um longo período evolutivo durante todo o Fanerozoico (Parkhaev, 2017). O filo Mollusca é dividido nos subfilos Conchifera e Aculifera, sendo as classes Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, Scaphopoda e Monoplacophora representantes atuais de Conchifera, e Polyplacophora e Aplacophora representantes atuais de Aculifera (Parkhaev, 2017).

As conchas dos moluscos possuem adaptações morfológicas específicas para o ambiente que habitam e refletem a grande diversidade que o grupo possui (D'ávila & Resende, 2016). Este grupo aparenta ser o mais favorável para estudos paleoambientais e paleoecológicos por apresentar certa abundância no registro geológico e pela íntima relação que existe entre a concha e os hábitos de vida do animal, mesmo com a ocorrência de mistura temporal e espacial e eventos de retrabalhamento entre os fósseis (Ghilardi, 1999). Dessa forma, reconhecer as características estruturais que sofrem modificações de um tipo de ambiente para outro é de extrema importância para estudos paleoambientais e paleoecológicos (Ghilardi & Simões, 2000; Fortunato, 2016).

Bivalves dulcícolas, viventes ou extintos, apresentam a estrutura da concha distinta das encontradas em bivalves marinhos (Savazzi & Peiyi, 1992). Tais características estruturais externas como escultura da margem ventral e da margem dorsal, ornamentação e espessura da concha, limite anterior e perímetro posterior, além da posição e altura do umbo, e internas como dentição, ligamento, linha palial e cicatriz muscular (Figura 1) são também relacionadas a hábitos de fuga, escavação, proteção, locomoção e sucção (de água para atingir penetração mais profunda) nos bivalves (Vermeij & Dudley, 1985; Savazzi & Peiyi, 1992).

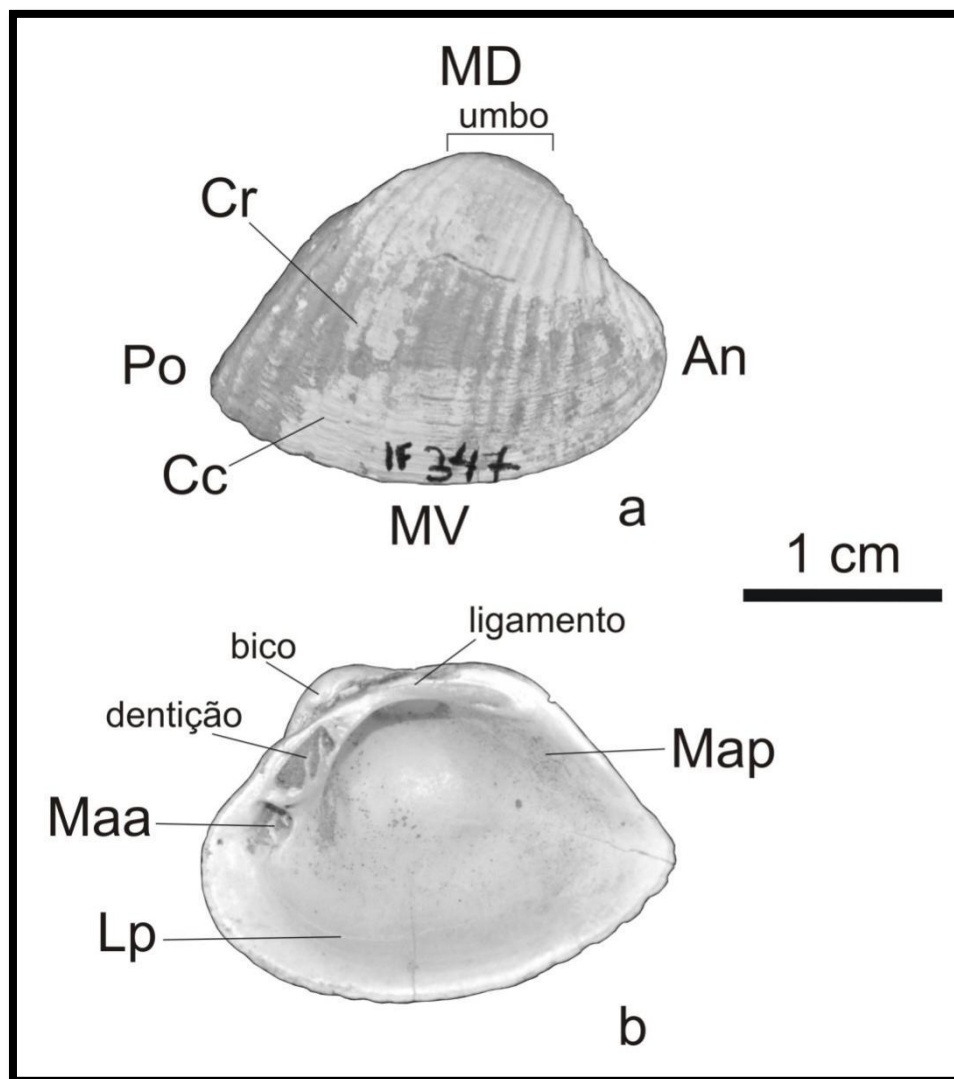


Figura 1. Características estruturais de Bivalvia. a: vista lateral da valva direita de *Castalia ambigua* (IF 347). b: vista interna da valva direita de *Castalia ambigua* (IF 347). MD: margem dorsal; MV: margem ventral; Po: região posterior; An: região anterior; Cr: costela radial;

Cc: costela concêntrica; Maa: cicatriz do músculo adutor anterior; Map: cicatriz do músculo adutor posterior; Lp: linha palial.

As conchas de gastrópodes dulcícolas também se distinguem das marinhas em aspectos estruturais como tipos de abertura, ornamentação, coloração e brilho, sendo os gastrópodes dulcícolas mais modestos em termos de ornamentação e menos coloridos (Vermeij & Covich, 1978) (Figura 2).

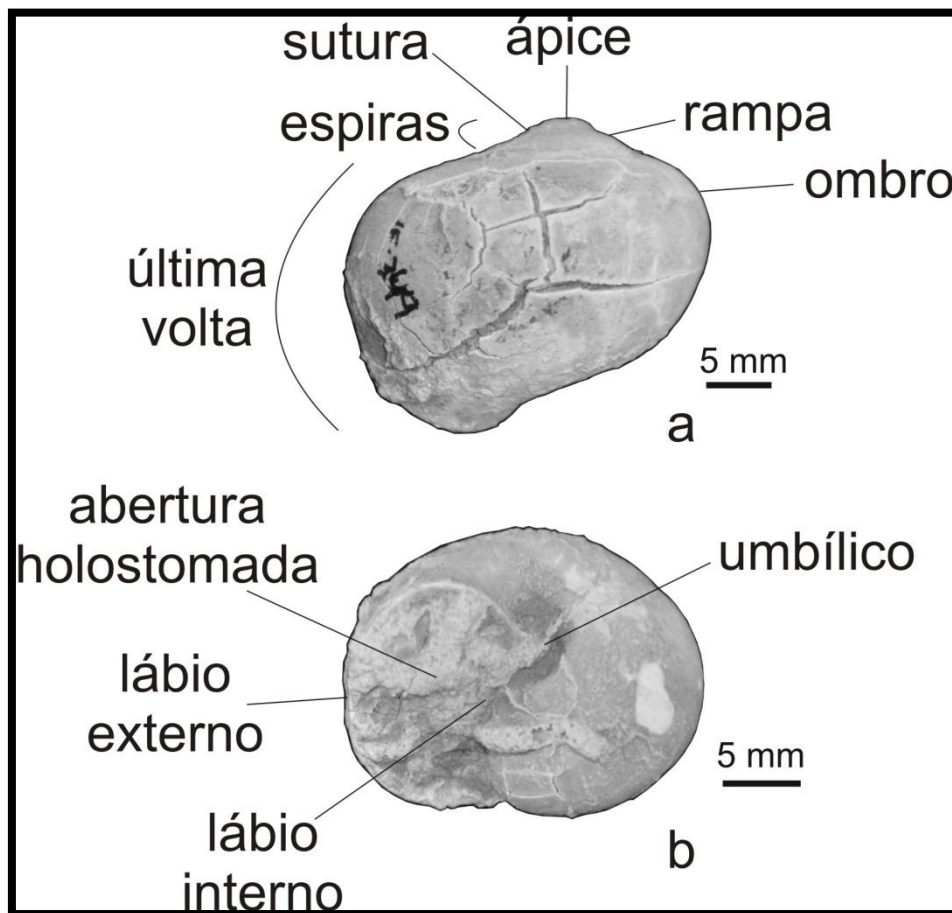


Figura 2. Aspectos morfológicos em Gastropoda. a: vista lateral da concha de *Pomacea* sp. (IF 349). b: vista basal mostrando a abertura de *Pomacea* sp. (IF 349).

Os atributos da morfologia, portanto, refletem a quantidade de predadores e as características do substrato que o ambiente abriga. À vista disso, a descrição da morfologia funcional da concha dos bivalves e gastrópodes da Formação Solimões (Mioceno Superior, Bacia do Acre) se mostra importante para fornecer informações adicionais sobre a paleoautoecologia destes indivíduos, além de estimar qual o teor

salino do paleoambiente deposicional (Fürsich, 1994; Ghilardi & Simões, 2002) e aumentar a gama de ferramentas para interpretações paleoambientais.

Apesar da quantidade de trabalhos para o Mioceno amazônico tratando-se de sua sedimentologia (Gringas *et al.*, 2002; Hovikoski *et al.*, 2008; Gross *et al.*, 2011), palinologia (Dino *et al.*, 2012; Silveira & Souza, 2017) e geoquímica (Kronberg *et al.*, 1989; Vonhof *et al.*, 1998; Bissaro Júnior, 2018), os estudos envolvendo a morfologia funcional dos moluscos fósseis para interpretações paleoambientais na Formação Solimões são poucos.

Dentre os poucos trabalhos que tratam de moluscos do noroeste amazônico, os trabalhos de Nuttall (1990), Wesselingh (2006a) e Wesselingh *et al.* (2006) merecem destaque. O primeiro compreende uma extensa revisão sistemática de moluscos não marinhos da Formação Pebas, principalmente, e de outras Formações vizinhas. O segundo também trata da Formação Pebas, da Amazônia peruana e colombiana, relatando uma série de novas espécies. Por fim, o último consta alguns exemplares de moluscos da Formação Solimões do oeste amazônico brasileiro e abrange fósseis coletados por expedições de campo dos autores e outros já descritos previamente por Roxo (1924, 1937) e Maury (1937). Desta forma, o entendimento sobre a paleoautoecologia de moluscos da Formação Solimões se mostra deficitária.

1.1 PALEOECOLOGIA DO NEÓGENO AMAZÔNICO

A evolução do Cenozoico amazônico foi marcada por diversos períodos aproximadamente síncronos e de efeito similar por toda sua extensão (Roddaz *et al.*, 2010). No Paleógeno, por exemplo, a drenagem fluvial era dividida geologicamente no leste amazônico, entre o curto curso que fluía para leste sentido Oceano Atlântico e entre o longo curso que fluía para oeste, desaguando no Oceano Pacífico e no norte do continente sul americano (Hoorn *et al.*, 2010a). As regiões oeste e noroeste eram caracterizadas pela alternância entre os fluxos fluviais e condições de água salobra provindas das incursões marinhas (Roddaz *et al.*, 2010).

Antes do soerguimento da Cordilheira dos Andes, os rios corriam em direção ao Oceano Pacífico (Hoorn, 1994a) e os sedimentos eram trazidos dos escudos Brasileiro e das Guianas. Os rios entrelaçados do Cretáceo foram substituídos por grandes lagos de água rasa e doce, alimentados por rios meandantes e de baixa energia (Wanderley Filho *et al.*, 2007). Com o encontro das placas e posterior soerguimento da Cordilheira, os sedimentos tomaram caminho contrário ao que era antes, e começaram a se depositar no Atlântico. Esse evento alterou a paleoecologia da região, selecionando os organismos aptos a sobreviverem nesse ambiente (Hoorn, 1993).

Com um número relativamente baixo de afloramentos neógenos na Amazônia, os depósitos do Mioceno ganham destaque (Vanhof & Kaandorp, 2010). Durante muitas décadas foram alvo de expedições paleontológicas e os fósseis lá encontrados são inúmeros, como tartarugas (Bocquentin & Guilherme, 1997), quirópteros (Czaplewski, 1996), ostrácodes (Gross *et al.*, 2013), grandes mamíferos (Negri *et al.*, 2010), escamados (Hsiou, 2010), marsupiais (Czaplewski, 1996; Cozzuol *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2013), primatas (Kay & Cozzuol, 2006), vertebrados (Cozzuol, 2006), roedores (Kerber, 2017) e moluscos (Nuttall, 1990; Vanhof *et al.*, 1998; Wesselingh *et*

al., 2002; Wesselingh 2006a; Wesselingh *et al.*, 2006), caracterizando um ambiente continental com cursos fluviais, regiões pantanosas e lacustres (Vonhof *et al.*, 2003).

Mudanças intensas ocorreram durante o Mioceno Inicial e Médio, na geografia e no meio ambiente do noroeste amazônico (Hoorn, 1994b) (Figura 3). Fato este deve ser atribuído à grande atividade tectônica que acontecia, com a aproximação da Placa do Pacífico à Placa Sul americana, soerguendo os Andes e gerando o Caribe (Frailey *et al.*, 1988; Hoorn, 1993).

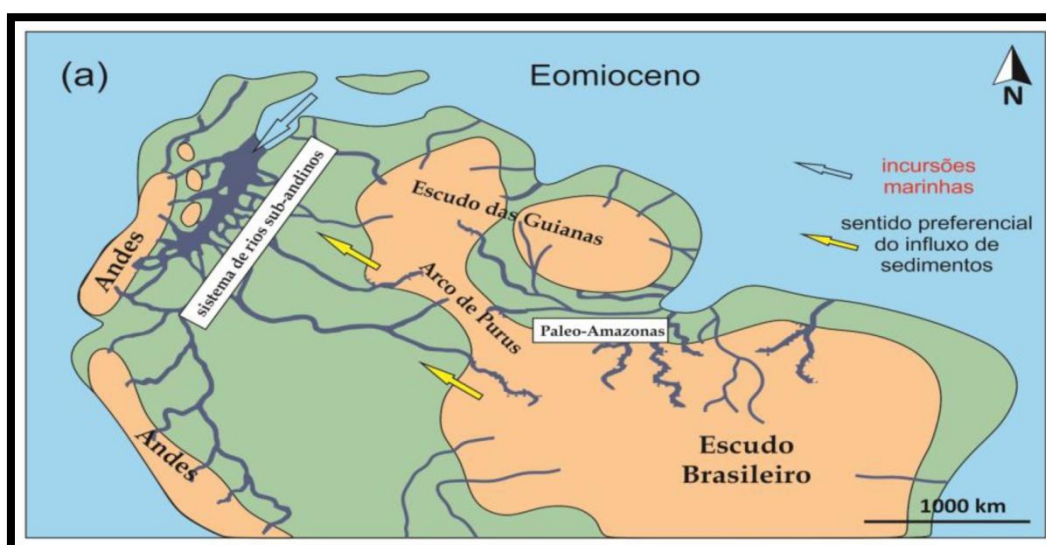


Figura 3. Paleogeografia do Mioceno Inferior do noroeste sul americano mostrando os principais cursos d'água. Os rios que saem dos Andes e os rios que saem dos escudos Brasileiro e das Guianas se encontram na região subandina formando o sistema de rios sub-andinos. O fluxo preferencial é a noroeste, com incurções marinhas pelo mar do Caribe. Retirado de Medeiros (2017).

Durante o Mioceno Médio, os rios, lagos e pântanos abrangeram grande parte da região e tiveram seu máximo alcance em área (Hoorn *et al.*, 2010b) (Figura 4). Durante este período, a barreira oceânica do Panamá ainda não tinha sido formada (Woodring, 1966) e as correntes marítimas apresentavam direções diferentes das dos dias atuais, o que refletia diretamente no clima da região amazônica. Entretanto, a fauna que habitava a região era rica e diversa, com vertebrados, moluscos, ostrácodos, além de várias espécies de vegetais (Hoorn, 1993).

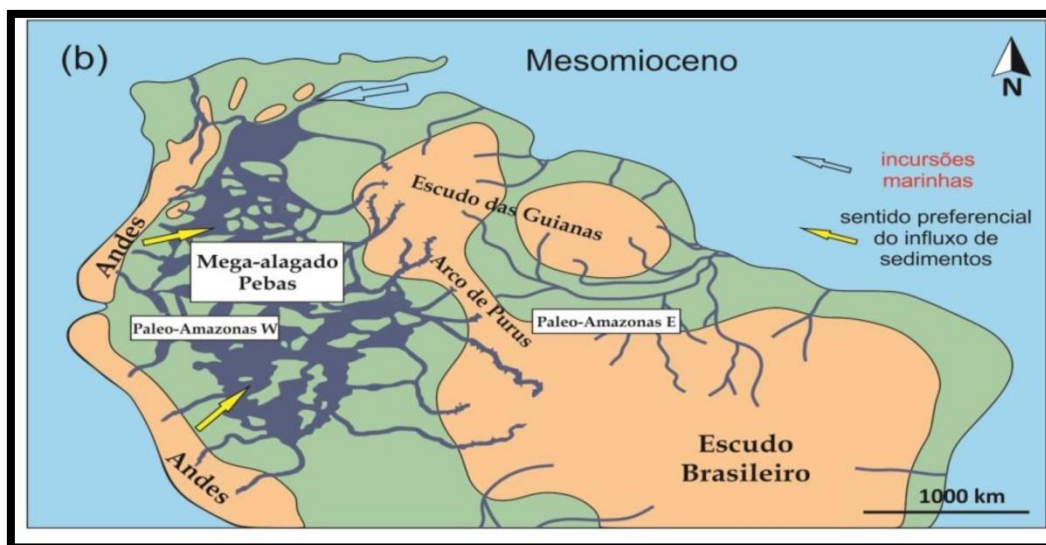


Figura 4. Visualização do Sistema Pebas em sua máxima extensão em área. Os rios que antes se encontravam próximos ao mar do Caribe agora formam um lago de grandes proporções na região do Peru, Colômbia, Amazonas ocidental e Acre boreal. O fluxo principal agora tende a leste, ainda sofrendo influência marinha através do mar do Caribe. Retirado de Medeiros (2017).

O paleoambiente predominante no Mioceno era aquático, sendo que muitos afluentes do rio Amazonas foram originados nas bacias andinas, criando um sistema de rios e lagos na região (Wesselingh, 2006b; Westway, 2006). Entretanto, a influência da maré é evidente, em diferentes níveis de intensidade e área atingida (Hoorn, 1993; Räsänen *et al.*, 1995; Hovikoski *et al.*, 2008).

Apesar da dificuldade de encontrar afloramentos na região da Floresta Amazônica, devido à grande quantidade de árvores e rios, a Formação Solimões se destaca, pois apresenta vários pontos de coleta em superfície, tornando possível o estudo das camadas e dos fósseis existentes (Wesselingh, 2007).

Ainda há dúvidas em relação ao ambiente deposicional predominante durante a deposição da Formação Solimões (Mioceno Superior) na Bacia do Acre. As principais questões se relacionam à influência marinha, ou não, na região e se houve, qual a intensidade dessa incurção marinha e qual o seu tempo de duração. De acordo com Webb (1995), as prováveis incurções marinhas durante o Mioceno Médio e Superior foram tamanhas que se formou uma conexão entre o Atlântico Sul e o Mar do Caribe

através do Pantanal, Chaco e Amazônia. Para Räsänen *et al.* (1995), os sedimentos do Mioceno Superior do Acre se depositaram em condições marinhas. Ainda, a presença de *Dyphes* sp. sugere influência de águas marinhas na região de Tabatinga, AM, e sua associação com a forma guia *Psilatricolporites caribbiensis* indica idade Pliocena para essa fase (Silveira & Souza, 2017). Isto, no entanto, não contradiz o levantamento anterior de Hoorn (1993) ou Boonstra *et al.* (2015), que registram incursões marinhas no Mioceno médio a superior.

Entretanto, os trabalhos de Latrubesse *et al.* (2007) e Latrubesse *et al.* (2010) rejeitam a hipótese de uma incursão marinha durante o Mioceno Superior. Dessa forma, o estudo dos moluscos fósseis serviria como ferramenta complementar para compreender o paleoambiente deposicional da Formação Solimões. Muitos estudos já apresentaram os moluscos como principais indicadores paleoambientais (Vonhof *et al.*, 1998; Ghilardi, 1999; Ghilardi & Simões, 2000; Ghilardi & Simões, 2002; Kaandorp *et al.*, 2005; Wesselingh, 2008; Ghilardi & Rosa, 2010). Ademais, os traços de vida deixados por organismos também são utilizados como evidências para interpretações paleoambientais (Gringas *et al.*, 2002; Carmona *et al.*, 2007).

Por esses motivos, são de fundamental importância ao entendimento do paleoambiente existente durante a deposição da Formação Solimões na Bacia do Acre, a descrição da morfologia funcional e o detalhamento da paleoautoecologia dos bivalves e gastrópodes.

1.2 PALEOAUTOECOLOGIA E FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DE BIVALVES E GASTRÓPODES

O estudo paleoecológico de bivalves e gastrópodes é importante para a reconstrução paleoambiental, para a compreensão da interação de organismos pretéritos com o ambiente e com outros organismos em interações intra e interespecíficas possíveis, inferências do hábito de vida desses organismos e comportamento, além das causas de sobrevivência e extinção. A paleoautoecologia trata das interações do indivíduo com o meio biótico e abiótico, reconstruindo o antigo ambiente de vida a partir do entendimento da morfologia funcional (Ghilardi, 1999).

A maioria dos estudos de bivalves fósseis está voltada para organismos marinhos; estes, mais diversificados, despertam maior interesse em estudos (Vermeij & Dudley, 1985). Entretanto, bivalves de água doce também possuem características únicas e são tão importantes quanto bivalves marinhos para estudos paleontológicos.

Para compreender e reconstruir a morfologia de um organismo e como essa morfologia implica diferentes hábitos de vida é necessário utilizar três processos metodológicos descritos por Reif (1983):

1 – Comparar os organismos pretéritos com organismos atuais. Desse modo, podemos inferir que a função de determinado órgão em um organismo vivente é a mesma função do mesmo órgão em um organismo fóssil.

2 – Estudar a sedimentologia para a interpretação ambiental, ou seja, inferir o paleoambiente com auxílio da sedimentologia.

3 – Interpretar as funções das estruturas dos fósseis.

De acordo com Stanley (1970) o hábito de vida de bivalves fósseis pode ser dividido em três grandes categorias: **a:** posição de vida; **b:** modo de locomoção e fixação; **c:** mecanismos de alimentação.

A posição de vida de um bivalve é a posição que o mesmo ocupa no substrato. As diferentes posições de vida podem ser divididas em organismos de: **a:** epifauna, quando ocupam a superfície do substrato; **b:** infauna, quando se encontram sob a superfície do substrato, ou seja, em um ambiente de profundidade; **c:** semi-infauna, quando se encontram também sob a superfície de um substrato, porém, não tão profundamente como os organismos de infauna. Bivalves de ambientes mais profundos, em relação ao substrato, sofrem menor ação de possíveis predadores (Stanley, 1970; Savazzi & Peiyi, 1992).

Em relação ao modo de locomoção e fixação de bivalves, podemos classificar em sete grupos: **a:** fixados ao substrato por bisso, um filamento produzido pela glândula bissal; **b:** cimentados, ou seja, a concha produz uma secreção de aderência ao solo; **c:** reclinados, não possuem capacidade de fixação, encontram-se apenas encostados no substrato; **d:** natantes, ou seja, nadam livremente pela água; **e:** escavadores, que com o movimento de estruturas corporais conseguem penetrar o substrato onde realizam todas as atividades necessárias para sobrevivência; **f:** perfuradores de substratos duros, do mesmo modo que os escavadores, esse grupo consegue perfurar o solo, porém, podem ser temporários; **g:** aninhadores, se instalam em cavidades confeccionadas anteriormente por outros organismos, pois não possuem a capacidade de penetração no substrato (Ghilardi, 1999) (Figura 5).

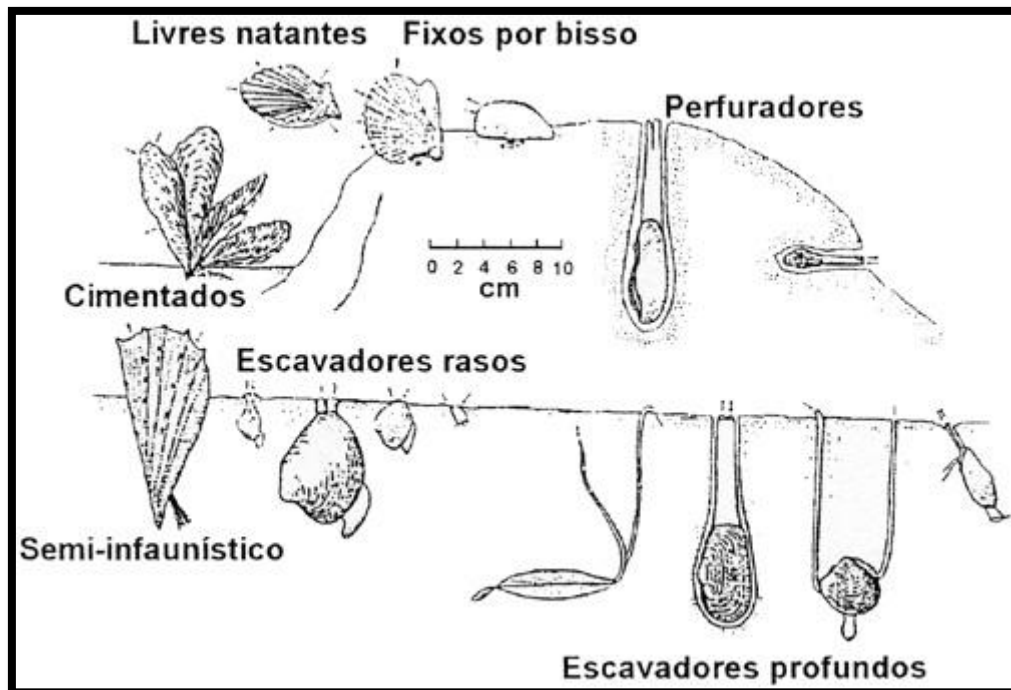


Figura 5. Modo de locomoção e de fixação dos bivalves. A posição de vida dos bivalves pode ser inferida a partir do modo de fixação. Os bivalves escavadores profundos e escavadores rasos são de infauna; bivalves livres, cimentados ou fixos por bisso são de epifauna; os escavadores semi-infaunísticos são de semi-infauna. Retirado e adaptado de Stanley (1968).

Em relação à alimentação, os bivalves podem ser suspensívoros, ou seja, se alimentam da matéria orgânica em suspensão na coluna de água, que é inalada por uma estrutura denominada sifão. Estão relacionados com ambientes de sedimentos com grânulos grossos, pois devido o movimento da água as partículas finas de alimentação se encontram em suspensão na coluna d'água. Podem ainda ser detritívoros, ou seja, se alimentam de outros organismos mortos ou de matéria orgânica em decomposição presentes no substrato, relacionados com ambientes de substrato mais fino (Davis, 1925; Sanders, 1956).

É importante ressaltar que as características acima citadas foram estudadas e descritas a partir de bivalves marinhos. Embora bivalves dulcícolas não apresentem todas as características presentes nos organismos marinhos, todos os gêneros e espécies podem ser classificados nas divisões citadas anteriormente.

A morfologia funcional nos permite inferir o hábito de vida do organismo, sendo assim, a análise de algumas estruturas torna-se indispensável para tal. Charneiras ou ligamento são estruturas internas da concha, que por muitas vezes não são possíveis de se observar em fósseis devido ao grau elevado de fragmentação ou da não preservação dessas partes. Estruturas localizadas na região charneira denominadas dentes evitam o deslizamento lateral da concha, fazendo com que as duas valvas se fechem simultaneamente (Ruppert & Barnes, 1996). A análise dessa característica possibilita, por exemplo, inferir se o animal pertence ao grupo de escavadores profundos ou escavadores rasos (Stanley, 1970).

Organismos escavadores profundos possuem charneiras edentelosas, ou seja, com a ausência de dentes e fossetas, o que facilita o movimento de escavação das valvas, característica essa não encontrada em bivalves de água doce. Charneiras com dentes e fossetas são encontradas em organismos escavadores rasos, pois a presença desses facilita o movimento rápido das valvas ao longo do plano de comissura (Stanley, 1970). De acordo com Kauffman (1969), a dentição é importante para análises sistemáticas, assim como dados evolutivos sobre os grupos.

Características internas dificilmente são preservadas, entretanto, características externas da concha aparecem com mais frequência no registro fóssilífero, tornando possível, assim, algumas análises pertinentes ao estudo paleoautoecológico. Descontinuidades no plano de comissura, espessuras das valvas, tipos de ornamentação e a forma da concha são distintos entre bivalves de diferentes espécies, merecendo uma maior atenção (Stanley, 1970).

Em bivalves escavadores, estruturas externas nas conchas tornam difícil a proteção da mesma contra abrasões do substrato e dificultam a escavação devido ao atrito entre o sedimento e a ornamentação da concha. Por esse motivo, a maioria dos

bivalves dulcícolas tem a concha lisa. As ornamentações presentes nas conchas de bivalves dulcícolas distribuem a abrasão para toda a superfície da concha e não apenas para uma região, facilitando a escavação (Savazzi & Peiyi, 1992).

Os bivalves de águas continentais possuem estruturas externas características e importantes, que determinam o hábito de vida. Dentre as estruturas, é importante citar aqui os tubérculos, que são encontradas apenas em bivalves dulcícolas, com função de estabilizar e ancorar os bivalves (Vermeij & Dudley, 1985).

Outras estruturas são raramente encontradas em bivalves dulcícolas, como a lúnula. Esta estrutura proporciona um aumento na velocidade de escavação em bivalves marinhos, entretanto, em bivalves de água doce a estrutura citada não apresenta função relacionada à escavação (Vermeij & Dudley, 1985).

Outra estrutura típica de bivalves dulcícolas é uma extensão dorsal das margens da concha, posterior ao umbo, denominada *claustrum*, que auxilia a abertura das valvas contra a pressão que o ambiente proporciona, além de aumentar a rigidez da charneira (Savazzi & Peiyi, 1992; Vermeij & Dudley, 1985). Os espécimes IF-195 e IF-198 apresentam tal feição (Figura 6).

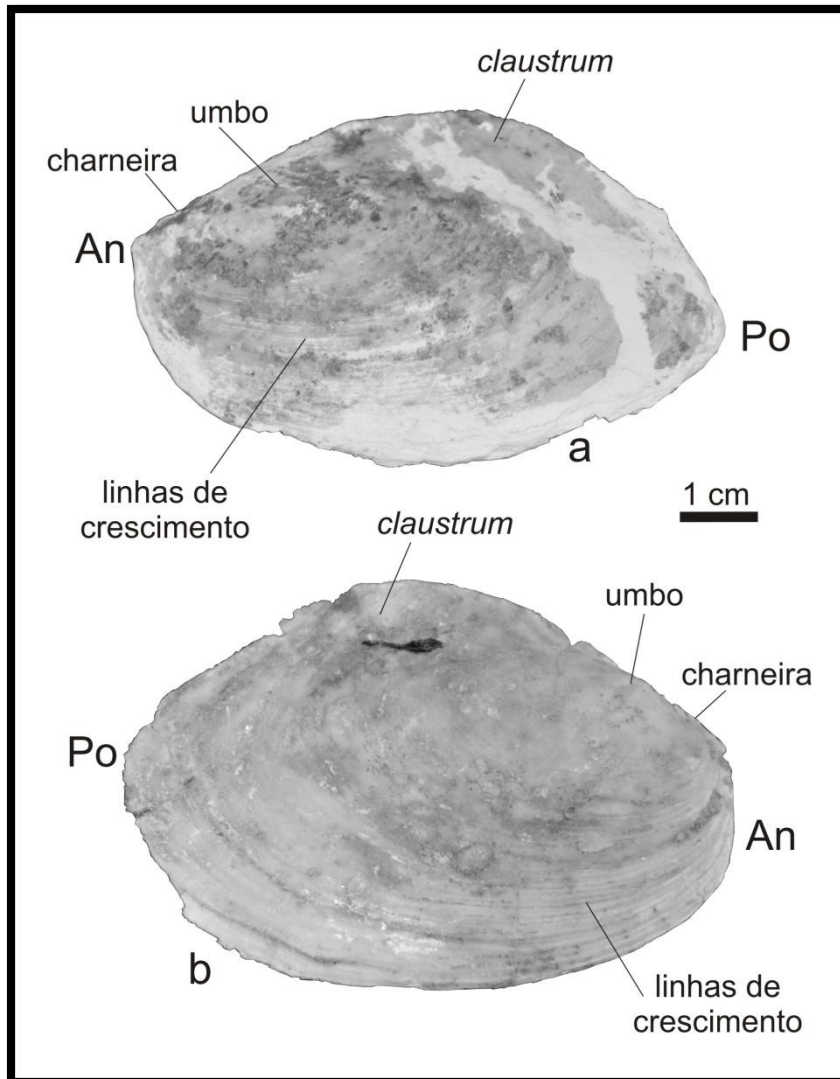


Figura 6. Características da concha externa. a: vista lateral da valva esquerda de *Diplodon longulus*, IF-198; b: vista lateral da valva direita de *Diplodon longulus*, IF-195. An: região anterior. Po: região posterior.

O *rostrum* é uma estrutura presente tanto em bivalves dulcícolas como marinhos. É encontrado quando esses bivalves são quimiossimbiontes, ou seja, são associados a bactérias quimiotróficas. O *rostrum* funciona como uma bomba que bombeia a água sem oxigênio do interstício para as brânquias (Seilacher, 1990). Assim como o *rostrum*, a torção nas valvas, além de proporcionar uma maior estabilidade ao animal, está relacionada a organismos quimiossimbiontes.

Comumente podemos observar injúrias nas valvas de bivalves dulcícolas. Essas características externas possivelmente são causadas quando o organismo rola pelo leito

do rio e/ou é exumado, devido ao fluxo da correnteza de fundo ou das correntes das águas dos rios (Vermeij & Dudley, 1985; Savazzi & Peiyi, 1992). A capacidade de cavar o sedimento circundante e a capacidade de recavar caso seja exumado devido às correntes ou algum predador, são duas características essenciais para a sobrevivência de bivalves marinhos e dulcícolas (Stanley, 1981). Caso o bivalve não possua a capacidade de reescavação, ao ser exumado do sedimento torna-se uma presa fácil para predadores. A capacidade de escavação e fixação está relacionada com a morfologia do organismo.

Devido à distinção do ambiente marinho em relação ao ambiente fluvial, pode-se observar uma diferença na velocidade de escavação entre bivalves de água doce e bivalves marinhos, sendo os marinhos mais velozes (Ghilardi & Simões, 2002). A figura 7 ilustra algumas das características citadas acima.


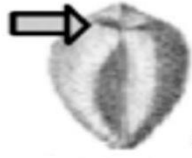

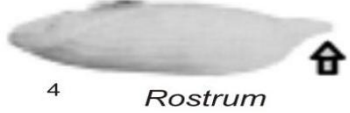


Feição morfológica	Bivalves dulcícolas	Bivalves marinhos
 1 Tubérculos	comum	ausente
 2 Lúnula	raro	comum
 3 <i>Claustrum</i>	comum	ausente
 4 <i>Rostrum</i>	comum	comum
 5 Torção	comum	ausente
 6 Injúrias	comum	ausente

Figura 7. Algumas das feições morfológicas observadas na concha externa de bivalves, comparando os ambientes dulcícola e marinho. 1: *Obliquaria reflexa* (x 0,42). 2: *Bragraveia corrugata* (x 0,61). 3: *Cristaria plicata* (x 0,22). 4: *Arconaia lanceolata* (x 0,28). 5: *Arconaia lanceolata* (x 0,27). 6: *Hyridella ambigua* (x 0,44). Retirado e adaptado de Ghilardi & Simões (2002).

Tanto em gastrópodes quanto em bivalves, a concha fornece proteção às vulneráveis partes moles destes organismos. As adaptações para os diferentes hábitos de vida que um gastrópode pode ter são refletidas na concha, como fatores de predação, tipo de substrato, tamanho do grão, turbidez e comportamento (Sälgeback, 2006). Por exemplo, uma concha mais grossa pode representar uma defesa melhor contra algum

tipo de predador, mas, se o substrato for muito fino, essa alta densidade da concha grossa pode se tornar um problema para a locomoção, tornando-se uma presa fácil (Thayer, 1975). Esculturas externas adicionais representam uma melhor defesa contra a predação, como a presença de espinhos, costelas, quilhas e protuberâncias (Vermeij, 1983).

As características externas das conchas bivalves também podem dizer sobre seu hábito de vida. Segundo Stanley (1970), por exemplo, a obesidade da concha de um dado bivalve é obtida através da relação entre sua altura e largura (veja o item 3.2). Esta característica relaciona-se com a velocidade de escavação do organismo, sendo que em um animal com baixo índice de obesidade (índice menor que 1,49; concha inflada), a escavação é lenta. Por outro lado, um animal com alto índice de obesidade (índice maior que 1,70; concha lateralmente comprimida) apresenta uma hidrodinâmica mais favorável à escavação rápida. Segundo Stanley (1970), uma concha obesa está geralmente associada a uma escavação rasa em um substrato com granulometria areia grossa a grânulos (maior que 2 mm). Ainda segundo este autor, são raros os bivalves com valores de obesidade inferiores a 1,50 e que são escavadores rápidos. Entretanto, a velocidade de escavação, em valor absoluto, não pode ser obtida, uma vez que o volume total de um bivalve influencia o tempo final de escavação.

As dimensões da porção anterior e posterior das conchas relacionam-se com os modos de vida adotados pelos bivalves. A presença de uma porção anterior reduzida revela uma condição anisomiária (diferenças de tamanho entre musculatura anterior e posterior). Esta é uma característica de formas de epifauna, que apresentam notável redução dos músculos adutores e retratores anteriores. Tal feição pode ser empregada na diferenciação de formas de epifauna e semi-infauna bissada, pois, nesta última, a redução da porção anterior não é tão pronunciada (Stanley, 1970, 1972). Entre as formas

escavadoras, existem conchas com a porção anterior ampla, abrigando um pé grande, que está associado com a rápida escavação (Stanley, 1970) ou, ainda, conchas com a porção anterior triangular, que facilita a penetração no substrato, proporcionando também uma rápida escavação (Stanley, 1972).

Por sua vez, a ornamentação compreende linhas concêntricas e radiais com diferentes graus de pronunciamento. Organismos com forte ornamentação são geralmente esféricos e apresentam um hábito de vida escavador raso e lento. Os diferentes tipos de ornamentação presentes na superfície externa das conchas dos bivalves compreendem uma das adaptações mais importantes para o hábito escavador, particularmente para as formas escavadoras rasas. O caráter concêntrico da ornamentação está relacionado a dois aspectos principais: **a**: quando a ornamentação é assimétrica, em seção, há um aumento na velocidade de escavação, sendo característica própria de escavadores rasos e rápidos, facilitando a penetração no substrato, por comprimir o sedimento ao seu redor e, **b**: a ornamentação é simétrica, em seção, que auxilia na sustentação e flutuação (*buoyance*) em substrato fluidizado. Tal ornamentação não permite que o bivalve afunde, atuando como âncora. Esta ornamentação auxilia também no processo de prevenção da exumação por correntes tracionais de fundo, sendo, portanto, mais estabilizadora do que locomotora (Ghilardi, 1999).

A presença de uma ornamentação radial consiste em um auxílio ao ato de escavação, pois produz um serrilhado na margem ventral, que facilita a penetração da concha no substrato. Já as formas sem ornamentação (somente linhas de crescimento levemente marcadas) apresentam velocidade de escavação muito maior, quando comparadas às formas com ornamentação ou rugosidades pronunciadas (Stanley, 1970).

Por sua vez, as características internas, quando preservadas, também podem auxiliar na interpretação morfofuncional do organismo. Segundo Ghilardi (1999), por exemplo, a charneira dos bivalves apresenta uma grande diversidade, com relação ao número e a forma de seus componentes (dentes e fossetas). Entretanto, dois grupos podem ser reconhecidos: charneiras edentelosas, que são encontradas na maioria dos bivalves escavadores profundos, pois a ausência dos dentes e fossetas facilita o movimento das valvas no eixo dorsoventral durante os movimentos sifonais e pediais, e charneira com dentes e fossetas, que é geralmente limitada às espécies escavadoras rasas, sendo que a presença destes elementos facilita o rápido movimento das valvas ao longo do plano de comissura (Stanley, 1970).

Outra feição interna é a linha palial. Esta feição é resultante da inserção da margem do manto na concha e geralmente apresenta-se de duas maneiras principais: ou integropaliada, onde há ausência de sinus palial, indicando a ausência de sifão ou presença de sifão curto, sendo esta característica típica de organismos escavadores rasos, ou linha palial sinuspalial. O sinus palial pode apresentar certa variação na sua profundidade, estando esta característica relacionada ao tamanho do sifão e, portanto, pode ser atribuída a um hábito escavador raso, intermediário ou profundo, de acordo com suas dimensões (Stanley, 1970).

Finalmente, as inserções musculares internas podem gerar informações paleoecológicas importantes. O músculo bissal, quando presente, indica que o organismo possui um modo de vida de epifauna ou semi-infauna. Em formas de infauna, pode ocorrer uma pequena variação de tamanho entre os músculos adutores anteriores e posteriores, sendo, contudo, aceita como isomiária. Outra feição a ser considerada diz respeito ao grau de impressão da musculatura na concha, podendo esta

ser leve ou profundamente impressa. Uma impressão muscular profunda é, geralmente, atribuída a um hábito escavador raso, ativo (Ghilardi, 1999).

Aos gastrópodes em sua maioria são organismos que habitam a epifauna e se deslocam livremente pelo substrato. Entretanto, o sucesso evolutivo do grupo é evidente, acarretando numa diversidade de hábitos de vida que vão pelo marinho de epifauna e semi-infauna, lacustres e fluviais de epifauna e semi-infauna e outros terrestres, se movendo sobre substratos rochosos ou no solo. A velocidade de escavação dos gastrópodes pode variar muito entre os grupos com diferentes tipos de espiras, ornamentação na concha, tamanho da abertura e espessura da concha (Vermeij 1971; Sälgeback, 2006).

A concha dos gastrópodes é constituída por uma única valva, retorcida no plano corporal, que na maioria das espécies apresenta espira helicoidal (Camacho & del Río, 1998). Assim como acontece com os bivalves, as conchas de gastrópodes encontradas em ambientes dulcícolas apresentam menos ornamentações e estruturas externas que as conchas encontradas em ambientes marinhos, que são mais coloridas, brilhosas e ornamentadas (Vermeij & Covich, 1978).

As conchas dos gastrópodes são formadas pela protoconcha e teleoconcha (Camacho & del Río, 1998). Algumas feições morfológicas da teleoconcha de diferentes tipos de concha de gastrópodes podem ser observadas na figura 8. Os tipos de protoconcha podem ser observados na figura 9. Ainda, a anatomia básica da concha, como arquitetura e três tipos diferentes de opérculo, pode ser vista na figura 10.

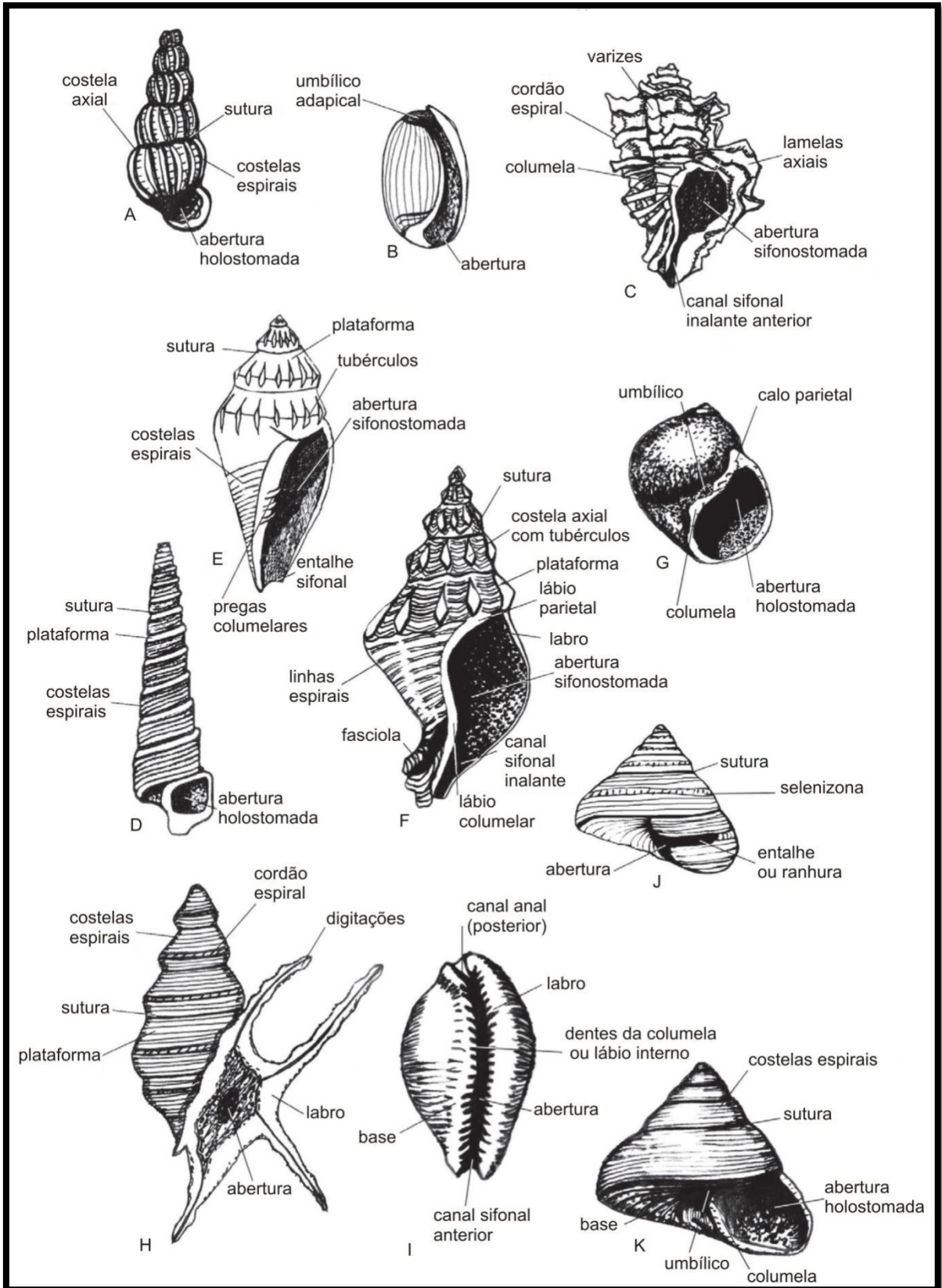


Figura 8. Características morfológicas de diferentes tipos de concha de gastrópodes. A: abertura holostomada. B: concha involuta. C: canal sifonal inalante e varizes. D: plataforma, também pode ser chamada de rampa sutural ou apenas rampa. E: entalhe sifonal, pregas columelares e tubérculos; concha bicônica. F: a última volta é a única que pode ser vista por completo, contém a abertura e sua base pode ser plana; fasciola sifonal

e lábio columelar. G: concha globosa, base da abertura é convexa; calo parietal. H: concha fusiforme, digitações nas espiras. I: concha convoluta. J: concha cônica, espiras gradadas; selenizona e ranhura. K: concha cônica, abertura holostomada. Retirado e adaptado de Camacho & del Río (1998).

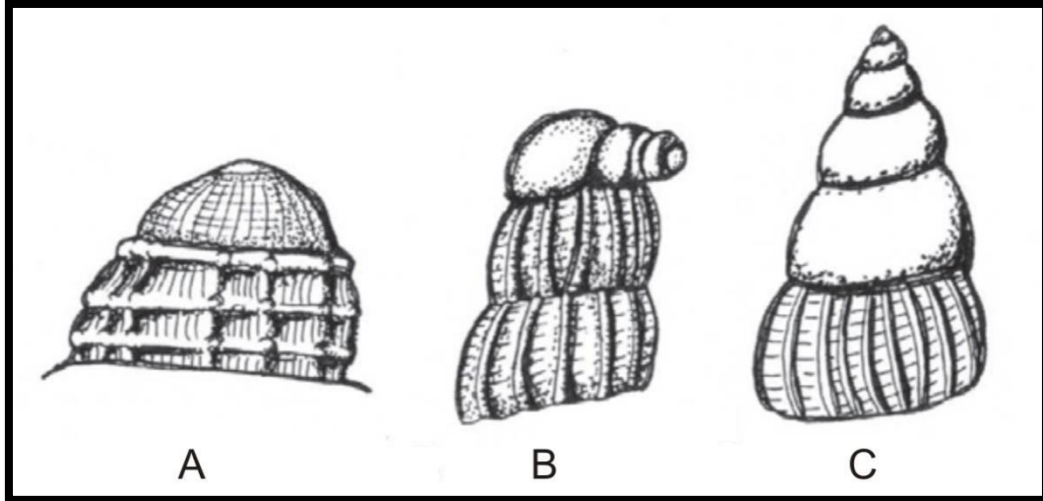


Figura 9. Tipos de protoconcha. A: paucispiral com ornamentação reticulada. B: heterostrófica. C: multiespiral. Retirado de Cox (1960) *apud* Camacho & del Río (1998).

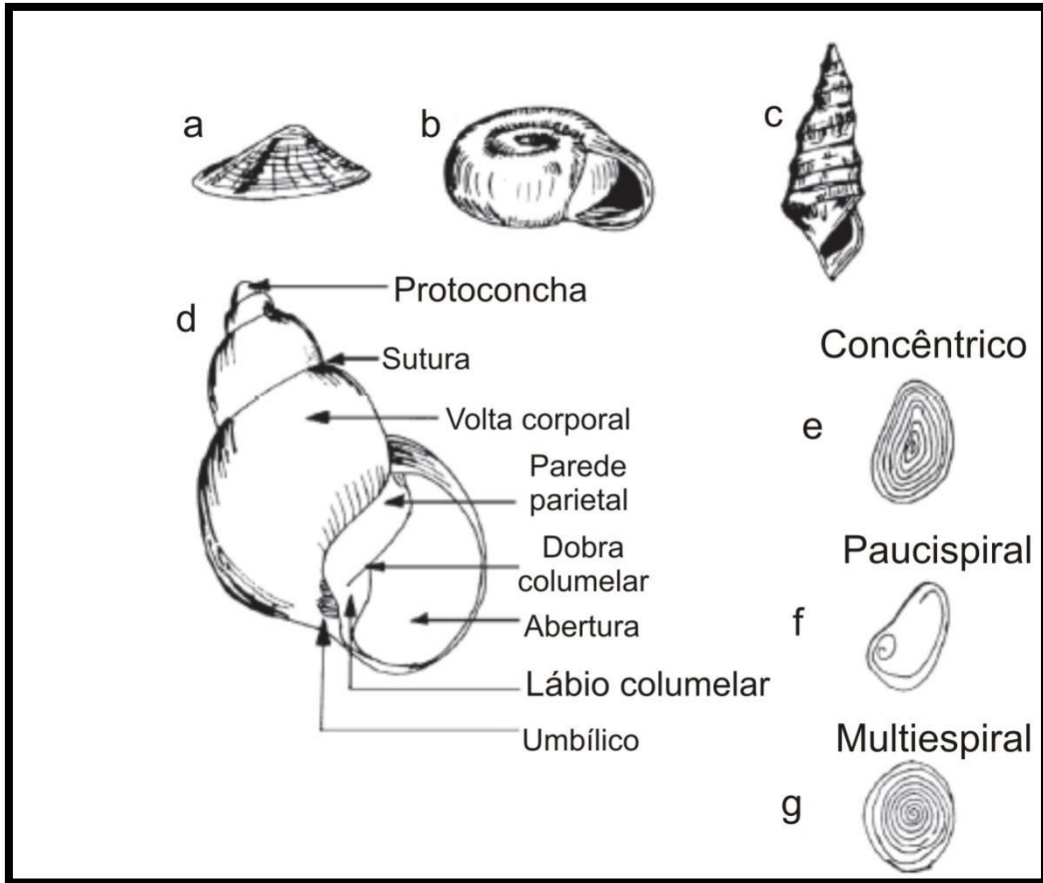


Figura 10. Anatomia básica da concha de Gastropoda. Arquitetura (a: cônica; b: plano espiral; c, d: espiral). d: características principais da concha. Três tipos de opérculos (e, f, g). Retirado e adaptado de Pyron & Brown (2015).

1.3 CONTEXTO GEOLÓGICO DA BACIA DO ACRE

A Bacia do Acre é a única representante no Brasil da classe de Bacias de Antepaís Andino (Figura 11). Possui uma história complexa com diversos ciclos de deposição, abarcando unidades sedimentares desde o Paleozoico Inferior, quando ainda era parte do contexto do Gondwana (Milani *et al.*, 2007). O primeiro estudo registrado e sistematizado na Bacia do Acre foi realizado na década de 30 por pesquisadores do DNPM para investigar a ocorrência de petróleo na fronteira com o Peru (Oliveira, 1994). Desde então muitos trabalhos de cunho de expedição e estratigráficos (*e.g.* Oppenheim, 1937; Moura & Wanderley, 1938) foram feitos na Bacia (para ver o histórico completo, veja Oliveira, 1994).



Figura 11. Mapa do Brasil demarcado com as bacias do Acre e Solimões. Retirado e adaptado de Milani *et al.* (2007).

Entretanto, atualmente existem pontos de vista diferentes a respeito dos limites desta bacia sedimentar. Para Caputo (2014), esses limites divisores compreendem a oeste a Serra do Divisor que a separa da Bacia de Ucayali, Peru, e a leste o Arco de Envira que a separa da Bacia Solimões, Brasil. De acordo com Cunha (2007), a Bacia do Acre é limitada a leste pelo Arco de Iquitos, que a separa da Bacia do Solimões, a norte/noroeste pela Bacia de Marañon e a sul/sudeste pelas bacias de Ucayali e Madre de Dios, Peru. Os limites adotados por Cunha (2007) serão utilizados neste trabalho. Outra divergência é observada acerca da área total. Para Cunha (2007) a área total da Bacia do Acre é de 150.000 km², sendo que 40.000 km² incluem uma seção de rochas do paleozoico que não afloram. De acordo com Caputo (2014) a área total é de aproximadamente 40.000 km². Portanto, será mantido o proposto por Cunha (2007).

Na Bacia do Acre estão presentes rochas sedimentares neopaleozoicas, mesozoicas e cenozoicas (Feijó & Souza, 1994). As rochas do Paleozoico possuem aproximadamente 1.500 m de espessura, sobrepostas por sedimentos mesozoicos com cerca de até 4.000 m de espessura e, finalmente, a camada cenozoica que recobre as mais basais compreende espessura próxima a 2.200 m (Cunha, 2007).

A Bacia do Acre corresponde a uma região multicíclica, com diversos pulsos de distensão e contração tectônicos e possui um ciclo inicial de sedimentação paleozoica de plataforma que foi influenciado pelos movimentos da Orogenia Herciniana (Cunha, 2007). Nessa Bacia ocorre a deposição de sedimentos do segundo ciclo Paleozoico tardio ou do Mesozoico (Cunha, 2007). Os 7,7 km de rochas sedimentares da Bacia do Acre estão distribuídos em quatro supersequências de segunda ordem, com duração entre 3 e 50 ma.: Carbonífero - Permiana (Formações Apuí, Cruzeiro do Sul e Rio Moura), Jurássica (Formação Juruá - Mirim), Cretácea (Formações Moa, Rio Azul, Divisor e Ramón) e Neógena (Formação Solimões) (Silva *et al.*, 2003).

A Formação Solimões foi descrita primeiramente por Moraes Rego (1930) e revalidada por Caputo *et al.* (1971) (Maia *et al.*, 1977). É situada num sistema deposicional predominantemente fluvial a flúvio lacustre, sendo suas fácies associadas a barras arenosas e planícies de inundação (Medeiros, 2017).

A Formação Solimões é um pacote sedimentar formada de depósitos neógenos situados no ocidente da Amazônia. Esses depósitos são correlacionados com a Formação Pebas (Peru e Colômbia), a Formação Curaray (Equador) e a Formação Urumaco (Venezuela) (Guimarães, 2011).

A Formação Solimões apresenta litologia composta, sobretudo de sedimentos argilosos e arenosos (Guimarães, 2011), depositando-se em *onlap* contra o embasamento, possivelmente como consequência da Deformação Incaica na Cordilheira dos Andes (Silva *et al.*, 2003). É uma formação que tem ampla distribuição em área pela região amazônica e é registrada tanto na Bacia do Acre quanto na Bacia Solimões (Figura 12).

2. OBJETIVOS

Para tanto, este trabalho traz como objetivos:

- a-** A classificação sistemática dos fósseis de bivalves e gastrópodes da Formação Solimões, Bacia do Acre, depositados na coleção científica do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da Universidade Federal do Acre, Rio Branco;
- b-** A descrição da morfologia interna e externa dos fósseis;
- c-** A análise das características paleoautoecológicas dos moluscos atribuindo possíveis hábitos de vida com inferência, inclusive, da paleosalinidade da Formação Solimões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Os três pontos de coleta citados aqui são referentes à Formação Solimões, Bacia do Acre, Brasil (Figura 12).

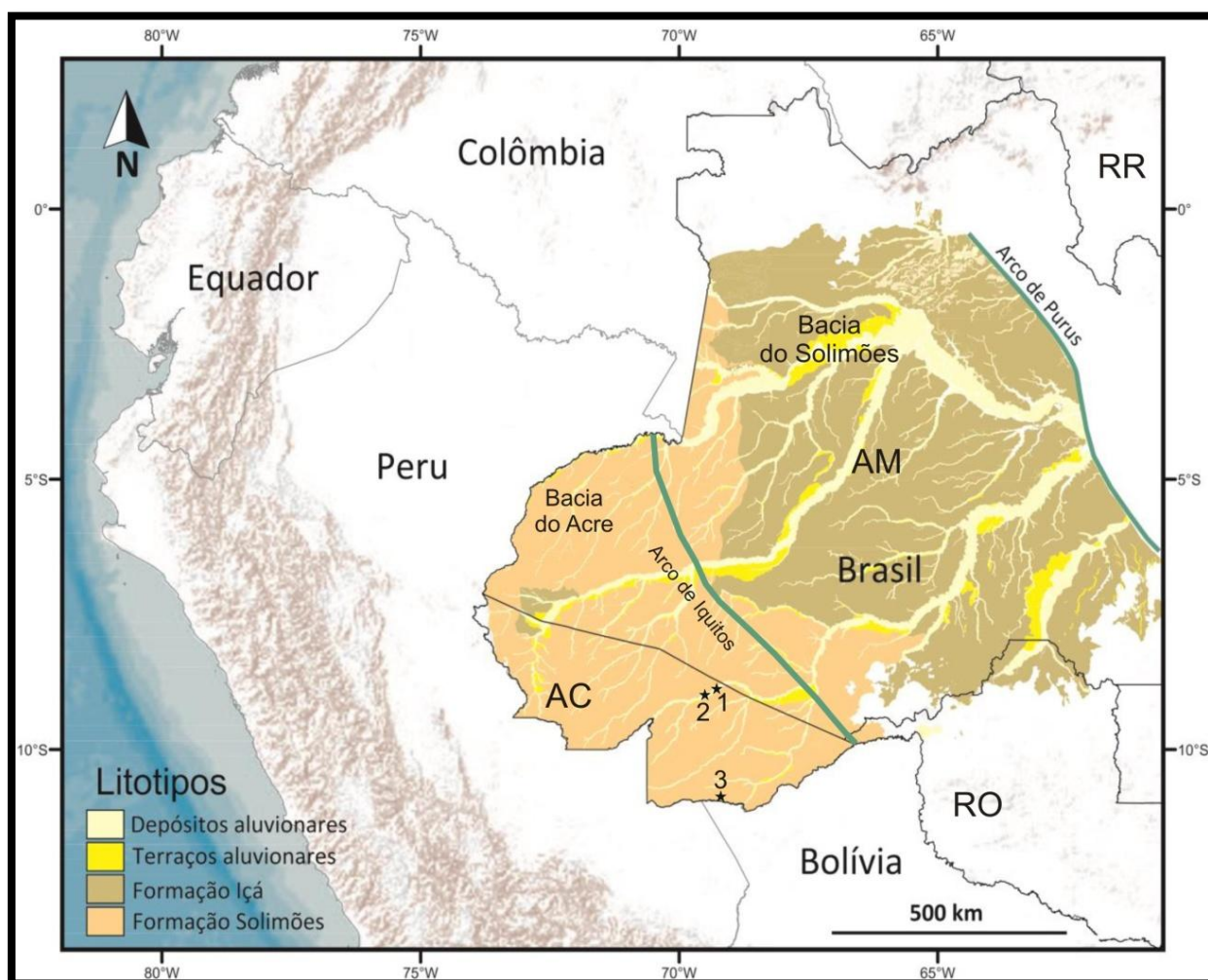


Figura 12. Mapa de localização da Formação Solimões com os pontos de coleta indicados, a saber: 1: Oriente; 2: Ponto 04; 3: Cachoeira do Bandeira. Os arcos de Iquitos e Purus estão de acordo com Cunha (2007) e Milani *et al* (2007). Retirado e adaptado de Medeiros (2017).

Afloramento Cachoeira do Bandeira: banco norte do rio Acre, rio abaixo de Assis Brasil (10°56'22"S 69°20'40"W) no Estado do Acre, Brasil. As coletas foram realizadas em 2000 (Wesselingh *et al.*, 2006). Foi descrito primariamente pelo Projeto RADAMBRASIL (1976) (Souza-Filho & Guilherme, 2015) e tem vários fósseis descritos, configurando uma região com bom potencial fóssilífero. Alguns dos fósseis

registrados são de peixes (Aguilera *et al.*, 2008), aves (Alvarenga & Guilherme, 2003) e crocodilos (Aureliano *et al.*, 2015). É associado ao período bioestratigráfico de mamíferos Huayqueriano – Montehermosano (Alvarenga & Guilherme, 2003; Latrubesse *et al.*, 2010), apresenta idade Mioceno Superior, de aproximadamente 6.5 – 9 Ma (Flynn & Swisher III, 1995). Os fósseis coletados nesse ponto representam 9 bivalves e 1 gastrópode (Tabela 1).

Afloramento Oriente: banco norte do rio Purus, rio abaixo de Manuel Urbano (08°49'19''S 69°13'44''W) no Estado do Acre, Brasil. Coletados em 2000 (Wesselingh *et al.*, 2006). De acordo com o autor, os moluscos foram coletados de um horizonte paleossolo de sedimentos aluviais, entretanto, não é possível identificar se os sedimentos aluviais citados são referentes ao estrato de sedimento de onde os fósseis foram coletados. Ainda segundo este autor, o afloramento apresenta idade Mioceno Superior. Os fósseis coletados nesse ponto representam 20 bivalves e 8 gastrópodes (Tabela 1).

Afloramento Ponto 04: afloramentos na margem esquerda a montante do Rio Purus próximo à cidade de Manuel Urbano (9°2'32''S 69°34'47''W). Material coletado em 2013 por pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. Os fósseis coletados nesse ponto representam 20 bivalves e 2 gastrópodes (Tabela 1).

Embora os afloramentos sejam amplamente conhecidos e estudados, não existe um controle bioestratigráfico dos fósseis de invertebrados coletados nem um reconhecimento maior da tafocenose ou litologia. No entanto, a figura 13 representa um perfil estratigráfico elaborado a partir de coletas de fósseis de vertebrados por Bissaro Júnior *et al.* (2018) do afloramento Talismã, uma das porções que afloram da Formação Solimões, no Estado do Amazonas.

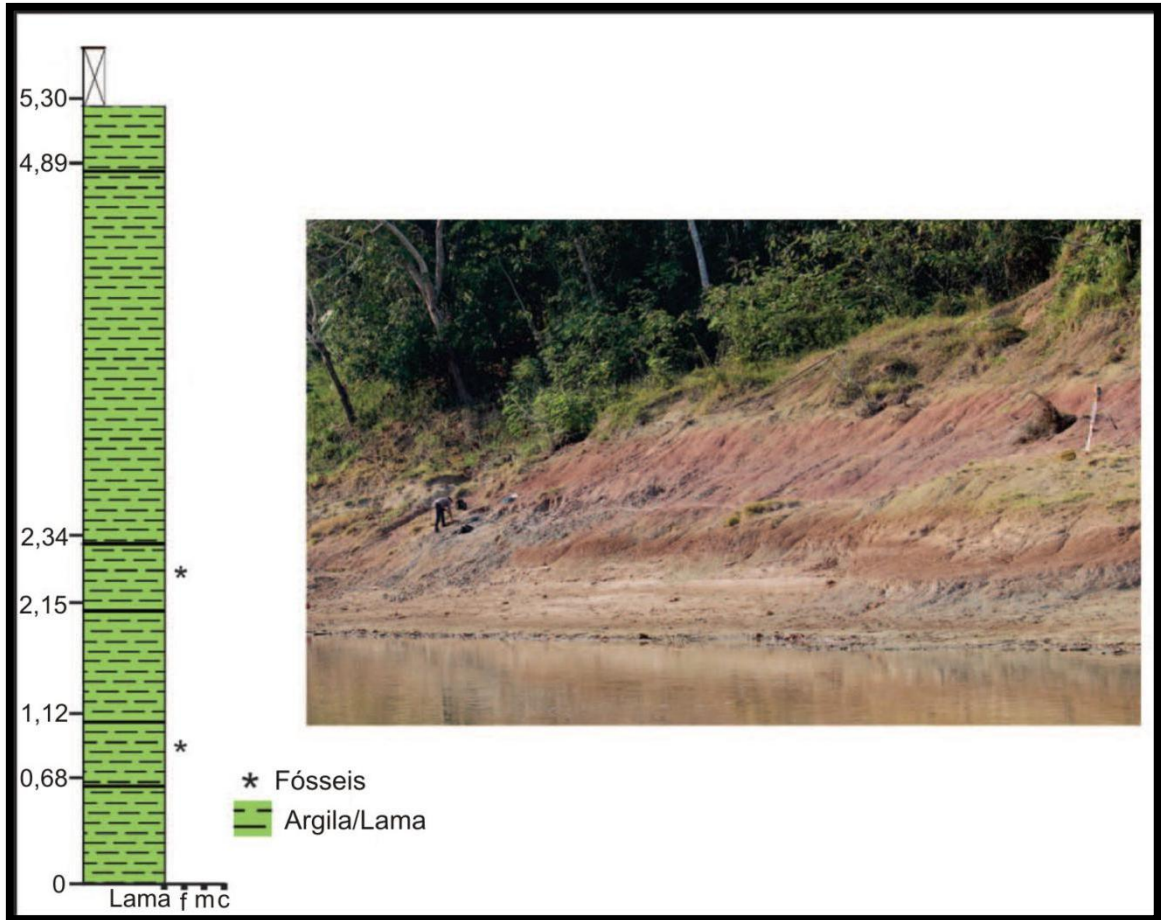


Figura 13. Afloramento Talismã e seção estratigráfica. Retirado e adaptado de Bissaro Júnior *et al.* (2018).

3.2 MATERIAL

Este estudo abrange 49 fósseis de bivalves e 11 de gastrópodes que estão depositados na coleção científica do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da Universidade Federal do Acre, localizado na cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. A relação entre as localidades de coleta e fósseis coletados está de acordo com a Tabela 1. Os fósseis foram classificados sistematicamente de acordo com sua morfologia externa e interna e, posteriormente, atribuiu-se os hábitos de vida.

Tabela 1. Distribuição dos fósseis entre as localidades.

	Cachoeira do Bandeira	Oriente	Ponto 04	
<i>Castalia ambigua</i>		9	9	18
<i>Castalia</i> sp.	6	4	8	18
<i>Callonaia duprei</i>		3		3
<i>Diplodon longulus</i>		3		3
<i>Diplodon</i> sp.	2		1	3
<i>Anodontites</i> sp.		1	1	2
<i>Mycetopoda pittieri</i>	1		1	2
<i>Pomacea</i> sp. 1	1			1
<i>Pomacea</i> sp. 2			1	1
<i>Pomacea</i> sp. 3			1	1
<i>Aylacostoma</i> sp.		7		7
<i>Sioliella</i> sp.		1		1
	10	28	22	TOTAL

A classificação sistemática dos fósseis foi elaborada a partir de diversos trabalhos, tanto de cunho geral quanto de estudos já feitos sobre os moluscos fósseis do Mioceno do Acre. Para tanto, os trabalhos de Perry (1810), Conrad (1870), Conrad (1874), Etheridge (1879), Marshall (1927), Marshall & Bowles (1932), Maury (1937), Roxo (1937), Santos & Castro (1967), Nuttall (1990), Cowie (1997), Cazzaniga (2002), Wesselingh *et al.* (2002), Cowie *et al.* (2004), Simone (2006), Wesselingh (2006a), Wesselingh *et al.* (2006), Graf & Cummings (2007), Bouchet & Rocroi (2010), Pyron & Brown (2015) e Bouchet *et al.* (2017) foram utilizados. Além da pesquisa bibliográfica, o Prof. Dr. Rodrigo Cesar Marques (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – *Campus* JK, Diamantina, MG), em visita pessoal, contribuiu muito com a classificação.

As análises morfológicas dos fósseis envolveram principalmente a metodologia proposta por Stanley (1970) e Savazzi & Peiyi (1992). Porém, é importante lembrar que a análise biométrica dos fósseis requer estes em bom estado de conservação. Esses valores biométricos foram estabelecidos através das conchas dos moluscos, medindo-se o comprimento total (C), que é definido como a dimensão de maior amplitude da concha paralela ao seu eixo antero-posterior, comprimento anterior (CA), representado pela distância entre a margem anterior e uma linha paralela a sua altura que tange o bico, altura (A), definida como o maior eixo perpendicular da concha e largura (L), representada pela dimensão entre as duas conchas perpendicular ao plano de comissura, no caso dos bivalves, e comprimento (C), representado pela distância entre o ápice da concha e a parte mais distal da abertura e largura (L), definida como a máxima dimensão da abertura perpendicular a linha de comprimento, e número de voltas (V), contadas a partir do ápice até a última volta (volta de abertura) no caso dos gastrópodes (Figura 14).

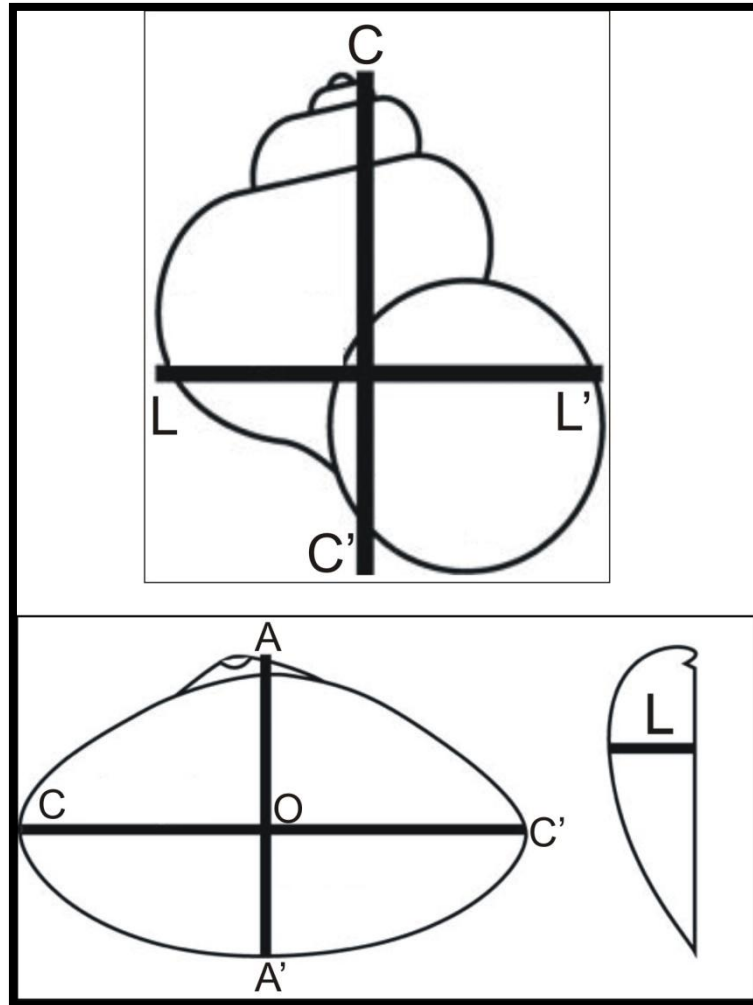


Figura 14. Índices biométricos em bivalves e gastrópodes. C: comprimento; A: altura; L: largura da concha (para ter a largura total nos bivalves, multiplique por dois); C-C': comprimento total da concha; A-A': altura da concha; L-L': largura total da concha; C-O: comprimento anterior da concha. O gastrópode ilustrado possui 4 voltas (3 voltas corporais e 1 volta de abertura). Retirado e modificado de Kosnik *et al.* (2006).

Utilizando os valores biométricos citados acima e estabelecidos por Stanley (1970), é possível inferir algumas características da morfologia funcional para bivalves, como: **a**: alongamento (C/A), razão entre o comprimento da concha e sua altura; **b**: obesidade (A/L), razão entre a altura da concha e sua largura; **c**: alongamento anterior CA/C , razão entre o comprimento anterior e o comprimento da concha. A Tabela 2 indica os termos descritivos e valores das medidas morfológicas.

Tabela 2. Termo descritivo e valores das medidas morfológicas das conchas de bivalves. Retirado e modificado de Stanley (1970).

TERMO DESCRITIVO	CLASSIFICAÇÃO	VALOR REFERENTE
TAMANHO (COMPRIMENTO)	Muito pequeno	$\leq 1,5$ cm
	Pequeno	1,6 - 3,5 cm
	Moderadamente pequeno	3,6 - 5 cm
	Moderadamente grande	5,1 - 7
	Grande	7,1 - 10
	Muito grande	$\geq 10,1$ cm
ALONGAMENTO (C/A)	Não alongada	$\leq 1,19$
	Moderadamente alongada	1,20 - 1,39
	Alongada	1,40 - 1,59
	Muito alongada	$\geq 1,60$
OBESIDADE (A/L)	Muito inflada	$\leq 1,29$
	Inflada	1,30 - 1,49
	Moderadamente inflada	1,50 - 1,69
	Comprimida	1,70 - 1,99
	Muito comprimida	≥ 2
ALONGAMENTO ANTERIOR (CA/C)	Prolongamento anterior	0,51 - 0,6
	Grande prolongamento anterior	$\geq 0,61$

A paleoecologia dos fósseis foi inferida após a mensuração dos dados biométricos, assim como as conclusões acerca do hábito de vida dos organismos. A classificação dos hábitos dos bivalves é relacionada à sua posição em relação ao substrato. A morfologia da concha é o resultado de diversos fatores abióticos e bióticos (Figura 15).

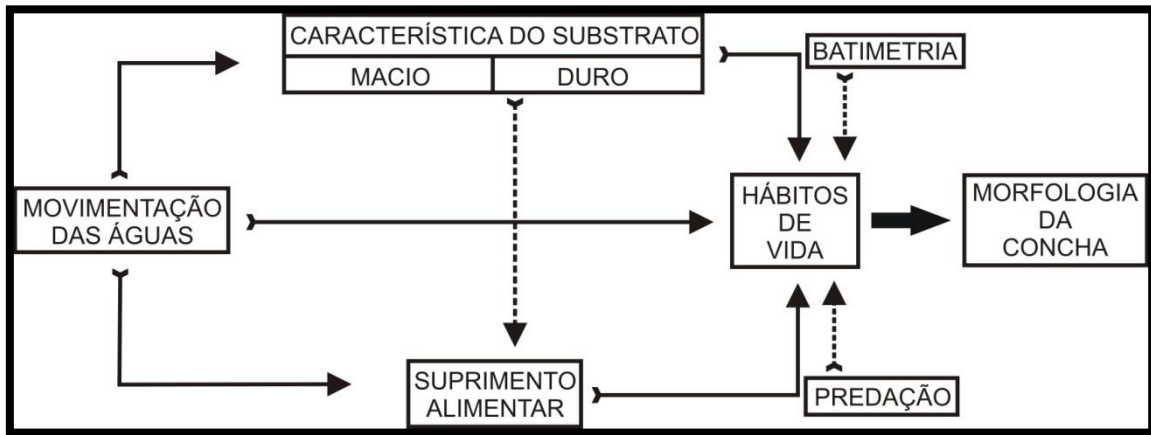


Figura 15. Esquema representado os fatores que alteram a morfologia da concha dos bivalves. Retirado e adaptado de Stanley (1970) a partir de Ghilardi (1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COLEÇÕES CIENTÍFICAS E ABREVIACÕES

A lista abaixo indica o significado das siglas das Coleções científicas mencionadas:

IF – Coleção científica do Laboratório de Pesquisas Paleontológicas da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Brasil.

DPMN – Departamento de Paleontologia do Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil.

MNHN – Museu Nacional de História Natural, Paris, França.

SMF – Museu Senckenberg, Frankfurt, Alemanha.

USNM – Museu Nacional de História Natural *Smithsonian*.

4.2 CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA

Classe Gastropoda Cuvier, 1795

Ordem Caenogastropoda Cox, 1960

Família Ampullariidae Gray, 1824

Gênero *Pomacea* Perry, 1810

Pomacea sp. 1

Estampa 1 (I, J); Anexo 1

1937 *Ampularia* sp. Roxo, p. 7.

1967 *Ampullarius* sp. Santos & Castro, p. 419, figs. 9, 10.

1967 *Ampullarius (Effusa)* sp. Santos & Castro, p.420, figs. 7, 8.

2006 Ampullariidae indet. Wesselingh, p. 30.

2006 Ampullariidae sp. 1 Wesselingh *et al.*, p. 421, figs. 2, 3.

Diagnose: concha univalva, circular, espira curta, redonda e obtusa, abertura dividida do corpo por uma margem circular, ausência de bico (Perry, 1810).

Descrição: ampularídeo globoso, de largura maior que altura. Espira curta com menos de um terço do tamanho da volta corporal, que é volumosa e mais larga do que alta. Última volta com ombro marcante e espiras com rampas suaves. Contém rachaduras por toda a concha, provavelmente por processos diagenéticos. Abertura não foi conservada, apenas o lábio externo.

Espécie tipo: *Pomacea maculata* Perry, 1810.

Material: IF-182.

Região de coleta: Cachoeira do Bandeira (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno ao Recente (Martín & Francesco, 2006).

Hábito de vida: fluvial dulcícola e lacustre (Cowie *et al.*, 2015).

Considerações: atribuído à família Ampullariidae por Wesselingh *et al.* (2006), sendo aqui realocado para *Pomacea* sp. devido ao número de voltas da teleoconcha, altura da espira e sutura da volta de abertura. *Ampullaria* Lamarck, 1799 foi realocado no Índice Oficial do ICZN como gênero inválido por ser um sinônimo júnior de *Pila* Röding, 1798 e *Ampullarius* de Montford, 1810 foi invalidado também por ser uma emenda injustificada ao termo *Ampullaria* Lamarck, 1799 (Cowie, 1997). Ainda de acordo com este autor, é sugerido que *Pomacea* e *Pila* sejam designados a espécies de gastrópodes operculados de água doce, conhecidos popularmente como caramujos maçã, do Novo Mundo e do Velho Mundo, respectivamente. Portanto, aqui é apresentada uma nova classificação taxonômica ao exemplar IF-182. O espécime em questão assemelha-se a *Pomacea amazonica* Reeve, 1856 por causa da curvatura do lábio externo, porém, a abertura não foi preservada.

Pomacea sp. 2

Estampa 1 (F, G, H); Anexo 1

1937 *Ampullaria* sp. Roxo, p. 7.

1967 *Ampullarius* sp. Santos & Castro, p. 419, figs. 9, 10.

2006 Ampullariidae indet. Wesselingh, p. 30.

2006 Ampullariidae sp. 1 Wesselingh *et al.*, p. 421, figs. 2, 3.

Diagnose: concha univalva, circular, espira curta, redonda e obtusa, abertura dividida do corpo por uma margem circular, ausência de bico (Perry, 1810).

Descrição: ampularídeo globoso, de largura maior que altura. Espira curta com menos de um terço do tamanho da volta corporal, que é volumosa e mais larga do que alta. Última volta com ombro marcante. Contém rachaduras por toda a concha, provavelmente por processos diagenéticos. Abertura foi destruída.

Espécie tipo: *Pomacea maculata* Perry, 1810.

Material: IF-298.

Região de coleta: Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno ao Recente (Martín & Francesco, 2006).

Hábito de vida: fluvial dulcícola e lacustre (Cowie *et al.*, 2015).

Considerações: se diferencia de *Pomacea* sp. 1 nos contornos do ombro e da rampa. Os comentários feitos acima acerca das mudanças taxonômicas se aplicam neste exemplar também.

Pomacea sp. 3

Estampa 1 (A, B, C, D, E); Anexo 1

Diagnose: concha univalva, circular, espira curta, redonda e obtusa, abertura dividida do corpo por uma margem circular, ausência de bico (Perry, 1810).

Descrição: ampularídeo globoso, de largura maior que altura. Espira curta com menos de um terço do tamanho da volta corporal, que é volumosa e mais larga do que alta. Última volta com ombro marcante. Espira helicoidal. Abertura holostomada, preenchida por sedimentos, mas se apresenta conservada, sendo importante para a classificação.

Espécie tipo: *Pomacea maculata* Perry, 1810.

Material: IF-349.

Região de coleta: Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno ao Recente (Martín & Francesco, 2006).

Hábito de vida: fluvial dulcícola e lacustre (Cowie *et al.*, 2015).

Considerações: se diferencia das outras espécies aqui descritas pelas características da última volta, do tipo de espira, pelo formato corporal e pela abertura. Os comentários feitos no primeiro espécime de *Pomacea* acerca das mudanças taxonômicas se aplicam neste exemplar também. Assemelha-se a *Pomacea planorbula* Philippi, 1851 pelo formato corporal e pelo formato do lábio externo e umbílico.

Família Thiaridae Gill, 1871

Gênero *Aylacostoma* Spix, 1827

Aylacostoma sp.

Estampa 2 (A, B, C, D, F, G e H); Anexo 2

1827 *Aylacostoma glabrum* Spix, p. 15, fig. 5.

1827 *Melania scalaris* Wagner p. 15, fig. 5.

1827 *Aylacostoma tuberculatum* Spix, p. 15, fig. 4.

1827 *Melania tuberculata* Wagner, p. 15, fig. 4.

1879 *Melania tricarinata* Etheridge, p. 87, fig. 6.

1879 *Melania scalaroides* Etheridge, p. 88, fig. 8.

1979 *Melania bicarinata* Etheridge, p. 88, fig. 7.

1924 *Melania tricarinata* Etheridge, 1879 em Roxo, p. 46.

1924 *Melania bicarinata* Etheridge, 1879 em Roxo, p. 46.

1924 *Melania scalaroides* Etheridge, 1879 em Roxo, p. 46.

1937 *Hemisinus septencinctus* Roxo, p.9.

1937 *Hemisinus* sp. Roxo, p. 8.

1967 *Aylacostoma* (Longiverena) *coronatum* Etheridge, 1879 em Santos & Castro, p. 413, figs. 4, 5, 6.

1967 *Aylacostoma* (Verena) *woodwardi* Roxo em Santos & Castro, p. 414, figs. 1, 2, 3.

2006 *Sheppardiconcha septencincta* Wesselingh *et al.*, p. 424, figs. 6, 7, 8, 9, 10.

Diagnose: circular, rampa e ombro desenvolvidos quase sempre na última volta; ornamentação na espira é fraca, se concentra na rampa; esculturas colabrais praticamente ausentes; abertura entalhada abaixo; opérculo auriculado, aproximadamente metade da espira de rápida expansão (Nuttall, 1990).

Descrição: as voltas iniciais da teleoconcha são mais unidas, com as suturas mais firmemente impressas na concha e margens alinhadas. A porção posterior da teleoconcha apresenta as voltas mais marcadas, com uma curvatura lateral convexa e com suturas assinaladas marginalmente. A concha é ornamentada com marcas espirais que vão se distanciando umas das outras quanto mais próximas estiver da última volta. As voltas apresentam aumento gradual de comprimento em direção à abertura. Concha cônica.

Espécie tipo: *Aylacostoma glabrum* Spix em Wagner, 1827.

Material: IF-186, IF-187, IF-188, IF-189, IF-190, IF-191 e IF-193.

Região de coleta: Oriente (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Oligoceno – Mioceno ao Recente (Wesselingh, 2006a).

Hábito de vida: água doce (Nuttall, 1990).

Considerações: a história taxonômica de *Aylacostoma* citada acima descreve algumas mudanças. Spix (1827) (em Wagner, 1827) realizou coletas de moluscos na América do Sul durante 1817 e 1820, mas faleceu em 1826 sem ter publicado todos os dados; Dr. Johan Andreas Wagner foi designado para terminar o trabalho de Spix, alterando algumas nomenclaturas que já haviam sido feitas por Spix e, por essa razão, o termo *Aylacostoma* Spix em Wagner, 1827 é escrito assim (Cowie *et al.*, 2004). Algumas das mudanças de Wagner foram realizadas por razões não explícitas, como substituir *Aylacostoma glabrum* Spix por *Melania scalaris* Wagner ou *Diplodon furcatus* Spix por *Unio caudatus* Wagner. Nesses casos, os nomes atribuídos por Spix são válidos e os que Wagner designou são considerados inválidos por ser sinônimo objetivo júnior (Cowie *et al.*, 2004). As três espécies do gênero *Melania* Etheridge, 1879 são citados, pois o autor retrata a ocorrência destes na Formação Solimões. Entretanto, a autoridade atribuída à Etheridge parece incerta, em vista que o gênero em questão já foi nomeado

anteriormente. Roxo (1824) também registra *Melania* em depósitos no Alto Amazonas em localidades próximas. Santos & Castro (1967) também registram *Aylacostoma* em localidades da Formação Solimões. *Hemisinus* Swainson, 1840 descrito no trabalho de Roxo (1937) é citado no histórico taxonômico porque Wesselingh *et al.* (2006) o alterou para *Sheppardiconcha septencincta* (Roxo, 1937) devido a características da abertura e pelo formato corporal pois, segundo o autor, são variações morfológicas de juvenis de *Sheppardiconcha*. Os exemplares IF-186, IF-187, IF-188, IF-189, IF-190 e IF-191 foram classificados como *Sheppardiconcha septencincta* no trabalho de Wesselingh *et al.* (2006) e aqui são realocados para *Aylacostoma* sp. em virtude de todos estarem com a protoconcha ausente, característica dos Thiaridae, além das características de ornamentação e contorno da parte mais basal da abertura, assemelhando-se a *Aylacostoma tricarinata* Etheridge, 1879, com exceção ao exemplar IF-193. Todos os espécimes estudados estão com marcas de abrasão por toda a espira e não apresentam a protoconcha. A abertura é incompleta ou inexistente, restando apenas o contorno basal, impossibilitando a visualização dos lábios e do umbílico.

Família Cochliopidae Tryon, 1866

Gênero *Sioliella* Haas, 1949

Sioliella sp.

Estampa 2 (E); Anexo 3

1871 *Ebora* Conrad, p. 194.

1980 *Eubora* Kadolsky, p. 366.

2000 *Sioliella* Haas, 1949 em Wesselingh, p. 132.

Diagnose: concha dextrógira, globosa, suave a carinada, abertura basal com um tipo de sifão entalhado; crista do umbílico desenvolvido na maioria das espécies. (Wesselingh, 2000).

Descrição: concha delgada, lisa, pouco maior que 10 mm de comprimento, volumosa, robusta e em espira. Rampa e ombro arredondados. As suturas são leves e superficiais. Voltas arredondadas e convexas. Abertura destruída.

Espécie tipo: *Sioliella effusa* Haas, 1949.

Material: IF-201.

Região de coleta: Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno ao Recente (Wesselingh, 2006a).

Hábito de vida: água doce, lacustre (Wesselingh, 2006a).

Considerações: espécime coletado pelos pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. O primeiro termo taxonômico usado foi *Ebora* Conrad, 1871 sendo alterado posteriormente para *Eubora* Kadolsky, 1980. Wesselingh (2000) modificou a nomenclatura do grupo para *Sioliella* Haas, 1949. Este é o primeiro registro de *Sioliella* sp. na Bacia do Acre, entretanto há registros na Formação Pebas (Wesselingh 2006a). O espécime se assemelha com *Sioliella ovata* Wesselingh, 2000 devido ao formato da espira e pelo contorno do ombro na última volta, porém a abertura, que é um caractere diagnóstico para essa espécie, não foi preservada.

Classe Bivalvia Linnaeus, 1758

Ordem Unionida Gray, 1854

Família Hyriidae Swainson, 1840

Gênero *Castalia* Lamarck, 1819

Castalia ambigua Lamarck, 1819

Estampas 3 e 4; Anexo 4

1924 *Castalia ambigua* Roxo, p. 45.

1937 *Castalia ambigua* var. *inflata* Roxo, em Wesselingh *et al.* (2006) .

2006 *Castalia* cf. *ambigua* Wesselingh *et al.*, p. 426, figs. 11, 12.

2006 *Castalia* sp. 1 Wesselingh *et al.*, p. 427, figs. 13, 14, 15.

2006 *Castalia* sp. 2 Wesselingh *et al.*, p. 427, figs. 16, 17, 18.

Diagnose: concha oval, trígona, inchada. Provida de costelas longitudinais aplainadas, estriadas transversalmente que não alcançam a borda superior (Lamarck, 1819).

Descrição: hirídeos de tamanho aproximado entre 20 e 60 mm. Concha oval ou triangular sem expansões alares dorsais, margem anterior afilada ou arredondada e carena saliente. Provida de costelas longitudinais aplainadas na porção dorsal, estriadas transversalmente por linhas de crescimento a partir da porção mediana da concha. Dentição pseudocardinal e lateral. Umbo prosógiro. Região posterior terminada por uma protuberância em forma de cúspide. A linha da charneira posterior se expande lateralmente antes de se curvar rumo à região posterior da concha. A linha de charneira anterior é mais próxima da região anterior, iniciando a curvatura mais próxima ao umbo e não se estendendo tanto. Valvas praticamente equivalves e inequilaterais.

Espécie tipo: Holótipo MNHN_IM_2000-27235.

Material: IF-202, IF-203, IF-204, IF-207, IF-209, IF-210, IF-211, IF-212, IF-213, IF-304, IF-310, IF-312, IF-313, IF-314, IF-315, IF-317, IF-347 e IF-351.

Região de coleta: os espécimes IF-202, IF-203, IF-204, IF-207, IF-209, IF-210, IF-211, IF-212 e IF-213 foram coletados em Oriente (Acre, Brasil) e os espécimes IF-304, IF-310, IF-312, IF-313, IF-314, IF-315, IF-317, IF-347 e IF-351 foram coletados no Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno Médio ao Recente (Pastorino & Darrigan, 2011).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Beasley, 2001).

Considerações: os exemplares provindos de Oriente foram coletados por Wesselingh *et al.* (2006). Os indivíduos do Ponto 04 foram coletados pelos pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. Os espécimes que apresentam as linhas longitudinais por toda a extensão

corporal são juvenis e os que possuem linhas de crescimento a partir da metade da concha são adultos. O histórico taxonômico citado se inicia com o primeiro registro da espécie em questão para a região (Roxo, 1924). Em Roxo (1937) uma referência é feita a uma variação morfológica de subespécie que as *Castalia* podem apresentar, sendo muito comum para a Formação Solimões estas variações. *Castalia* na Formação Solimões só é registrada novamente por Wesselingh *et al.* (2006) em três prováveis espécies, duas não identificadas. A classificação taxonômica dos exemplares IF-202, IF-203, IF-204, IF-212 e IF-213 foi aqui alterada para *Castalia ambigua*, alterando a classificação de Wesselingh *et al.* (2006). Os indivíduos IF-207, IF-209, IF-210 e IF-211 já foram descritos por Wesselingh *et al.* (2006) e sua classificação foi mantida.

Castalia sp.

Estampas 5 e 6; Anexo 5

1924 *Castalia ambigua* Roxo, p. 45.

1937 *Castalia ambigua* var. *inflata* Roxo, em Wesselingh *et al.* (2006).

2006 *Castalia* cf. *ambigua* Wesselingh *et al.*, p. 426, figs. 11, 12.

2006 *Castalia* sp. 1 Wesselingh *et al.*, p. 427, figs. 13, 14, 15.

2006 *Castalia* sp. 2 Wesselingh *et al.*, p. 427, figs. 16, 17, 18.

Diagnose: concha equivalve, inequilateral, trígona. Charneira com dois dentes lamelares, estriados transversalmente. Posterior espalhado, encurtado, subtrilaminado. O outro anterior, alongado, lateral (Lamarck, 1819).

Descrição: conchas de tamanho aproximado entre 30 e 40 mm, comprimento pouco maior que a altura, arredondadas ou triangulares, com a região posterior expandida em alguns. Ausência de costelas longitudinais. Margem anterior arredondada ou afilada. Dentição pseudocardinal e lateral. Umbo prosógiro e alto. Valvas equilaterais a inequilaterais.

Espécie tipo: *Castalia* Lamarck, 1819.

Material: IF-174, IF-176, IF-177, IF-179, IF-183, IF-214, IF-215, IF-218, IF-228, IF-297, IF-306, IF-309, IF-311, IF-321, IF-323, IF-348, IF-350 e IF-366.

Região de coleta: os espécimes IF-174, IF-176, IF-177, IF-179, IF-183 e IF-366 foram coletados em Cachoeira do Bandeira (Acre, Brasil), os espécimes IF-214, IF-215, IF-218 e IF-228 foram coletados em Oriente (Acre, Brasil) e os espécimes IF-297, IF-306, IF-309, IF-311, IF-321, IF-323, IF-348 e IF-350 foram coletados no Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Cretáceo Inferior ao Recente (Mezzalira & Simone, 1999).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Beasley, 2001).

Considerações: os indivíduos provindos de Cachoeira do Bandeira e Oriente foram coletados por Wesselingh *et al.* (2006) e os exemplares do Ponto 04 foram coletados pelos pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. O caractere principal que diferencia estes exemplares de *Castalia ambigua* é a ausência de costelas longitudinais que vão até a região mediana da concha. O histórico taxonômico apresentado é semelhante ao da espécie anterior. A classificação taxonômica dos exemplares IF-176, IF-215 e IF-218 foi aqui alterada de *Callonaia* sp. (Wesselingh *et al.*, 2006) para *Castalia* sp. devido as características da margem anterior no primeiro, protuberância da margem posterior no segundo e posição do umbo em relação a dentição no terceiro. Os espécimes IF-174 e IF-214 já foram classificados como genéricos de *Castalia* e aqui esta classificação foi mantida. A classificação taxonômica dos indivíduos IF-177 e IF-183 foi aqui alterada de *Anodontites* cf. *trapesialis* Lamarck, 1819 (Wesselingh *et al.*, 2006) para *Castalia* sp. devido às características do umbo e das margens posterior e anterior no primeiro e pela curva da margem anterior no segundo.

Gênero *Callonaia* Simpson, 1900

Callonaia duprei Récluz, 1842

Estampa 7; Anexo 6

1869 *Pachydon* Gabb, p. 198.

1870 *Pachydon* Gabb, 1869 em Conrad, p. 196.

1874 *Pachydon* Gabb, 1869 em Conrad, p. 27.

1879 *Anisothyris* spp. Conrad, 1870 em Etheridge, p. 83, fig. 2.

1924 *Anisothyris* spp. Conrad, 1870 em Roxo, p. 43.

1937 *Anisothyris acreana* Maury, p. 5, figs. 1-4.

1990 *Pachydon* Gabb, 1869 em Nuttall, p.290, fig. 357.

2006a *Pachydon* Gabb, 1869 em Wesseligh, p. 238.

2006 *Callonaia* sp. Wesseligh, p. 427, figs. 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27.

Diagnose: oblíqua, inequivalva, muito equilateral; a valva direita é mais achatada que a esquerda; ligamento muito pequeno, externo. Charneira com dente oblíquo na valva direita e na esquerda apresenta uma fossa e um dente linear articulado com a direita. cicatrizes musculares grandes, linha palial pouco sinuada. Superfície lisa, apenas com marcas de crescimento; margem interna íntegra (Gabb, 1869).

Descrição: conchas com tamanho aproximado entre 15 e 40 mm, triangular. Concha lisa. Umbo alto, proeminente, prosógiro, localizado entre a dentição. Carena lateral evidente. Charneira posterior se curva direto para a margem posterior. Charneira anterior se alonga lateralmente antes de atingir a margem anterior. Perímetro ventral arredondado. Região dorsal triangular, ligamento estreito.

Espécie tipo: Síntipo SMF_3783.

Material: IF-219, IF-226 e IF-230.

Região de coleta: Oriente (Acre, Brasil). **Distribuição estratigráfica:** Mioceno Médio ao Recente (Wesselingh *et al.*, 2006).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Wesselingh *et al.*, 2006).

Considerações: todos os exemplares foram coletados por Wesselingh *et al.* (2006). *Anisothyris acreana* foi citado no histórico taxonômico, pois os espécimes assim nomeados tiveram sua espécie alterada para *Callonaia* sp. em Wesselingh *et al.* (2006). Os indivíduos IF-219 e IF-226 foram aqui realocados para a espécie *Callonaia duprei*, diferente da classificação genérica *Callonaia* sp. atribuída por Wesselingh *et al.* (2006). O exemplar IF-226 representa um provável indivíduo subadulto devido ao seu comprimento reduzido e pela margem posterior ainda não alongada, além da carena pouco evidente.

Gênero *Diplodon* Spix, 1827

Diplodon longulus Conrad, 1874

Estampa 8; Anexo 7

1874 *Triquetra longula* Conrad, p. 29, fig. 10.

1928 *Prodiplodon singewaldi*, Marshall, p. 2, figs. 3, 6.

1928 *Prodiplodon bassleri* Marshall, p. 3, fig. 1.

1928 *Prodiplodon paucarpatis* Marshall, p. 4, fig. 4.

1928 *Eodiplodon gardnerae* Marshall, p. 4, figs. 2, 8.

1928 *Eodiplodon pebasensis* Marshall, p. 5, figs. 5, 7.

1937 *Ecuadorea bibiana* Marshall & Bowles, 1932 Roxo, p. 6.

1938 *Hyria* sp. de Greve, p. 20, pl. 7, figs. 24, 25.

1990 *Diplodon (Diplodon) longulus* Conrad, 1874 em Nuttall, p. 270, fig. 302.

1990 *Diplodon* sp. Nuttall, p. 271, figs. 303, 304, 305.

2006 *Diplodon cf. longulus* Conrad, 1874 em Wesselingh *et al.*, p. 429, figs. 28, 29.

2006 *Diplodon longulus* Conrad, 1874 em Wesselingh, p. 220, figs. 280, 281, 282.

Diagnose: linha dorsal convexa, margem ventral quase reta; declive umbonal arredondado, exceto no umbo onde é subangular. Umbo aplainado, com plicaturas longitudinais e transversais em zigue-zague. Margem posterior obliquamente truncada; quatro dentes marginais da valva direita; dente anterior alongado e comprimido, retilíneo (Conrad, 1874).

Descrição: conchas com tamanho entre 72 e 76 mm, moderadamente alongadas, exceto o exemplar IF-199 (não alongado) moderadamente grandes. Concha quadrilateral, arredondada na margem ventral, ornamentação chevron (forma de V) perto do umbo e concêntrica no restante da concha (ornamentação assimétrica e fina, pouca espaçada). Bico baixo. As articulações anterior e posterior estão localizadas em linha reta perto do umbo, pouco saliente. Margem anterior arredondada e margem posterior reta com posterior arredondamento.

Espécie tipo: o holótipo descrito por Conrad foi perdido.

Material: IF-195, IF-198, IF-199.

Região de coleta: Oriente (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno Inferior ao Recente (Kaandorp *et al.*, 2005; Wesselingh, 2006a).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Wesselingh, 2006b).

Considerações: os três exemplares foram coletados por Wesselingh *et al.* (2006). O indivíduo IF-199 foi classificado como *Anodontites* cf. *trapesialis* em Wesselingh *et al.* (2006) e foi aqui alterado para *Diplodon longulus* por não ter nenhuma semelhança com *Anodontites* e por apresentar as marcas em chevron na região umbonal, característica de *Diplodon*. Os espécimes IF-195 e IF-198 foram classificados como *Diplodon* cf. *longulus* por Wesselingh *et al.* (2006) e aqui é confirmada a classificação específica

para ambos os fósseis. O histórico taxonômico apresentado para a espécie é de alta complexidade devido às variações morfológicas que a concha pode apresentar em ambientes diferentes, vide as classificações de Marshall em dois gêneros e cinco espécies (Wesselingh, 2006a). Conrad (1874) cita pioneiramente *Triquetra longula* e desde então muitos outros nomes foram atribuídos a indivíduos semelhantes morfológicamente carregando a mesma característica, hoje atribuída a *Diplodon*, de ter o umbo marcado com costelas em zigue-zague. Os fósseis descritos no presente trabalho contêm essas feições características fracamente conservadas na região próxima ao umbo.

Diplodon sp.

Estampa 9; Anexo 8

1874 *Triquetra longula* Conrad, p. 29, fig. 10.

1928 *Prodiplodon* spp. Marshall, pgs. 2, 3, 4, figs. 1, 3, 4, 6.

1928 *Eodiplodon* spp. Marshall, pgs. 4, 5, figs. 2, 5, 7, 8.

1937 *Ecuadorea* sp. Marshall & Bowles, 1932 Roxo, p. 6.

1938 *Hyria* sp. de Greve, p. 20, pl. 7, figs. 24, 25.

1990 *Diplodon* (*Diplodon*) *longulus* Conrad, 1874 em Nuttall, p. 270, fig. 302.

1990 *Diplodon* sp. Nuttall, p. 271, figs. 303, 304, 305.

2006 *Diplodon* cf. *longulus* Conrad, 1874 em Wesselingh *et al.*, p. 429, figs. 28, 29.

2006a *Diplodon longulus* Conrad, 1874 em Wesselingh, p. 220, figs. 280, 281, 282.

Diagnose: Hirídeo de tamanho moderado, concha fina ou moderada; contorno variado; de elíptico a suborbicular, não alado ou fracamente alado quando. Charneira levemente curva. Ornamentação de chevron padrão de costelas ou tubérculos, geralmente restrito ao umbo, mas pode se projetar para a margem ventral. As regiões anterior e posterior são comumente lisas, exceto quando ornamentadas com linhas concêntricas moderadas.

Um ou dois dentes cardinais anteriores na valva esquerda, dois na valva direita; dente cardinal dorsal lameliforme; granulação cardinal ou estriada predominantemente ventralmente situada, frequentemente bicúspide ou mesmo dividida em dois dentes separados; dente lamelar posterior alongado, dois na valva esquerda e um na direita (Nuttall, 1990).

Descrição: tamanhos variam de 50 a 88 mm aproximadamente, moderadamente grandes e muito alongados. Concha arredondada ou quadrilateral, bico saliente. Leve depressão entre o umbo e a região anterior da concha. Conchas sem ornamentação aparente.

Espécie tipo: *Diplodon ellypticum* Spix em Spix & Wagner 1827.

Material: IF-175, IF-308 e IF-365.

Região de coleta: os espécimes IF-175 e IF-365 foram coletados em Cachoeira do Bandeira (Acre, Brasil) e o exemplar IF-308 foi coletado no Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Paleoceno ao Recente (Parodiz, 1969).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Nuttall, 1990).

Considerações: os exemplares IF-175 e IF-365 foram coletados por Wesselingh *et al.* (2006) e o espécime IF-308 foi coletado por pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. O histórico taxonômico apresentado segue o proposto anteriormente para a espécie *Diplodon longulus*, exceto pelas diferentes espécies entre os gêneros, já que aqui é tratado de forma genérica. Os indivíduos IF-175 e IF-365 não apresentam qualquer ornamentação na concha, tendo esta sido preservada lisa. Exceto por costelas na região umbonal levemente marcadas, o espécime IF-308 também apresenta a concha lisa, sem ornamentações concêntricas.

Família Mycetopodidae Gray, 1840

Gênero *Anodontites* Bruguière, 1792

Anodontites sp.

Estampa 10; Anexo 9

1928 ?*Anodontites* Marshall, p. 6.

1932 *Anodontites* Marshall & Bowles, p. 6.

1935 *Anodontites laciranus* Pilsbry & Olsson, p. 18, pl. 5, figs. 1, 1a.

1967 *Anodontites* sp. Santos & Castro, p. 418, fig. 11.

1990 *Anodontites* (*Anodontites*) *batesi* Woodward, 1871 em Nuttall, p. 275, fig. 315.

2006 *Anodontites* cf. *trapesialus* Lamarck, 1819 em Wesselingh *et al.*, p. 433, figs. 31, 32.

Diagnose: contorno variado, de alongado a oval; não alado ou incipientemente alado; moderadamente inflado; superfície da concha sem ornamentações, exceto quando costelas são presentes; edentelosa; linha palial íntegra; cicatrizes musculares rasas.

Descrição: tamanho muito variado entre os espécimes, de 55 mm em um a 231 mm em outro, aproximadamente. Indivíduos grandes, alongado a muito alongado. Concha arredondada, grande, inequilátera, sem ornamentação. Umbo liso, grande e proeminente assim como o bico. Presença de uma pequena depressão entre o umbo e a região anterior da concha.

Espécie tipo: *Anodontites crispata* Bruguière, 1792 em Nuttall (1990).

Material: IF-185 e IF-318.

Região de coleta: o espécime IF-185 foi coletado em Oriente (Acre, Brasil) e o espécime IF-318 foi coletado no Ponto 04 (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: ?Paleoceno ao Recente (Nuttall, 1990).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Nuttall, 1990).

Considerações: o exemplar IF-185 foi coletado por Wesselingh *et al.* (2006) e o exemplar IF-318 foi coletado por pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. O histórico taxonômico proposto registra as ocorrências de *Anodontites* para localidades próximas referentes à Formação Solimões. O exemplar IF-318 apresenta a concha espessa e muito alongada, característico do gênero.

Gênero *Mycetopoda* d'Orbigny, 1835

Mycetopoda pittieri Marshall, 1927

Estampa 11; Anexo 10

1927 *Mycetopoda pittieri* Marshall, p. 4, pl. 2, figs. 1, 2, 3.

2006 *Mycetopoda pittieri?* Marshall, 1927 em Wesselingh *et al.*, p. 431, fig. 30.

Diagnose: concha muito alongada, quase um paralelogramo, mais larga na região posterior. Margem dorsal reta, se curvando na região posterior e formando um ângulo com a região anterior. Bicos situados para frente. Margem ventral praticamente reta, passando para a região posterior em um ponto curvado e se curvando regularmente para a margem anterior (Marshall, 1927).

Descrição: conchas muito grandes, um espécime de 111 mm e outro de aproximadamente 180 mm, alongada a muito alongada, comprimida a muito comprimida, bico enrugado, baixo e sem raios; carneira em uma linha longa e reta. Ornamentação concêntrica bem fina e pouco espaçada. A região anterior é mais concêntrica que a posterior. Margem posterior reta. Margem ventral levemente arredondada. Região dorsal se estende antes de se curvar para a margem anterior. Sua região anterior é menor que a região posterior, ficando gradativamente mais larga ao longo da concha. Região umbonal da concha com uma ornamentação em forma de auréola que circula a margem dorsal quase integralmente, formando uma depressão na concha.

Espécie tipo: Holótipo USNM n° 365227. Parátipo USNM n° 365228.

Material: IF-63 e IF-316.

Região de coleta: o exemplar IF-63 foi coletado em Cachoeira do Bandeira (Acre, Brasil) e o exemplar IF-316 foi coletado no Ponto 04, (Acre, Brasil).

Distribuição estratigráfica: Mioceno Médio ao Recente (Wesselingh *et al.*, 2006).

Hábito de vida: água doce, fluvial ou lacustre (Marshall, 1927).

Considerações: o espécime IF-63 foi coletado por Wesselingh *et al.* (2006) e o espécime IF-316 foi coletado por pesquisadores da UNESP, USP e UFAC. O indivíduo IF-63 foi classificado como *Mycetopoda pittieri*? por Wesselingh *et al.* (2006) e aqui foi confirmado a classificação específica em razão, principalmente, do contorno em torno da região dorsal, muito evidente no holótipo descrito por Marshall (1927) e ocorrente no fóssil IF-63. Além disto, os contornos das regiões posterior e anterior, margem ventral e margem dorsal, linha de charneira e o alargamento em direção a região posterior deixam claro a designação específica para este fóssil. O indivíduo IF-316 é muito maior que o IF-63, mas apresenta as mesmas características morfológicas de alargamento em direção à região posterior, a depressão na região umbonal e a extensão da margem dorsal em direção à região anterior.

4.3 MORFOLOGIA FUNCIONAL

A análise morfofuncional realizada envolveu tanto o estudo das características anatômicas externas das conchas, bem como, quando possível, as feições internas. A análise das feições paleoecológicas foi realizada apenas utilizando os moluscos bivalves. Nesse caso em específico, os moluscos gastrópodes por sua homogeneidade de formas, além da classificação sistemática utilizada pouco puderam acrescentar aos hábitos paleoecológicos.

4.3.1 Características externas da concha

Os indivíduos das espécies *Castalia ambigua* e *Castalia* sp. apresentam a região posterior de sua concha mais alongada que a região anterior (Estampas 3, 4, 5 e 6; Anexo 4 e 5) o que, segundo Ghilardi (1999), indica um hábito escavador. A presença da ornamentação de costelas radiais auxilia no processo de escavação do organismo, caracterizando um hábito escavador intermediário, pelo menos. Dessa forma, a espécie em questão varia entre escavadora rasa a intermediária.

A espécie *Callonaia duprei* apresenta uma concha sem ornamentação (Estampa 7), o que sugere um hábito escavador profundo, já que não ocorreria atrito com o sedimento.

As espécies *Diplodon longulus* e *Mycetopoda pittieri* apresentam ornamentação concêntrica assimétrica (Estampas 8 e 11) o que, segundo Ghilardi (1999), indicaria um hábito escavador raso e rápido.

4.3.2 Características internas da concha

Da mesma forma que as feições externas, as características internas das conchas permitem a identificação de muitos aspectos relacionados ao hábito de vida dos bivalves. Dentre estes, destacam-se as feições da charneira e as cicatrizes das inserções musculares, descritas a seguir.

Todas as espécies analisadas, exceto *Mycetopoda pittieri* e *Anodontites* sp., onde não foi possível observar a concha interna, apresentam dentição da charneira com fossetas, o que indica um hábito escavador raso ou intermediário (Estampas 4, 5, 7 e 8).

Em relação às inserções musculares e, em específico à linha palial, a feição é resultante da inserção da margem do manto na concha e geralmente apresenta-se de duas maneiras principais: **a**: integropaliada, onde há ausência de sinus palial, indicando a ausência de sifão ou presença de sifão curto, sendo esta característica típica de bivalves

escavadores rasos; **b**: sinuspaliada, onde o sinus palial pode apresentar certa variação na sua profundidade, estando esta característica relacionada ao tamanho do sifão e, portanto, pode ser atribuída a um hábito escavador raso, intermediário ou profundo, de acordo com suas dimensões (Stanley, 1970; Runnegar, 1974; Kondo, 1987; Watters, 1993).

As espécies se diferenciam quanto à inserção muscular. *Castalia ambigua* é sinuspaliada (Figura 16), apresentando uma pequena abertura sifonal. Portanto, os exemplares classificados como *Castalia ambigua* são escavadores rasos. Entretanto, o indivíduo que apresenta essa região conservada é provavelmente um jovem, já que sua região posterior não é tão alongada como a dos demais. Dessa forma, seria correto inferir que esses indivíduos variam entre escavadores rasos e intermediários. Além disso, apresenta inserção muscular isomiária (Figura 16) profundamente impressas, o que indica um hábito de vida infaunal, escavador raso e ativo.

Assim como *Castalia ambigua*, *Anodontites* sp. apresenta inserção muscular isomiária, mas ele não é profundamente impresso, o que indica um hábito de vida infaunal e escavador.

Diplodon longulus apresenta uma musculatura isomiária. Já em *Callonaia duprei*, a cicatriz muscular anterior não foi preservada.

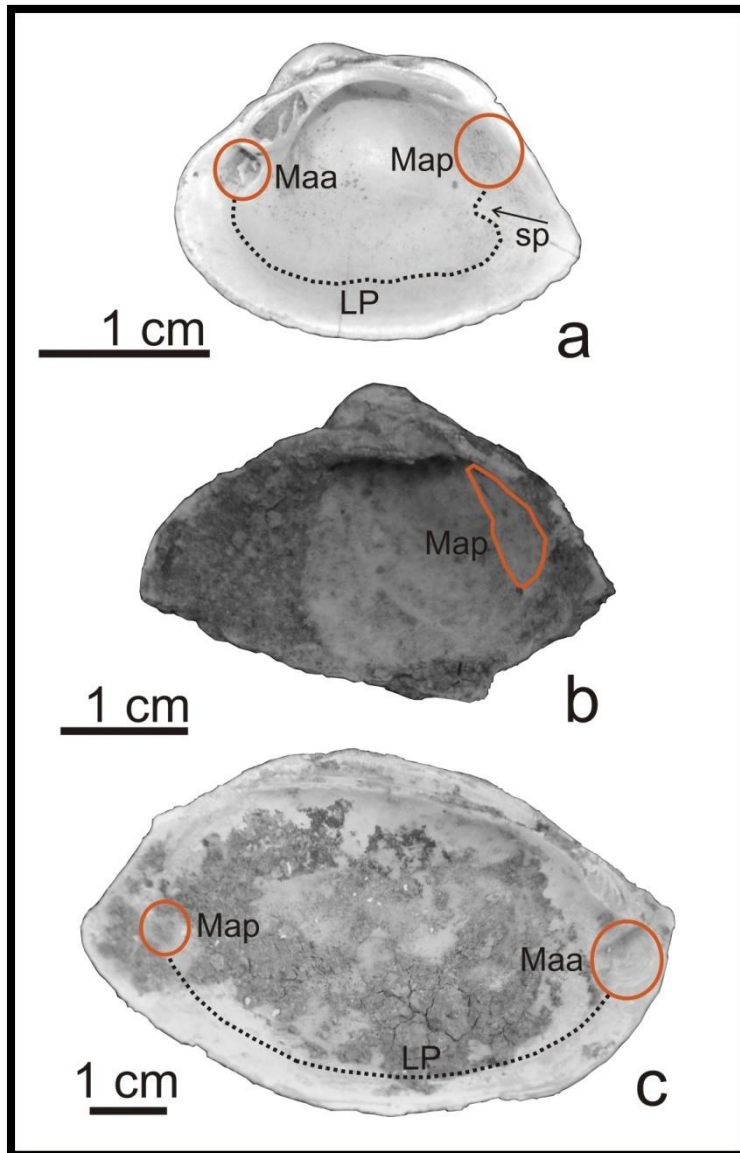


Figura 16. Impressões musculares adutoras e linha palial. a: vista interna da valva direita de *Castalia ambigua*, IF-347; b: vista interna da valva direita de *Callonaia duprei*, IF-219; c: vista interna da valva esquerda de *Diplodon longulus*, IF-198. Maa: cicatriz do músculo adutor anterior; Map: cicatriz do músculo adutor posterior; LP: linha palial; sp: sinus palial.

Vale ressaltar que as famílias descritas de moluscos bivalves têm hábitos alimentares detritívoros, tornando-as escavadoras rasas com mobilidade pelo substrato. Portanto, as conchas desses organismos apresentam menor espessura e dentição adaptadas a esse hábito alimentar, uma vez que promovendo a movimentação das valvas de modo mais eficaz.

4.4 PALEOAMBIENTE

Entre os malacólogos, os bivalves de água doce nunca receberam a atenção dispensada às formas marinhas (Ghilardi, 1999). No que se refere à morfologia funcional, isto se deve, aparentemente, às poucas adaptações exclusivas que os grupos dulcícolas apresentam, assim como seus padrões evolutivos pouco complexos (Savazzi & Peiyi, 1992). Entretanto, muitos bivalves de água doce apresentam características morfológicas únicas, demonstrando um alto grau de plasticidade morfológica que pode ser identificado no registro fossilífero. É interessante notar que as características exclusivas de bivalves marinhos, raras ou ausentes nos bivalves de água doce, são também raras ou ausentes em bivalves que pertenciam a grupos marinhos e que, secundariamente, invadiram o ambiente dulcícola (*e.g.*, Superfamília Cardicea e famílias Arcidae e Donacidae) (Vermeij & Dudley, 1985).

A princípio, as adaptações apresentadas por bivalves dulcícolas viventes estão relacionadas ao baixo grau de predação a que estão expostos e às correntes tracionais de fundo, que movimentam as partículas do substrato e transportam clastos de granulometria maior do que areia grossa, podendo proporcionar injúrias às valvas quando exumadas e/ou roladas pelo leito do rio (Vermeij & Dudley, 1985; Savazzi & Peiyi, 1992). Aparentemente este processo danifica o manto, região interna da concha, porém, devido a provável tolerância a danos ao tecido mole, as estruturas restauradas são características exclusivas dos bivalves de água doce (Vermeij & Dudley, 1985).

Bivalves dulcícolas viventes demonstram uma menor velocidade de escavação em relação aos bivalves marinhos, uma vez que no ambiente fluvial a dinâmica sedimentar (frequência entre os eventos de erosão *versus* soterramento) é distinta da observada no ambiente marinho raso (acima do nível de base de ondas de tempestades) (Savazzi & Peiyi, 1992).

Os bivalves de água doce frequentemente não apresentam dentição heterodonte, sendo a charneira mais espessa que a dos bivalves marinhos (Vermeij & Dudley, 1985). O *claustrum*, uma extensão dorsal pós umbonal das margens da concha sobre a linha da charneira, é outra estrutura exclusiva de bivalves dulcícolas (Vermeij & Dudley, 1985; Savazzi & Peiyi, 1992). Sua função é aumentar a rigidez da charneira e proporcionar um impulso adicional de abertura das valvas contra a pressão do sedimento que circunda o animal (Savazzi & Peiyi, 1992) (Figura 6).

Diversos autores têm sugerido que os bivalves de água doce sofreram, ao longo de sua história evolutiva, “menor pressão” quanto à predação, do que os marinhos (*e.g.*, Stanley, 1968, 1970, 1972; Vermeij, 1977). Conseqüentemente, nas conchas dos bivalves de água doce há uma maior incidência de aberturas (descontinuidades) anteriores e posteriores.

Em resumo, portanto, não existem evidências morfológicas que indicam que os bivalves da Formação Solimões possam estar vinculados a ambientes marinhos. Todas as características encontradas (charneira com dentes e fossetas, ornamentação fraca, porções anteriores pequenas e valvas finas) sugerem o ambiente dulcícola para as espécies descritas.

A sistemática dos gastrópodes também aponta o ambiente dulcícola para seus representantes, uma vez que os táxons atuais e pretéritos desses grupos estão sempre associados a esse ambiente.

Deve ser destacado, entretanto, que com base apenas na morfologia funcional não há como inferir precisamente o teor de salinidade do meio onde viveram os moluscos estudados.

4.5 DISTRIBUIÇÃO BIOESTRATIGRÁFICA

Os gastrópodes estudados puderam contribuir para o refinamento do posicionamento estratigráfico dos sítios paleontológicos estudados. Observa-se que há uma interpolação dos táxons estudados justamente no Mioceno Superior confirmando o caráter fóssil do grupo (Figura 17). Tais análises carecem de mais refinamento, mas apontam idade Tortoniana para o grupo fóssil.

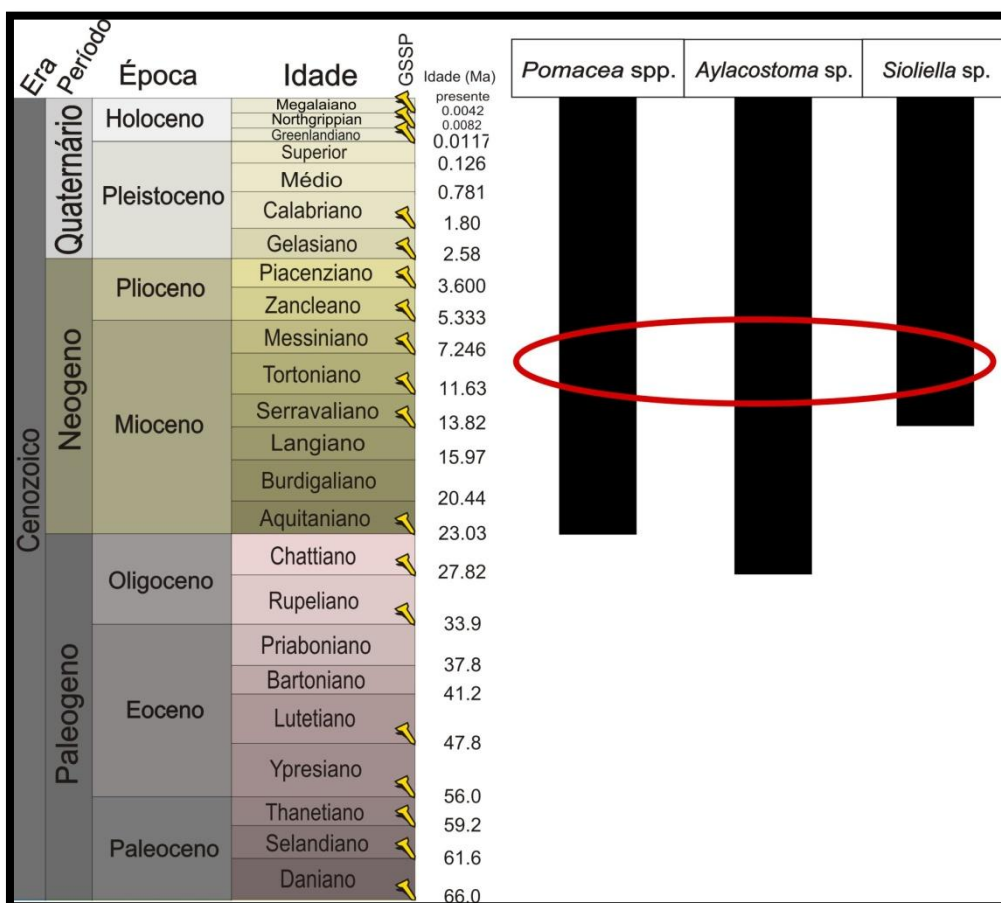


Figura 17. Distribuição estratigráfica dos gastrópodes identificados. A região circunscrita indica a idade das localidades descritas anteriormente.

5. CONCLUSÕES

Tendo o acima exposto, podemos concluir que:

- A) Os moluscos fósseis da Formação Solimões (Mioceno Superior, Bacia Acre) podem ser classificados em 5 gêneros de bivalves (*Castalia*, *Callonaia*, *Diplodon*, *Anodontites* e *Mycetopoda*) e em 3 gêneros de gastrópodes (*Pomacea*, *Aylacostoma* e *Sioliella*);
- B) Todas as espécies já foram descritas previamente com exceção de *Sioliella* sp. que, de forma inédita, foi relacionada ao Mioceno Superior do Brasil;
- C) Todos os indivíduos coletados no Ponto 04 trazem novos dados da malacofauna fóssil para a Formação Solimões, Mioceno Superior, Brasil.
- D) Nenhum dos táxons descritos ou propostos tem afinidades com grupos fora da condição ambiental dulceaquícola;
- E) A espécie *Castalia ambigua* apresenta hábito escavador raso e rápido, além de ter um maior número de indivíduos registrados nos pontos de coleta;
- F) As espécies *Diplodon longulus* e *Mycetopoda pittieri* possuem hábito escavador raso e rápido;
- G) A espécie *Callonaia duprei* detêm hábito escavador profundo e lento;
- H) Os fósseis que representam *Anodontites* sp. neste estudo não foram suficientes para inferir maiores detalhes sobre os hábitos de vida da espécie para a Formação Solimões;
- I) As espécies descritas de moluscos gastrópodes têm afinidades sistemáticas com táxons característicos de água doce;
- J) A sistemática e a morfologia funcional dos exemplares estudados leva a crer que o ambiente de vida desses organismos está estritamente relacionado a ambiente de água doce lacustre ou fluvial;
- K) Apesar de não serem de água marinha, a salinidade da água não pode ser aferida pelas características morfológicas analisadas;

L) Os gastrópodes apontam uma provável idade Tortoniana – Messiniana para o conjunto de fósseis estudado;

M) Tal resultado coaduna com a hipótese de não haver mais comunicação entre condições marinhas e os lagos formados durante o Mioceno Superior no Brasil.

6. REFERÊNCIAS

- Aguilera, O.A.; Bocquentin, J.; Branco, R.; Lundberg, J.G. & Maciente, A. 2008. A new cajaró catfish (Siluriformes: Pimelodidae: *Phractocephalus*) from the late Miocene of Southwestern Amazonia and its relationship to *Phractocephalus nassi* of the Urumaco Formation. *Paläontologische Zeitschrift*, 82(2): 231-245.
- Alvarenga, H.M. & Guilherme, E. 2003. The anhingas (Aves: Anhingidae) from the Upper Tertiary (Miocene–Pliocene) of southwestern Amazonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(3): 614-621.
- Aureliano, T.; Ghilardi, A.M.; Guilherme, E.; Souza-Filho, J.P.; Cavalcanti, M. & Riff, D. 2015. Morphometry, bite-force, and paleobiology of the Late Miocene caiman *Purussaurus brasiliensis*. *PloS one*, 10(2): 1-14.
- Beasley, C.R. 2001. The impact of exploitation on freshwater mussels (Bivalvia: Hyriidae) in the Tocantins River, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(2): 159-165.
- Bissaro Júnior, M.C. 2018 **Tafonomia de macrovertebrados e geocronologia de depósitos fossilíferos da Formação Solimões (Bacia do Acre, Mioceno Superior)**. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada (FFCLRP-USP), Ribeirão Preto, 272 p. (*Tese de Doutorado*).
- Bissaro Júnior, M.C.; Ghilardi, R.P.; Bueno, M.R.; Manzoli, A.; Adorni, F.S.; Muniz, F.P. & Hsiou, A.S. 2018. The total station as a tool for recording provenance in paleontology fieldwork: Configuration, use, advantages, and disadvantages. *Palaios*, 33(2): 55-60.
- Bocquentin, J. & Guilherme, E. 1997. A cintura pélvica do quelônio *Stupendemys* (Podocnemididae, Podocnemidinae) proveniente do Mioceno Superior-Plioceno, do Estado do Acre, Brasil. *Acta Geol. Leopoldensia*, 20: 47-50.
- Boonstra, M.; Ramos, M.I.F.; Lammertsma, E.I.; Antoine, P.O. & Hoorn, C. 2015. Marine connections of Amazonia: Evidence from foraminifera and dinoflagellate cysts (early to middle Miocene, Colombia/Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 417: 176-194.
- Bouchet, P.; Rocroi, J.P.; Bieler, R.; Carter, J.G. & Coan, E.V. 2010. Nomenclator of bivalve families with a classification of bivalve families. *Malacologia*, 52(2): 1-184.
- Bouchet, P.; Rocroi, J.P.; Hausdorf, B.; Kaim, A.; Kano, Y.; Nützel, A. & Strong, E.E. 2017. Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61(1–2): 1-526.
- Brasil. 1976. Folha SC.19 Rio Branco: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: DNPM, 464 p.
- Camacho, H.H. & del Río, C.J. 1998. Gastropoda, 323-376. In: Camacho, H.H. & Longobucco, M.I. (eds.). **Los Invertebrados Fósiles**. Buenos Aires: Fundación Historia Natural Félix de Azara, Vol.1, 787p.
- Caputo, M.V.; Rodrigues, R. & Vasconcelos, D.D. 1971. Litoestratigrafia da Bacia do rio Amazonas. *Relatório Técnico Interno 641-A*, Petrobras-Renor, Belém, 35-46 p.
- Caputo, M.V. 2014. Juruá orogeny: Brazil and Andean countries. *Brazilian Journal of Geology*, 44(2): 181-190.
- Carmona, N.B.; Mángano, M.G.; Buatois, L.A. & Ponce, J.J. 2007. Bivalve trace fossil in an early Miocene discontinuity surface in Patagonia, Argentina: Borrowing behavior and implications for ichnotaxonomy at the firmground-hardground divide. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 255(3-4): 329-341.

- Cazzaniga, N.J. 2002. Old species and new concepts in the taxonomy of *Pomacea* (Gastropoda: Ampullariidae). *Biocell: Official Journal of the Sociedades Latinoamericanas de Microscopía Electronica* 26(1): 71-81.
- Conrad, T.A. 1870. Descriptions of new fossil shells of the upper Amazon, *American Journal of Conchology*, 6: 192-198.
- Conrad, T.A. 1874. Remarks on the Tertiary clay of the upper Amazon, with descriptions of new shells. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 26(1): 25-32.
- Cowie, R.H. 1997. *Pila* Roeding, 1798 and *Pomacea* Perry, 1810 (Mollusca, Gastropoda): proposed placement on the Official List. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 54: 83-83.
- Cowie, R.H.; Cazzaniga, N.J. & Glaubrecht, M. 2004. The South American Mollusca of Johann Baptist Ritter von Spix and their publication by Johann Andreas Wagner. *The Nautilus*, 118(2), 71-87.
- Cowie, R.H.; Hayes, K.A. & Strong, E.E. 2015. **Types of Ampullariidae (Mollusca: Gastropoda) in the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, with Lectotype Designations.** Smithsonian Institution Scholarly Press. 645, 13p.
- Cozzuol, M.A. 2006. The Acre vertebrate fauna: age, diversity, and geography. *Journal of South American Earth Sciences*, 21(3), 185-203.
- Cozzuol, M.A.; Goin, F.; Reyes, M. & Ranzi, A. 2006. The oldest species of *Didelphis* (Mammalia, Marsupialia, Didelphidae), from late Miocene of Amazonia. *J. Mammal*, 87: 663-667.
- Cunha, P.R.C. 2007. Bacia do Acre. *Boletim de Geociências da Petrobras. Cartas estratigráficas*, 15: 207-213.
- Czaplewski, N.J. 1996. Opossums (Didelphidae) and bats (Noctilionidae and Molossidae) from the Late Miocene of the Amazon Basin. *J. Mammal*, 77: 84-94.
- D'ávila, S. & Resende, R. 2016. A cada um a sua concha. *Revista Brasileira de Zoociências*, 17(2): 7-15.
- Davis, J.D. 1925. Quantitative studies on the fauna of the sea bottom, n° 2. *Southern north Sea: great Britain Fish. Invest.*, 8(11): 1-50.
- Dino, R.; Soares, E.A.A.; Antonioli, L.; Riccomini, C. & Nogueira, A.C.R. 2012. Palynostratigraphy and sedimentary facies of Middle Miocene fluvial deposits of the Amazonas Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 34: 61-80.
- Etheridge, R. 1879. Notes on the Mollusca collected by C. Barrington Brown, Esq., ARSM, from the Tertiary deposits of Solimões and Javary Rivers, Brazil. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 35(1-4): 82-88.
- Fedonkin, M.A. & Waggoner, B.M. 1997. The Late Precambrian fossil *Kimberella* is a mollusc-like bilaterian organism. *Nature*, 388 (6645), 868-871.
- Fedonkin, M.A.; Simonetta, A. & Ivantsov, A.Y. 2007. New data on *Kimberella*, the Vendian mollusc-like organism (White Sea region, Russia): palaeoecological and evolutionary implications, 157-179. In: Vickers-Rich, P. & Komarower, P. **The Rise and Fall of the Ediacaran Biota.** London: The Geological Society, 286(1), 459p.
- Feijó, F.J. & Souza, R.G. 1994. Bacia do Acre. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 8(1): 9-16.
- Flynn, J.J. & Swisher, C.C. III. 1995. Cenozoic South American land mammal ages: correlation and global geochronologies. *SEPM Special Publication*, 54: 317-334.
- Fortunaro, H. 2016. Mollusks: Tools in environmental and climate research. *American Malacological Bulletin*. 33(2): 310-324.

- Frailey, C.D.; Lavina, E.L.; Rancy, A. & Souza Filho, J.P.D. 1988. A proposed Pleistocene/Holocene lake in the Amazon basin and its significance to Amazonian geology and biogeography, *Acta Amazonica*, 18(3-4), 119-143.
- Fürsich, F.T. 1994. Palaeoecology and evolution of Mesozoic salinity-controlled benthic macroinvertebrate associations, *Lethaia*, 26(4): 327-346.
- Gabb, W.M. 1869. Descriptions of fossils from the clay deposits of the Upper Amazon. *American Journal of Conchology*, 4: 197-200.
- Ghilardi, R.P. 1999. **Paleoautoecologia dos bivalves do Grupo Passa Dois (Neopermiano), no Estado de São Paulo: bivalves fósseis como indicadores da dinâmica sedimentar**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 196p. (*Dissertação de Mestrado*).
- Ghilardi, R.P. & Simões, M.G. 2000. Bivalves fósseis como indicadores da dinâmica sedimentar: um estudo de casos do Paleozoico Superior da Bacia do Paraná, Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*, 23(51): 3-20.
- Ghilardi, R.P. & Simões, M.G. 2002. Foram os Bivalves do Grupo Passa Dois (Exclusive Formação Rio do Rasto), Neopermiano, invertebrados tipicamente dulcícolas?. *Pesquisas em Geociências*, 29(1): 3-13.
- Ghilardi, R.P. & Rosa, M.S.A.S.M. 2010. Anatomia interna de alguns moluscos bivalves fósseis do Grupo Bauru (Cretáceo Superior, Bacia Bauru), Brasil: implicações paleoecológicas. *Terr@ Plural*, 4(1): 113-119.
- Graf, D.L. & Cummings, K.S. 2007. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoidea). *Journal of Molluscan Studies*, 73(4): 291-314.
- Gringas, M.K.; Räsänen, M. & Ranzi, A. 2002. The significance of bioturbated inclined heterolithic stratification in the southern part of the Miocene Solimões Formation, Rio Acre, Amazonia Brazil. *Palaios* 17(6): 591-601.
- Gross, M.; Piller, W.E.; Ramos, M.I. & Paz, J.D.S. 2011. Late Miocene sedimentary environments in south-western Amazonia (Solimões Formation; Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, 32(2): 169-181.
- Gross, M.; Ramos, M.I.; Caporaletti, M. & Piller, W.E. 2013. Ostracods (Crustacea) and their palaeoenvironmental implication for the Solimões Formation (Late Miocene; Western Amazonia/Brazil). *Journal of South American earth sciences*, 42: 216-241.
- Guimarães, L.I.A. 2011. **Estudo sistemático de gastrópodes neógenos, com ênfase ao gênero *Tryonia* (Stimpson, 1865), Formação Solimões, estado do Amazonas**. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. (*Dissertação de Mestrado*).
- Haszprunar, G.; Schander, C. & Halanych, K.M. 2008. Relationships of higher molluscan taxa, 19-32. In: Ponder, W.F. & Lindberg, D.R. (eds.) **Phylogeny and Evolution of the Mollusca**. California: University of California Press, Vol. 1, 470p.
- Horn, C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 105: 267-309.
- Horn, C. 1994a. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (early Miocene-early middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 109(1): 1-54.
- Horn, C. 1994b. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon river system (Middle-Late Miocene, NW Amazonia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 112, 187-238.

- Hoorn, C.; Wesselingh, F.P.; Ter Steege, H.; Bermudez, M.A.; Mora, A.; Sevink, J. & Jaramillo, C. 2010a. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *Science*, 330: 927-931.
- Hoorn, C.; Wesselingh, F.P.; Hovikoski, J. & Guerrero, J. 2010b. The development of the amazonian mega-wetland (Miocene; Brazil, Colombia, Peru, Bolivia), 123-142. *In: Hoorn, C. & Wesselingh, F.P. (eds.) Amazonia: Landscape and Species Evolution. A Look into the Past.* Hoboken: Blackwell-Wiley, 464p.
- Hovikoski, J.; Räsänen, M.; Gingras, M.; Ranzi, A. & Melo, J. 2008. Tidal and seasonal controls in the formation of Late Miocene inclined heterolithic stratification deposits, western Amazonian foreland basin. *Sedimentology*, 55(3): 499-530.
- Hsiou, A.S. 2010. **Lagartos e serpentes (Lepidosauria, Squamata) do Mioceno médio-superior da Região Norte da América do Sul.** Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, 239p. (*Tese de Doutorado*).
- Ivantsov, A.Y. 2009. New reconstruction of *Kimberella*, problematic Vendian metazoan. *Paleontological Journal*, 43(6), 601-611.
- Kaandorp, R.J.; Vonhof, H.B.; Wesselingh, F.P.; Pittman, L.R.; Kroon, D. & Van Hinte, J.E. 2005. Seasonal Amazonian rainfall variation in the Miocene climate optimum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 221(1-2): 1-6.
- Kauffman, E.G. 1969. Form, Function, and Evolution, N129-N203p. *In: Moore, R.C. (ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6.* The Geological Society of America, Vol. 1, 6198p.
- Kay, R.F. & Cozzuol, M.A. 2006. New platyrrhine monkeys from the Solimões formation (Late Miocene, Acre State, Brazil). *Journal of Human Evolution*, 50(6), 673-686.
- Kerber, L. 2017. Imigrantes em um continente perdido: O registro fóssilífero de roedores Caviomorpha (Mammalia: Rodentia: Ctenohystrica) do Cenozoico do Brasil. *Terrae Didactica*, 13(3), 185-211.
- Kondo, Y. 1987. Burrowing depth of infaunal bivalves: observation of living species and its relation to shell morphology. *Transactions and proceedings of the Paleontological Society of Japan*. 148: 306-323.
- Kosnik, M.A.; Jablonski, D.; Lockwood, R. & Novack-Gottshall, P.M. 2006. Quantifying molluscan body size in evolutionary and ecological analyses: maximizing the return on data-collection efforts. *Palaios*, 21(6): 588-597.
- Kronberg, B.I.; Franco, J.R.; Benchimol, R.E.; Hazenberg, G.; Doherty, W. & VanderVoet, A. 1989. Geochemical variations in Solimoes Formation sediments (Acre Basin, Western Amazonia). *Acta Amazonica*, 19: 319-333.
- Lamarck, J.P.B.A. 1819. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. *Paris, published by the author*, 6: 232.
- Latrubesse, E.M.; da Silva, S.A.; 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(1), 61-80.
- Latrubesse, E.M.; Cozzuol, M.; da Silva-Caminha, S.A.F.; Rigsby, C.A.; Absy, M.L. & Jaramillo, C. 2010. The Late Miocene paleogeography of the Amazon Basin and the evolution of the Amazon River system. *Earth-Science Reviews*, 99(3-4): 99-124.
- Maia R.G.N.; Godoy H.K.; Yamaguti H.S.; Moura P.A.; Costa F.S.F.; Holanda M.A. & Costa J.A. 1977. Projeto Carvão no Alto Solimões. Relatório Final. *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Departamento Nacional da Produção Mineral*, Manaus, 142 p.

- Marshall, W.B. 1927. A new genus and two new species of South American fresh-water mussels. *Proceedings of the United States National Museum*. 71: 1-6.
- Marshall, W.B. & Bowles, E.O. 1932. New fossil fresh-water mollusks from Ecuador. *Proceedings of the United States National Museum*. 82: 1-9.
- Martín, P.R. & De Francesco, C.G. 2006. Fossil record of *Pomacea* (Caenogastropoda: Ampullariidae) in Argentina and its paleoenvironmental implications. *Biocell*, 30(2): 337-343.
- Maury, C.J. 1937. Argillas fossilíferas do Plioceno do Território do Acre. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 77: 1-30.
- Medeiros, C.G.D. 2017. **Ostracodes da Formação Solimões, Brasil: contribuição à bioestratigrafia do Neógeno da Amazônia.** Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IG-UNB), Brasília, 67 p. (*Dissertação de Mestrado*).
- Mezzalira, S. & Simone, L.R.L. 1999. Two new species of *Castalia* (Mollusca, Bivalvia, Unionoida) in Cretaceous of Bauru Group, São Paulo State, Brazil. *Revista Universidade Guarulhos e Geociências*, 4(6): 58-60.
- Milani, E.J.; Rangel, H.D.; Bueno, G.V.; Stica, J.M.; Winter, W.R.; Caixeta, J.M. & Neto, O.P. 2007. Bacias sedimentares brasileiras: cartas estratigráficas. *Anexo ao Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15(1): 183-205.
- Moraes Rego, L.D. 1930. Notas sobre a Geologia do território do Acre e da bacia do Javari. *Cezar and Cavalcante, Manaus*, 45 p.
- Moura, P.D. & Wanderley, A. 1938. Noroeste do Acre, reconhecimentos geológicos para petróleo. *Bol. Serv. Fom. Prod. Mineral Rio de Janeiro*, 26: 1-116.
- Negri, F.R.; Bocquentin, J.; Ferigolo, J. & Antoine, P.O. 2010. A review of Tertiary mammal faunas and birds from western Amazonia, 243-258. *In: Hoorn, C. & Wesselingh, F.P. (eds.) Amazonia: Landscape and Species Evolution. A Look into the Past.* Hoboken: Blackwell-Wiley, 464p.
- 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. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol.)*, 45(2): 165-371.
- Oliveira, C.M.M. 1994. **Estilos estruturais e evolução tectônica da bacia do Acre.** Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto (DG-UFOP), 206 p. (*Dissertação de Mestrado*).
- Oppenheim, V. 1937. Geological exploration between upper Jurua river, Brazil, and middle Ucayali river, Peru. *Amer. Assoc. Petr. Geol., Bulletin* 21(1): 97-110.
- Parkhaev, P.Y. 2017. Origin and the early evolution of the phylum Mollusca. *Paleontological Journal*, 51(6), 663-686.
- Parodiz, J.J. 1969. *The Tertiary non-marine mollusca of South America.*
- Pastorino, G. & Darrigan, G. 2011. *Castalia ambigua*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2011*: e.T188881A8657032.
- Perry, G. 1810. Arcana. *Museum of Natural History*, np.
- Pyron, M. & Brown, K.M. 2015. Introduction to mollusca and the class Gastropoda, 383-421. *In: Thorp, J.H. & Rogers, D.C. (eds.) Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates, Ecology and General Biology.* New York: Academic Press, Vol.1, 1148p.
- Räsänen, M.E.; Linna, A.M.; Santos, J.C. & Negri, F.R. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin. *Science*, 269(5222): 386-390.
- Reif, W.E. 1983. Functional morphology and evolutionary ecology. *Paläontologische Zeitschrift*, 57(3-4): 255-266.
- Ribeiro, A.M.; Madden, R.H.; Negri, F.R.; Kerber, L.; Hsiou, A.S. & Rodrigues, K.A., 2013. Mamíferos fósseis y biocronología en el suroeste de la Amazonia, Brasil, 207-

221. *In*: Brandoni, D., Noriega, J.I. (eds.), **El Neógeno de La Mesopotamia Argentina**. Buenos Aires: Asociación Paleontológica Argentina, Vol. 1, 221p.
- Roddaz, M.; Hermoza, W.; Mora, A.; Baby, P.; Parra, M.; Christophoul, F. & Espurt, N. 2010. Cenozoic sedimentary evolution of the Amazonian foreland basin system, 61-88. *In*: Hoorn, C. & Wesselingh, F.P. (eds.) **Amazonia: Landscape and Species Evolution. A Look into the Past**. Hoboken: Blackwell-Wiley, 464p.
- Roxo, M.G.O. 1924. Breve notícia sobre os fósseis do Terciário do Alto Amazonas. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, 11: 41-52.
- Roxo, M.G. 1937. Fósseis pliocênicos do rio Juruá, Estado do Amazonas. *Departamento de Geologia e Mineralogia. Notas Prelim. Estud*, 9: 4-13.
- Runnegar, B. 1974. Evolutionary history of the bivalve Subclass Anomalodesmata. *J. Paleontol.*, 48(5): 904-939.
- Ruppert, E. & Barnes, R.D. 1996. **Zoologia dos Invertebrados**. Roca, São Paulo, 6ª. Edição, 1029p.
- Sälgeback, J. 2006. Functional Morphology of Gastropods and Bivalves. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology*, 257: 9-31.
- Sanders, H.L. 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. I Animal-sediment relationships. *Limnol and Oceanogr.*, 3: 245-258.
- Santos, M.E.C.M. & Castro, J.S. 1967. Moluscos cenozoicos de água doce do Alto Amazonas. *Atas simp. Biota Amazonica, Geoci. Belém*, 1: 411-423.
- Savazzi, E. & Peiyi, Y. 1992. Some morphological adaptations in freshwater bivalves. *Lethaia*, 25: 195-209.
- Seilacher, A. 1990. Aberrations in bivalve evolution related to photo- and chemosymbiosis. *Historical Biology*, 3(4): 289-311.
- Silva, A.J.P.; Lopes, R.C.; Vasconcelos, A.M. & Bahia, R.B.C. 2003. Bacias sedimentares paleozoicas e meso-cenozoicas interiores, 55-85. *In*: Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R.M. & J.H. Gonçalves (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 692p.
- Silveira, R.R.; & Souza, P.A. 2017. Palinoestratigrafia da Formação Solimões na região do Alto Solimões (Atalaia do Norte e Tabatinga), Amazonas, Brasil. *Geociências (São Paulo)*, 36(1): 100-117.
- Simone, L.R.L. 2006. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. EGB, Fapesp, São Paulo, 390p.
- Souza-Filho, J.P. & Guilherme, E. 2015. A Paleontologia no Estado do Acre, 147-158. *In*: Adamy, A. (ed.). **Geodiversidade do Estado do Acre**. Porto Velho: CPRM, 280p.
- Stanley, S.M. 1968. Post-Paleozoic adaptive radiation of infaunal bivalve molluscs: a consequence of mantle fusion and siphon formation. *Journal of Paleontology*, 42(1): 214-229.
- Stanley, S.M. 1970. **Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca)**. Geological Society of America, Vol. 125, 281p.
- Stanley, S.M. 1972. Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. *J. Paleontol.*, 46(2): 165-212.
- Stanley, S.M. 1981. Infaunal survival: alternative functions of shell ornamentation in the Bivalvia (Mollusca). *Paleobiology*, 7(3): 384-393.
- Thayer, C.W. 1975. Morphologic adaptations of benthic invertebrates to soft substrata. *Journal of Marine Research*, 33: 177-189.
- Vermeij, G.J. 1971. Gastropod evolution and morphological diversity in relation to shell geometry. *Journal of Zoology*, 163(1): 15-23.

- Vermeij, G.I. 1977 The Mesozoic marine revolution: evidence from snails, predators and grazers. *Paleobiology*, 2: 245-258.
- Vermeij, G.J. & Covich, A.P. 1978. Coevolution of freshwater gastropods and their predators. *The American Naturalist*, 112(987), 833-843.
- Vermeij, G.J. 1983. Traces and trends of predation, with special reference to bivalved animals [Palaeontology Review]. *Palaeontology*, 26(3): 455-465.
- Vermeij, G.J. & Dudley, E.C. 1985. Distribution of adaptations: A comparison between the functional shell morphology of freshwater and marine pelecypods, 461-478. In: Wilbur, K.M.; Trueman, E.R. & Clarke, M.R. (eds.) **The Mollusca: Evolution**. New York: Academic Press, Vol. 10, 491p.
- Vonhof, H.B.; Wesselingh, F.P. & Ganssen, G.M. 1998. Reconstruction of the Miocene western Amazonian aquatic system using molluscan isotopic signatures, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 141: 85-93.
- Vonhof, H.B.; Wesselingh, F.P.; Kaandorp, R.J.G.; Davies, G.R.; Van Hinte, J.E.; Guerrero, J. & Ranzi, A. 2003. Paleogeography of Miocene Western Amazonia: Isotopic composition of molluscan shells constrains the influence of marine incursions. *Geological Society of America Bulletin*, 115(8), 983-993.
- Vonhof, H.B. & Kaandorp, R.J. 2010. Climate variation in Amazonia during the Neogene and the Quaternary, 199-210. In: Hoorn, C. & Wesselingh, F.P. (eds.) **Amazonia: Landscape and Species Evolution. A Look into the Past**. Hoboken: Blackwell-Wiley, Vol.1, 464p.
- Wagner, J.A. 1827. **Testacea fluviatilia**. Harvard University, Museum of Comparative Zoology, 36p.
- Wanderley Filho, J.R.; Eiras, J.F. & Vaz, P.T. 2007. Bacia do Solimões, *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 217-225.
- Watters, G.T. 1993 Some aspects of the functional morphology of the shell of infaunal bivalves (Mollusca). *Malacologia*, 35(2): 315-342.
- Webb, S.D. 1995. Biological implications of the Middle Miocene Amazon seaway. *Science*, 269(5222), 361-363.
- Wesselingh, F.P. 2000. On relict hydrobiid species in Brazilian Amazonia (Gastropoda, Prosobranchia, Hydrobiidae). *Basteria-Lisse*, 64(4/6): 129-136.
- Wesselingh, F.P.; Räsänen, M.E.; Irion, G.; Vonhof, H.B.; Kaandorp, R.; Renema, W. & Gingras, M. 2002. Lake Pebas: a palaeoecological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia. *Cainozoic Research*, 1(1/2): 35-81.
- Wesselingh, F.P. 2006a. Molluscs from the Miocene Pebas Formation of Peruvian and Colombian Amazonia. *Scripta Geologica*, 133(1): 19-290.
- Wesselingh, F.P. 2006b. Miocene long-lived lake Pebas as a stage of mollusc radiations, with implications for landscape evolution in western Amazonia. *Scripta Geologica*, 133: 1-17.
- Wesselingh, F.P.; Ranzi, A. & Räsänen, M.E. 2006. Miocene freshwater Mollusca from western Brazilian Amazonia. *Scripta Geologica*, 133: 419-437.
- Wesselingh, F.P. 2007. Long-lived lake molluscs as island faunas: a bivalve perspective, 275-314. In: Renema, W. (ed.) **Biogeography, time, and place: distributions, barriers, and islands**. Dordrecht: Springer, Vol. 29, 414p.
- Wesselingh, F.P. 2008. Molluscan radiations and landscape evolution in Miocene Amazonia. *Annales Universitatis Turkuensis, Biologica-Geographica-Geologica* 232: 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(1): 120-134.

Woodring, W.P. 1966. The Panama land bridge as a sea barrier. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 110(6): 425-433.

ESTAMPAS

Imagens dos moluscos utilizados nesse estudo. Todas as medidas estão em milímetros.

C = comprimento.

L = largura.

A = altura.

ESTAMPA 1

A – J: *Pomacea* sp. da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral, IF-349 (C = 21; L = 27,8).

B: vista lateral, IF-349 (C = 21; L = 27,8).

C: vista basal, IF-349 (C = 21; L = 27,8).

D: vista dorsal, IF-349 (C = 21; L = 27,8).

E: vista basal, IF-349 (C = 21; L = 27,8).

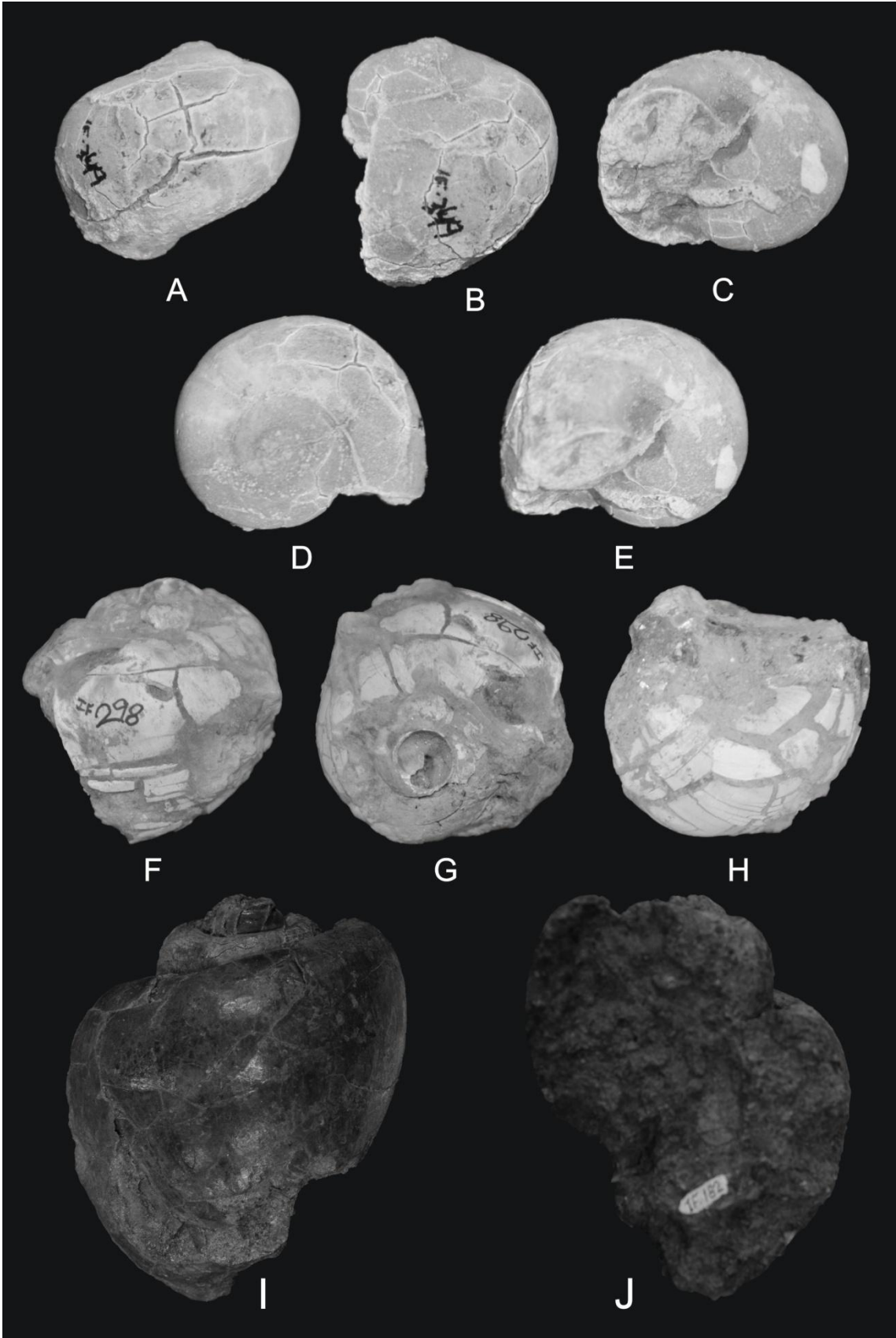
F: vista lateral, IF-298 (C = 44,5; L = 43,3).

G: vista dorsal, IF-298 (C = 44,5; L = 43,3).

H: vista basal, IF-298 (C = 44,5; L = 43,3).

I: vista lateral, IF-182 (C = 130,2; L = 109).

J: vista lateral, IF-182 (C = 44,5; L = 43,3).



ESTAMPA 2

A, B, C, D, F, G, H: *Aylacostoma* sp. da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

E: *Sioliella* sp. da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral, IF-190 (C = 12,2; L = 7,6).

B: vista lateral, IF-189 (C = 12,6; L = 6,9).

C: vista lateral, IF-191 (C = 14,5; L = 6).

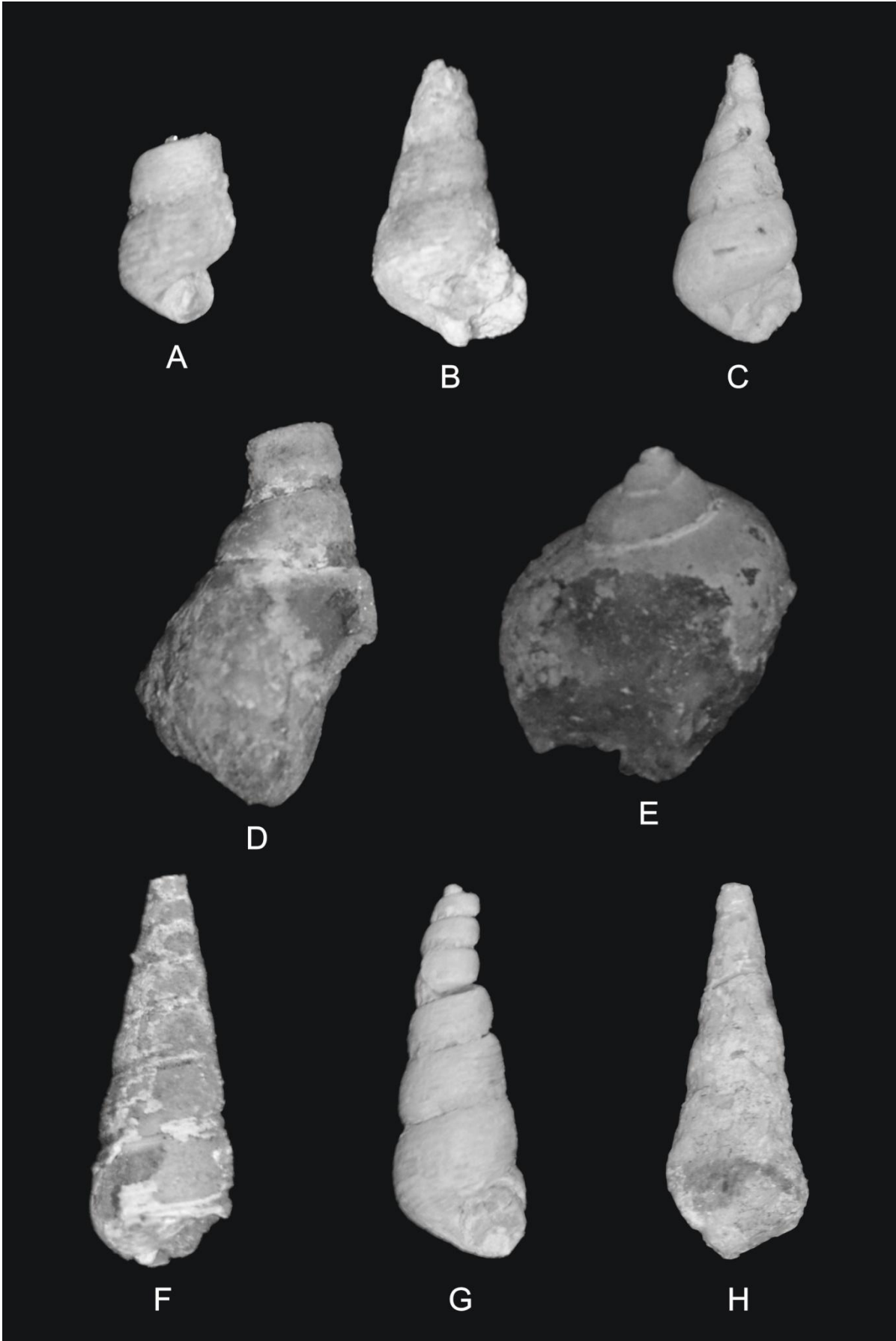
D: vista lateral, IF-193 (C = 14,4; L = 8).

E: vista lateral, IF-201 (C = 11; L = 9).

F: vista lateral, IF-186 (C = 18,3; L = 6,6).

G: vista lateral, IF-188 (C = 20,4; L = 7).

H: vista lateral, IF-187 (C = 23,8; L = 8,8).



ESTAMPA 3

As setas íntegras em A, B, D, F, H, J, P e Q indicam a região posterior da concha. As setas tracejadas em M e N indicam a dentição da concha.

A – Q: *Castalia ambigua* da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista dorsolateral da valva esquerda, IF-202 (C = 15,4; A = 12).

B: vista lateral da valva direita, IF-204 (C = 20; A = 20).

C: vista lateral da valva esquerda, IF-204.

D: vista lateral da valva direita, IF-351 (C = 29,1; A = 25,6).

E: vista lateral da valva esquerda, IF-351.

F: vista lateral da valva direita, IF-207 (C = 34,5; A = 27,9).

G: vista lateral da valva esquerda, IF-207.

H: vista lateral da valva direita, IF-211 (C = 39,5; A = 27,8).

I: vista lateral da valva esquerda, IF-211.

J: vista lateral da valva direita, IF-212 (C = 45; A = 38,2; L = 29).

K: vista lateral da valva esquerda, IF-212.

L: vista dorsal das duas valvas, IF-212.

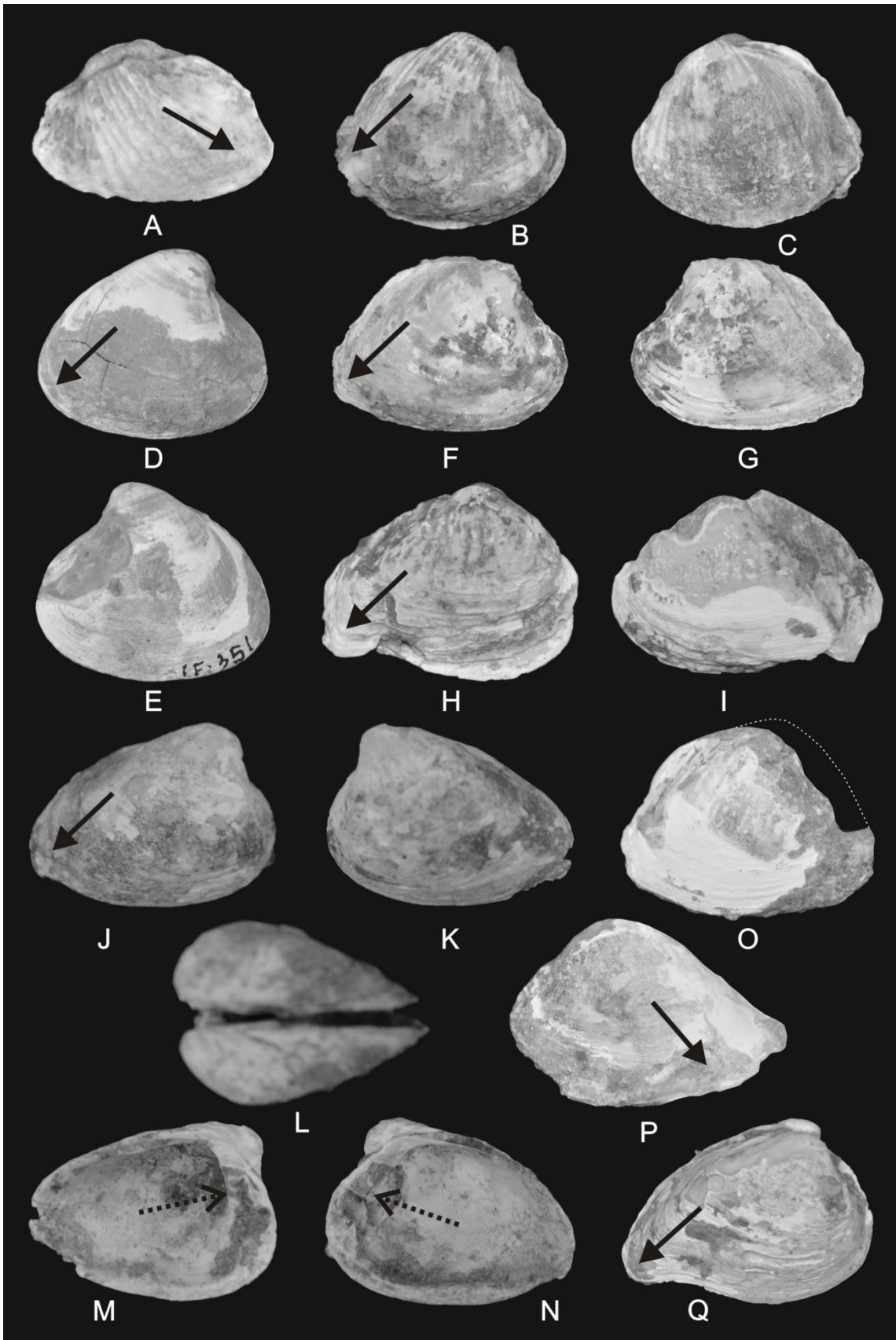
M: vista interna da valva esquerda, IF-212.

N: vista interna da valva direita, IF-212.

O: vista lateral da valva direita, IF-210 (C = 38,2; A = 27,6).

P: vista lateral da valva esquerda, IF-210.

Q: vista lateral da valva direita, IF-213 (C = 50,6; A = 37,2).



ESTAMPA 4

As setas íntegras em A, D, F, G, K, L, M, O, R e S indicam a região posterior da concha. As setas tracejadas em E, P e T indicam a denteção da concha.

A – T: *Castalia ambigua* da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva direita, IF-314 (C = 47,7; A = 40,7; L = 26).

B: vista lateral da valva esquerda, IF-314.

C: vista dorsal das duas valvas, IF-314.

D: vista lateral da valva direita, IF-347 (C = 26; A = 19,2).

E: vista interna da valva direita, IF-347.

F: vista lateral da valva direita, IF-203 (C = 42,1; A = 37)

G: vista lateral da valva direita, IF-313 (C = 48,5; A = 44,7; L = 31,2).

H: vista lateral da valva esquerda, IF-313.

I: vista dorsal das duas valvas, IF-313.

J: vista lateral da valva direita, IF-209 (C = 43,1; A = 37,1).

K: vista lateral da valva esquerda, IF-209.

L: vista lateral da valva esquerda, IF-304 (C = 53; A = 43,3).

M: vista lateral da valva direita, IF-312 (C = 53,7; A = 45,3).

N: vista lateral da valva esquerda, IF-312.

O: vista lateral da valva esquerda, IF-310 (C = 54,6; A = 47,3).

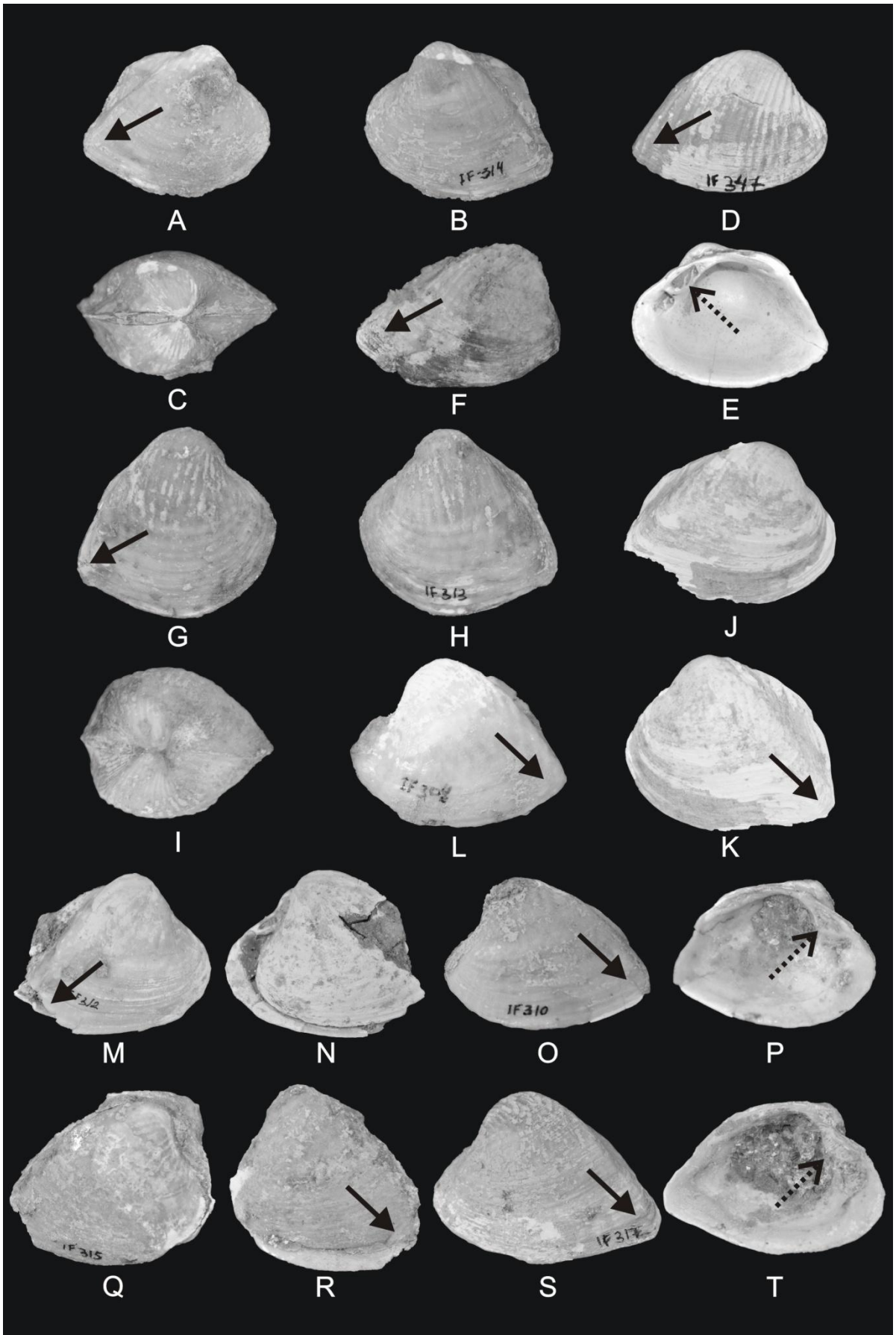
P: vista interna da valva esquerda, IF-310.

Q: vista lateral da valva direita, IF-315 (C = 61; A = 53,7).

R: vista lateral da valva esquerda, IF-315.

S: vista lateral da valva esquerda, IF-317 (C = 58,7; A = 44,8).

T: vista interna da valva esquerda, IF-317.



ESTAMPA 5

As setas íntegras em A, C, E, F, G, H, I, K, N e O indicam a região posterior da concha.

As setas tracejadas em B e P indicam a dentição da concha.

A – P: *Castalia* sp. da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva direita, IF-348 (C = 22,6; A = 16,1).

B: vista interna da valva esquerda, IF-348.

C: vista lateral da valva direita, IF-311 (C = 27,5; A = 20,8).

D: vista interna da valva direita, IF-311.

E: vista lateral da valva direita, IF-174 (C = 38,8; A = 30,6).

F: vista lateral da valva direita, IF-177 (C = 34,5; A = 30,9).

G: vista interna da valva esquerda, IF-350 (C = 31,7; A = 23,7).

H: vista lateral da valva esquerda, IF-323 (C = 40,3; A = 35,8).

I: vista lateral da valva direita, IF-215 (C = 38,8; A = 31,2).

J: vista interna da valva direita, IF-215.

K: vista lateral da valva direita, IF-214 (C = 40,5; A = 30,7).

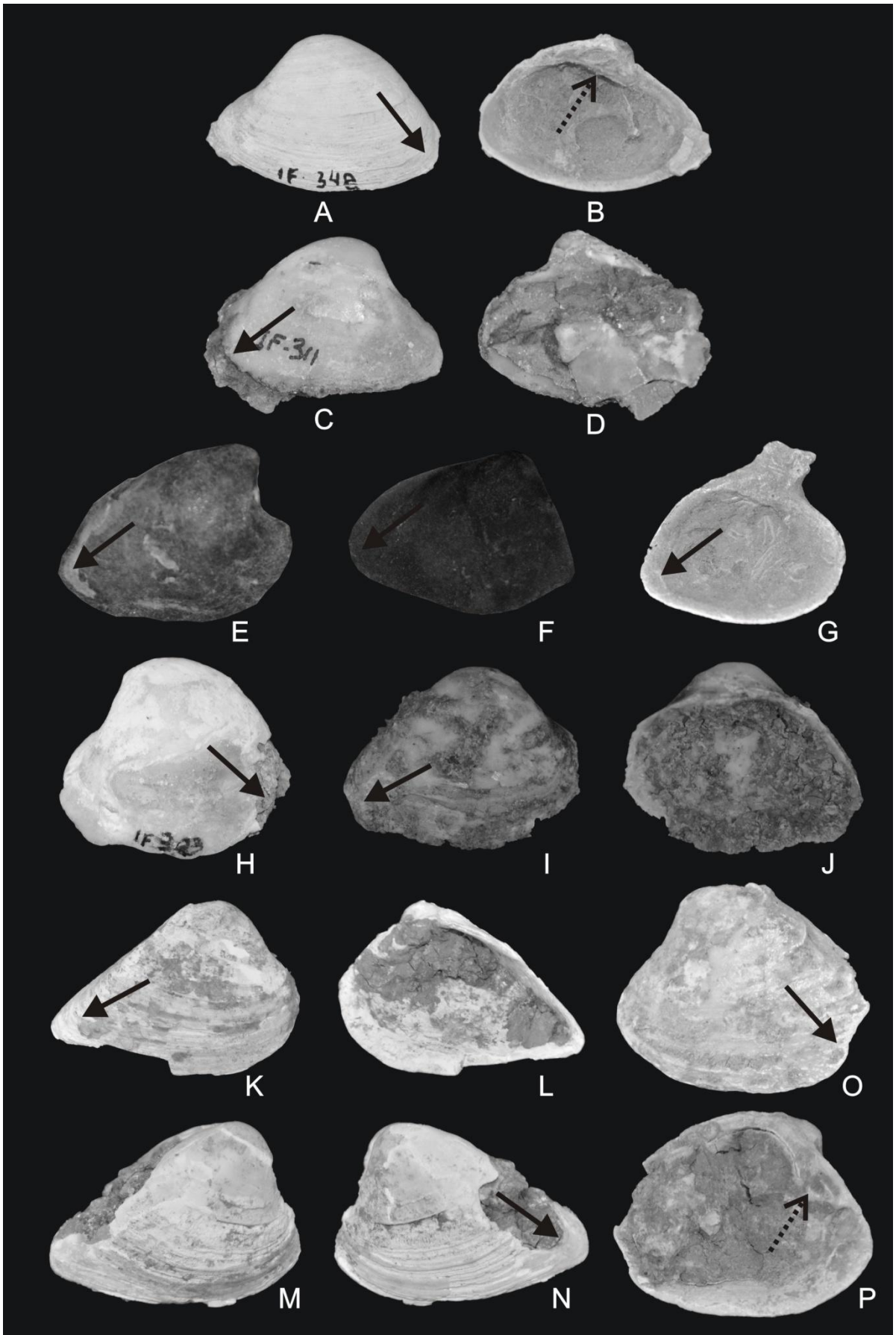
L: vista interna da valva direita, IF-214.

M: vista lateral da valva direita, IF-228 (C = 41,3; A = 32,6).

N: vista lateral da valva esquerda, IF-228.

O: vista lateral da valva esquerda, IF-218 (C = 42,6; A = 37).

P: vista interna da valva esquerda, IF-218.



ESTAMPA 6

As setas íntegras em A, B, C, D, G, I, J e M indicam a região posterior da concha.

A – O: *Castalia* sp. da Formação Solimões da Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva direita, IF-321 (C = 42,6; A = 39).

B: vista lateral da valva esquerda, IF-309 (C = 42,8; A = 40).

C: vista lateral da valva direita, IF-176 (C = 45,1; A = 32,8).

D: vista lateral da valva direita, IF-297 (C = 44,1; A = 38; L = 20).

E: vista lateral da valva esquerda, IF-297.

F: vista dorsal das duas valvas, IF-297.

G: vista lateral da valva esquerda, IF-306 (C = 47; A = 36,4).

H: vista interna da valva esquerda, IF-306.

I: vista lateral da valva direita, IF-366 (C = 48; A = 35,4).

J: vista lateral da valva direita, IF-183 (C = 49,3; A = 32,4; L = 14,4).

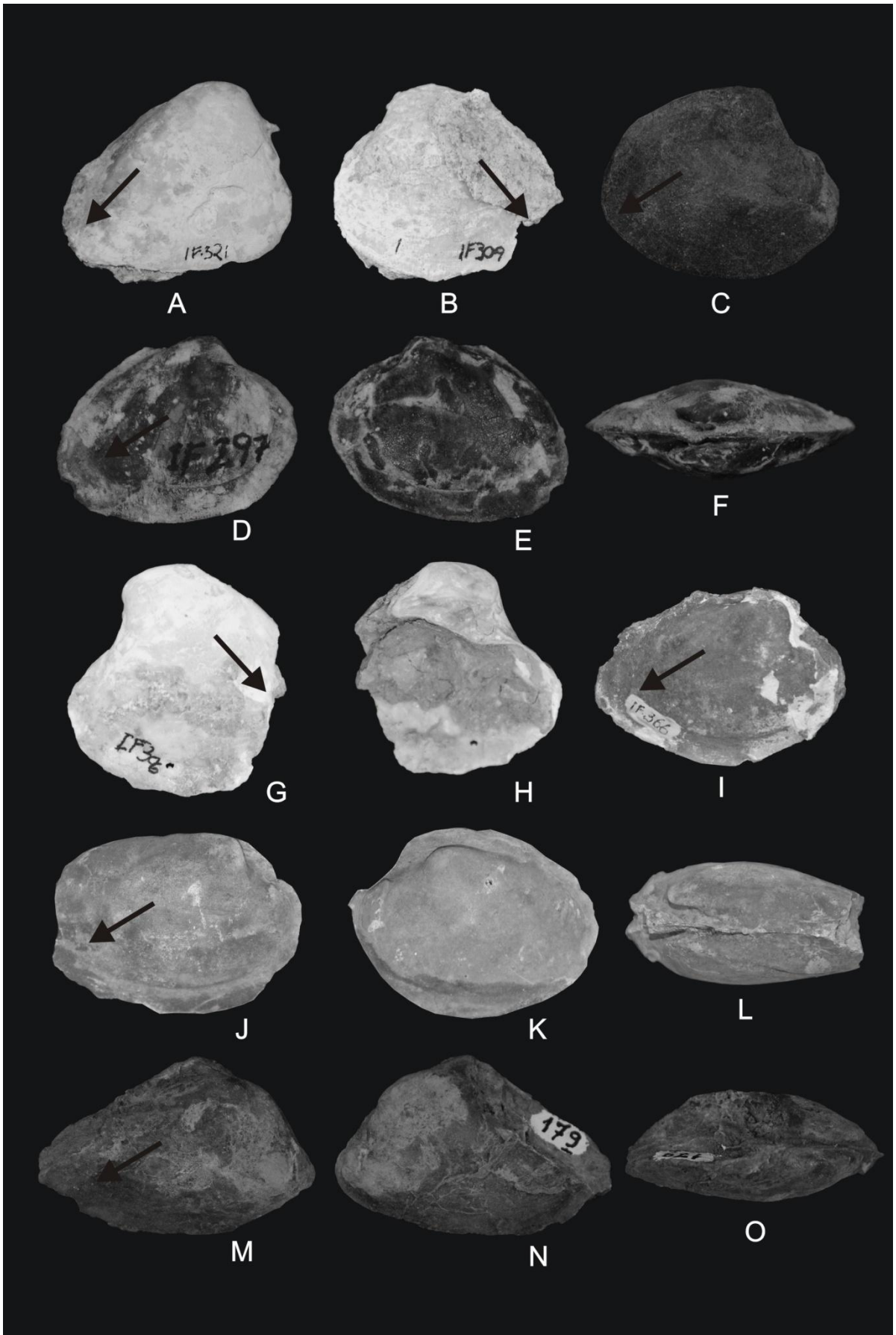
K: vista lateral da valva esquerda, IF-183.

L: vista dorsal das duas valvas, IF-183.

M: vista lateral da valva direita, IF-179 (C = 51,6; A = 32,7; L = 22,5).

N: vista lateral da valva esquerda, IF-179.

O: vista dorsal das duas valvas, IF-179.



ESTAMPA 7

A ornamentação externa da concha pode ser observada nas figuras A, C e E. As setas tracejadas em B, D e F indicam a dentição da concha.

A – G: *Callonaia duprei* da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva direita, IF-226 (C = 15,8; A = 14).

B: vista interna da valva direita, IF-226.

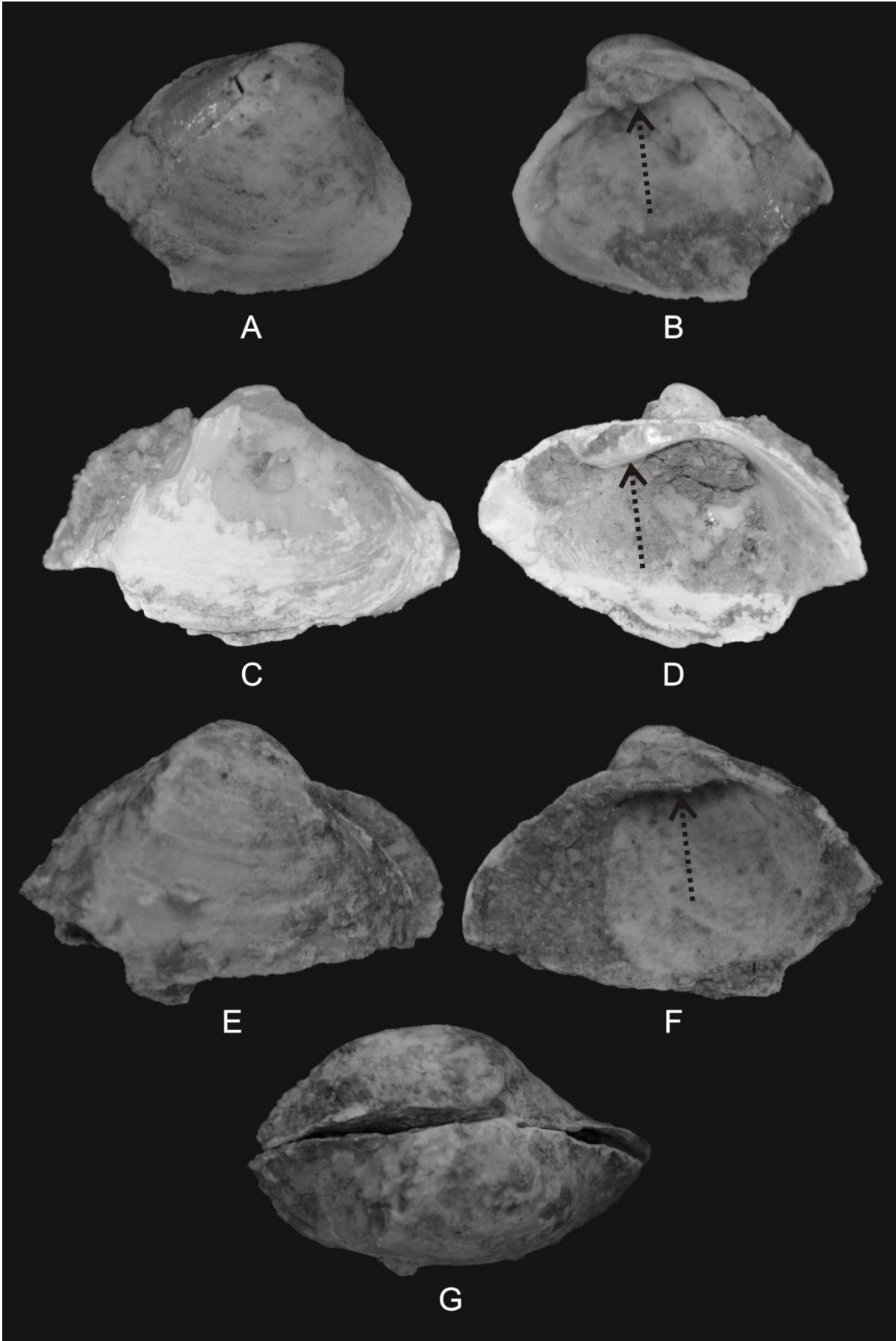
C: vista lateral da valva direita, IF-230 (C = 34,3; A = 21,2).

D: vista interna da valva direita, IF-230.

E: vista lateral da valva direita, IF-219 (C = 38; A = 27,4; L = 16).

F: vista interna da valva direita, IF-219.

G: vista dorsal das duas valvas, IF-219.



ESTAMPA 8

As setas íntegras em A, B, D, F e G indicam a ornamentação concêntrica da concha. As setas tracejadas em C e E indicam a dentição da concha.

A – I: *Diplodon longulus* da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva direita, IF-195 (C = 75,7; A = 60,6).

B: vista lateral da valva esquerda, IF-195.

C: vista interna da valva direita, IF-195.

D: vista lateral da valva esquerda, IF-198 (C = 75,8; A = 55,7).

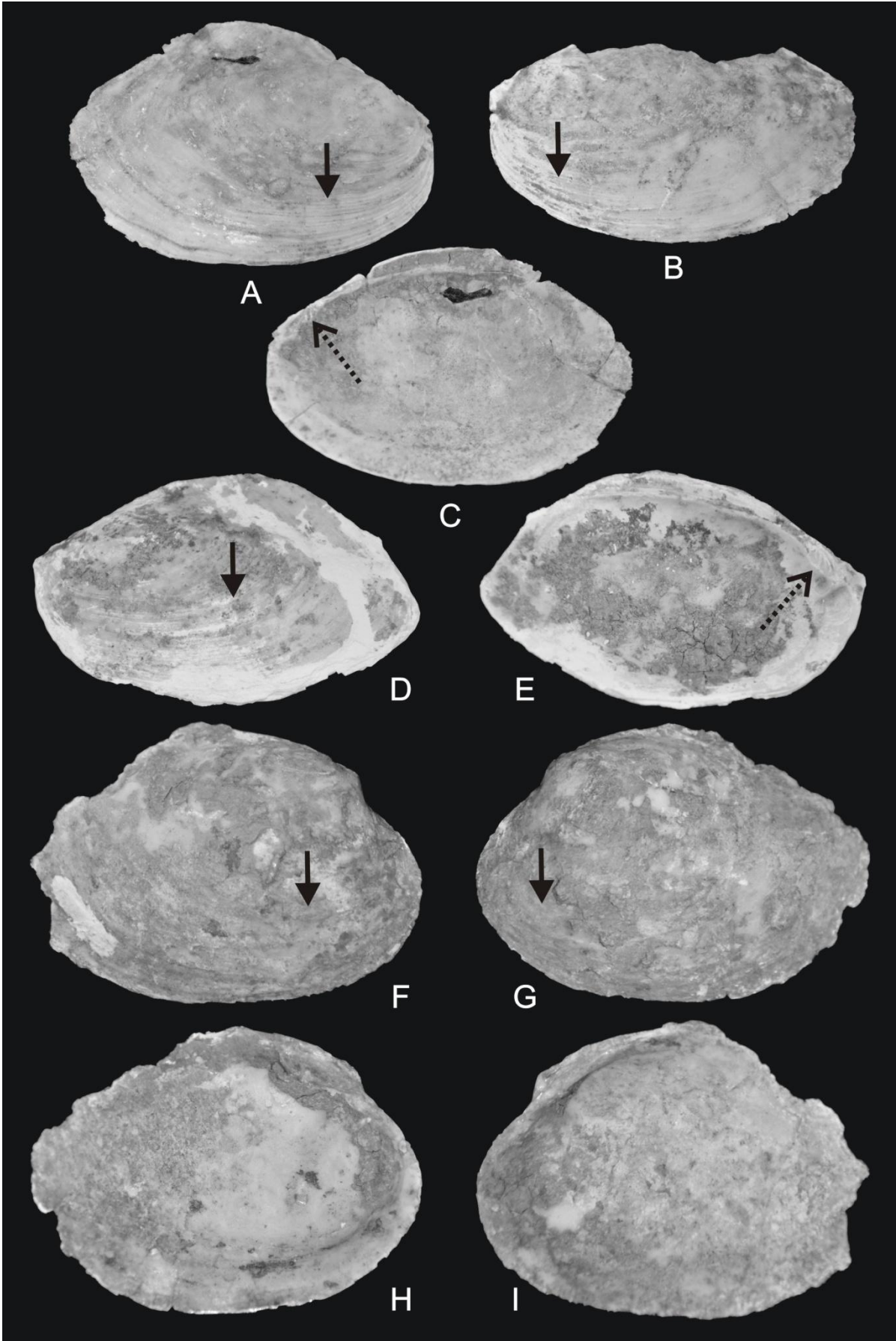
E: vista interna da valva esquerda, IF-198.

F: vista lateral da valva direita, IF-199 (C = 72,5; A = 63,6).

G: vista lateral da valva esquerda, IF-199.

H: vista interna da valva esquerda, IF-199.

I: vista interna da valva direita, IF-199.



ESTAMPA 9

A – F: *Diplodon* sp. da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva direita, IF-308 (C = 51; A = 41,7).

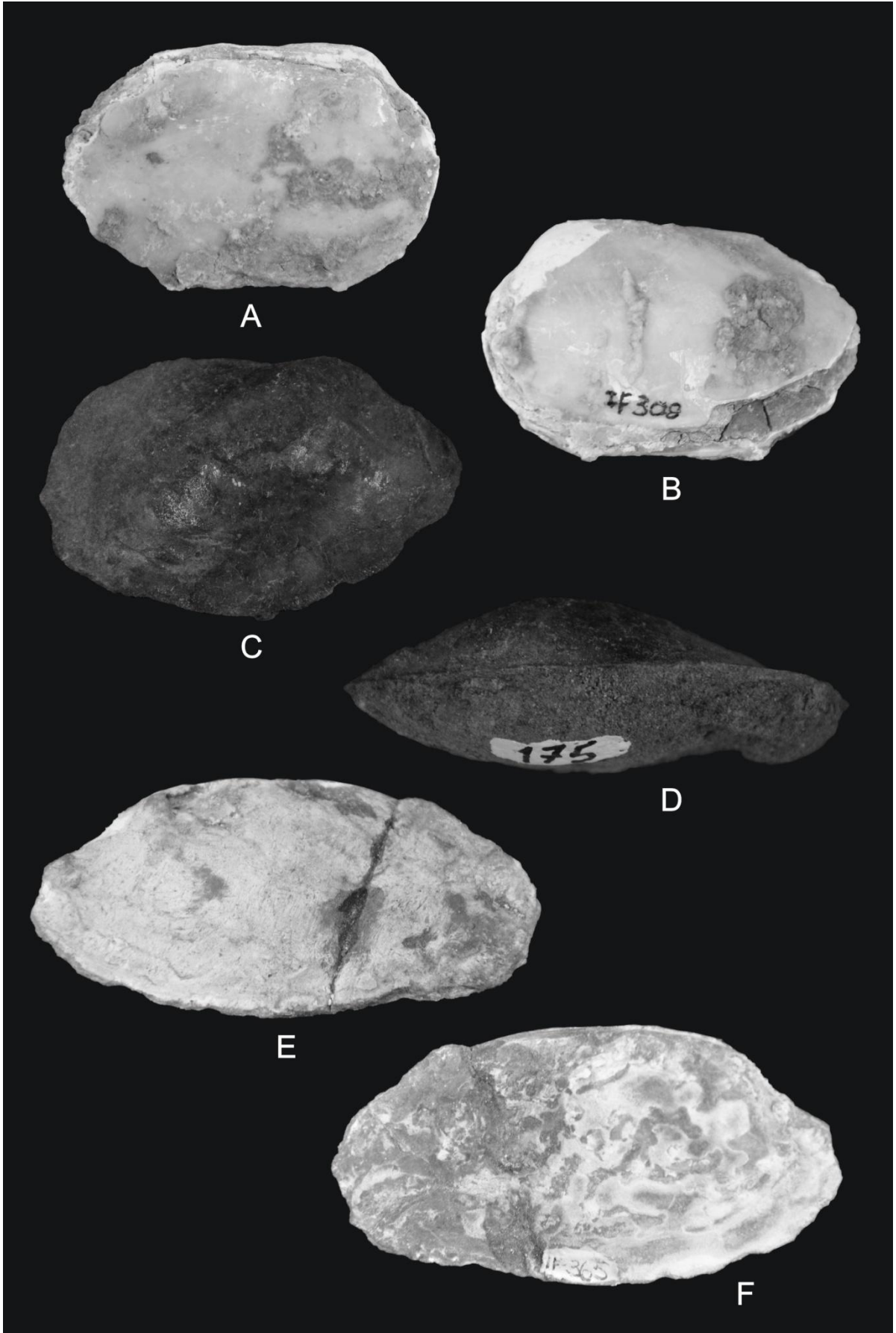
B: vista lateral da valva esquerda, IF-308.

C: vista lateral da valva direita, IF-175 (C = 50,3; A = 41,8; L = 17,4).

D: vista dorsal das duas valvas, IF-175.

E: vista lateral da valva esquerda, IF-365 (C = 87,6; A = 48).

F: vista interna, IF-365.



ESTAMPA 10

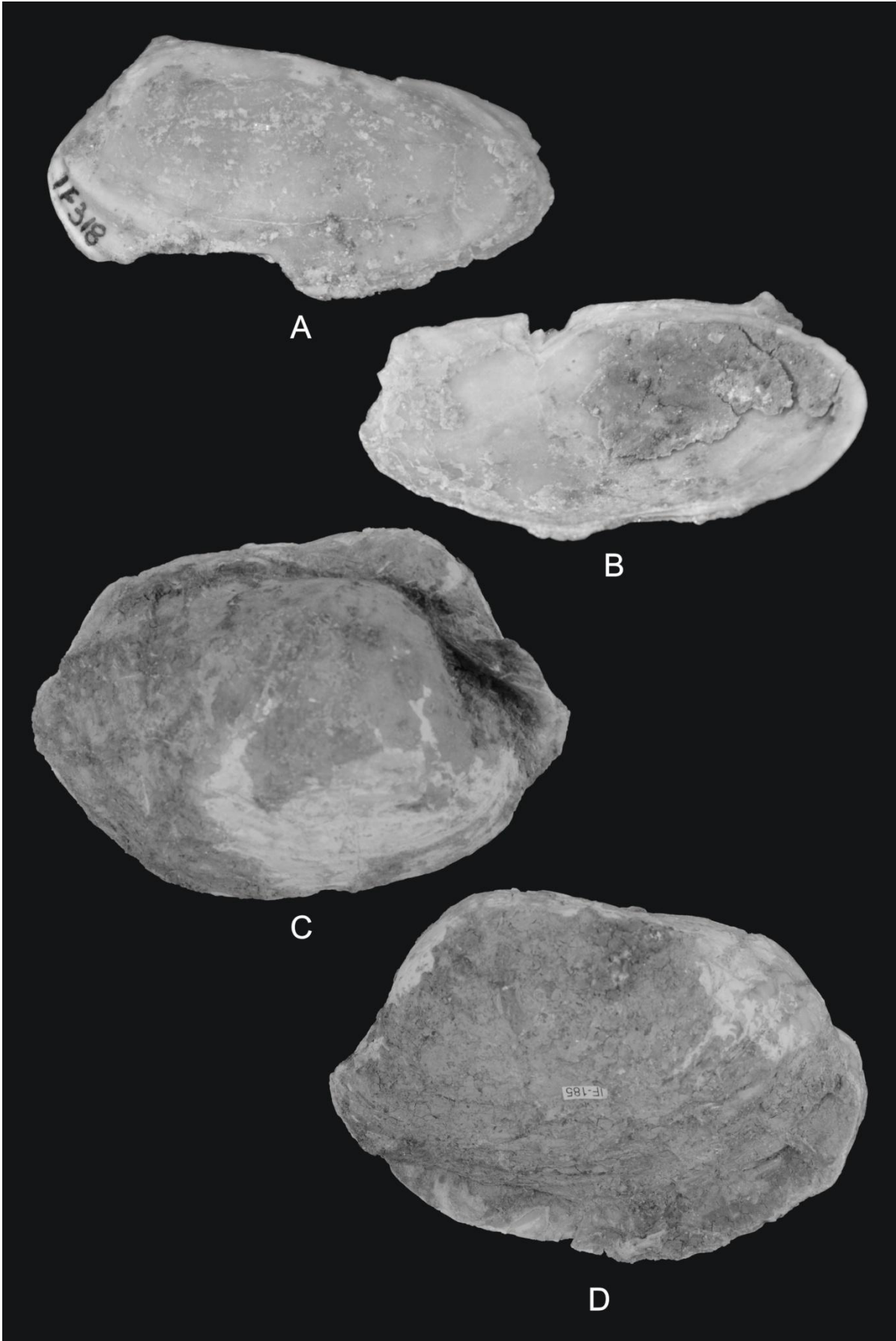
A – D: *Anodontites* sp. da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva esquerda, IF-318 (C = 55,2; A = 34).

B: vista interna da valva esquerda, IF-318.

C: vista laterodorsal da valva direita, IF-185 (C = 231,3; A = 179,4).

D: vista lateral da valva esquerda, IF-185.



ESTAMPA 11

As setas íntegras em A, C, D e F indicam a ornamentação concêntrica da concha.

A – F: *Mycetopoda pittieri* da Formação Solimões, Bacia do Acre, Acre, Brasil.

A: vista lateral da valva esquerda, IF-63 (C = 111; A = 60,2; L = 27,3).

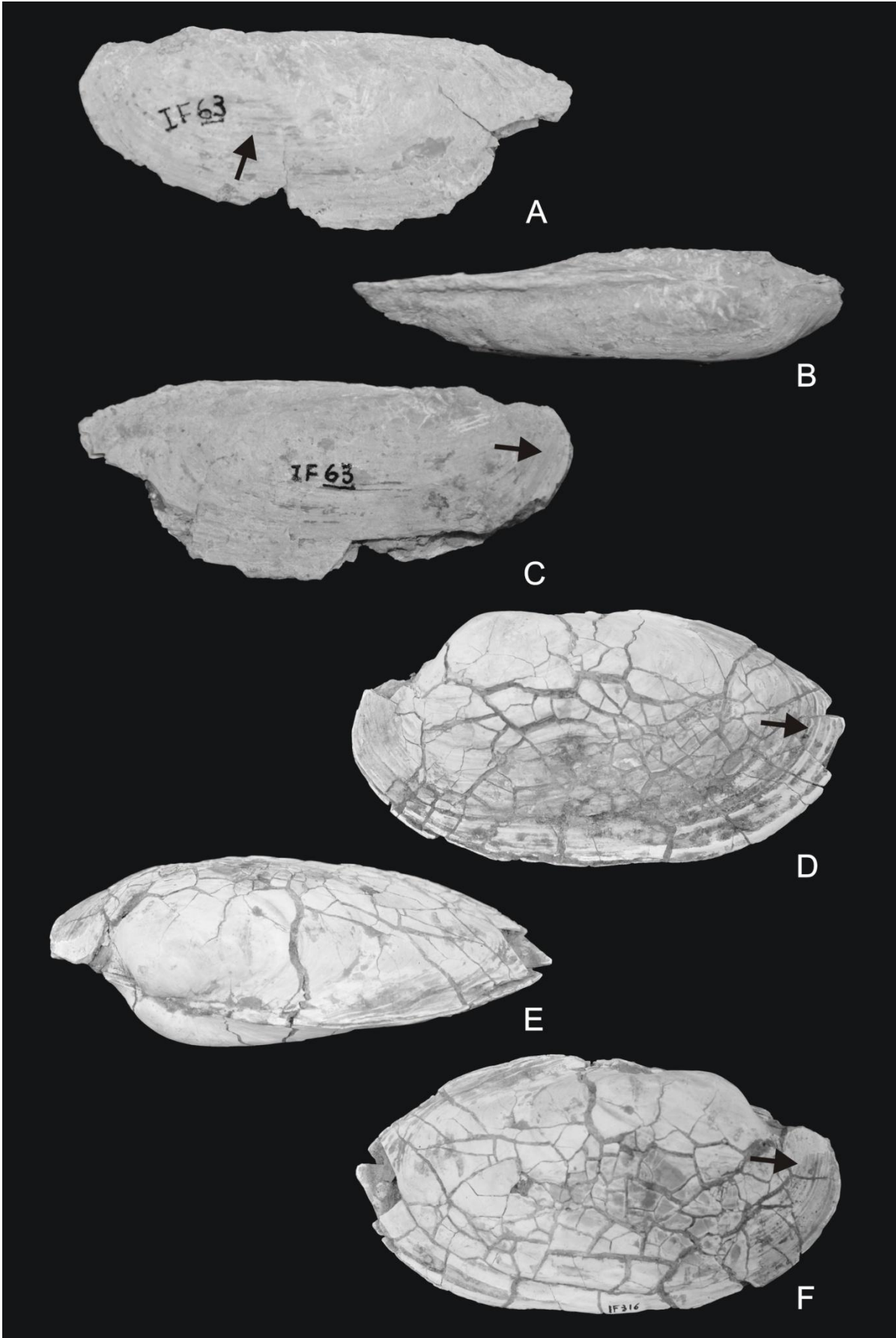
B: vista dorsal das duas valvas, IF-63.

C: vista lateral da valva direita, IF-63.

D: vista lateral da valva esquerda, IF-316 (C = 181,3; A = 122,8; L = 72).

E: vista dorsal da valva direita, IF-316.

F: vista lateral da valva direita, IF-316.



ANEXOS

Tabelas de medidas e índices dos moluscos utilizados nesse estudo. Todas as medidas estão em milímetro.

Legenda das abreviações:

C = comprimento.

L = largura.

A = altura.

V = número de voltas.

VD = valva direita.

VE = valva esquerda.

CA = comprimento anterior.

C/A = alongamento.

A/L = obesidade.

CA/C = alongamento anterior.

ANEXO 1

<i>Pomacea sp.</i>					
IF	LOCALIDADE	C	L	V	ESTAMPA
182	Cachoeira do Bandeira	130,3	109	3	1 (I, J)
298	Ponto 04	44,5	43,3	2	1 (F, G, H)
349	Ponto 04	21	27,8	3	1 (A, B, C, D, E)

ANEXO 2

<i>Aylacostoma sp.</i>					
IF	LOCALIDADE	C	L	V	ESTAMPA
186	Oriente	18,3	6,6	7	2 (F)
187	Oriente	23,8	8,8	6	2 (H)
188	Oriente	20,4	7	8	2 (G)
189	Oriente	12,6	6,9	4	2 (B)
190	Oriente	12,2	7,6	2	2 (A)
191	Oriente	14,5	6	4	2 (C)
193	Oriente	14,4	8	3	2 (D)

ANEXO 3

<i>Sioliella sp.</i>					
IF	LOCALIDADE	C	L	V	ESTAMPA
201	Oriente	11	9	4	2 (E)

ANEXO 4

Castalia ambigua

IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
202	Oriente	X	X	15,4	12		5,6	1,28		0,36	3 (A)
203	Oriente	X		42,1	37		4,3	1,13		0,1	4 (F)
204	Oriente	X	X	20	20		4,3	1		0,21	3 (B, C)
207	Oriente	X	X	34,5	27,9		7,7	1,23		0,22	3 (F, G)
209	Oriente	X	X	43,1	37,1		9,6	1,16		0,22	4 (J, K)
210	Oriente	X	X	38,2	27,6		14,7	1,38		0,38	3 (O, P)
211	Oriente	X	X	39,5	27,8		14,3	1,42		0,36	3 (H, I)
212	Oriente	X	X	45	38,2	29	7,2	1,17	1,31	0,16	3 (J, K, L, M, N)
213	Oriente	X	X	50,6	37,2		7,3	1,36		0,14	3 (Q)
304	Ponto 04		X	53	43,3		19,7	1,22		0,37	4 (L)
310	Ponto 04		X	54,6	47,3		17,2	1,15		0,31	4 (O, P)
312	Ponto 04	X	X	53,7	45,3		13,5	1,18		0,25	4 (M, N)
313	Ponto 04	X	X	48,5	44,7	31,2	19	1,08	1,43	0,39	4 (G, H, I)
314	Ponto 04	X	X	47,7	40,7	26	16,4	1,17	1,56	0,34	4 (A, B, C)
315	Ponto 04	X	X	61	53,7		17,6	1,13		0,28	4 (Q, R)
317	Ponto 04		X	58,7	44,8		20	1,31		0,34	4 (S, T)
347	Ponto 04	X		26	19,2		8	1,35		0,3	4 (D, E)
351	Ponto 04	X	X	29,1	25,6		7	1,13		0,24	3 (D, E)

ANEXO 5

Castalia sp.

IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
174	Cachoeira do Bandeira	X		38,8	30,6		6,1	1,26		0,15	5 (E)
176	Cachoeira do Bandeira	X		45,1	32,8		16,3	1,37		0,36	6 (C)
177	Cachoeira do Bandeira	X		34,5	30,9		10,3	1,11		0,3	5 (F)
179	Cachoeira do Bandeira	X	X	51,6	32,7	22,5	12,9	1,57	1,4	0,25	6 (M, N, O)
183	Cachoeira do Bandeira	X	X	49,3	32,4	14,4	10,1	1,52	2,25	0,2	6 (J, K, L)
214	Oriente		X	40,5	30,7		10	1,32		0,24	5 (K, L)
215	Oriente	X		38,8	31,2		13,2	1,24		0,34	5 (I, J)
218	Oriente		X	42,6	37		11,3	1,15		0,26	5 (O, P)
228	Oriente	X	X	41,3	32,6		8,4	1,26		0,2	5 (M, N)
297	Ponto 04	X	X	44,1	38	20	15,3	1,16		0,34	6 (D, E, F)
306	Ponto 04		X	47	36,4		12,7	1,3		0,27	6 (G, H)
309	Ponto 04		X	42,8	40		17,6	1,07		0,41	6 (B)
311	Ponto 04	X		27,5	20,8		10,8	1,32		0,39	5 (C, D)
321	Ponto 04	X		42,6	39		8	1,1		0,18	6 (A)
323	Ponto 04		X	40,3	35,8		17	1,12		0,42	5 (H)
348	Ponto 04		X	22,6	16,1		8,5	1,4		0,37	5 (A, B)
350	Ponto 04		X	31,7	23,7		12	1,33		0,37	5 (G)
366	Cachoeira do Bandeira	X	X	48	35,4		8,1	1,35		0,16	6 (I)

ANEXO 6

<i>Callonaia duprei</i>											
IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
219	Oriente	X	X	38	27,4	16	13,5	1,38	1,71	0,35	7 (E, F, G)
226	Oriente	X		15,8	14		6,2	1,12		0,39	7 (A, B)
230	Oriente	X		34,3	21,2		13	1,61		0,38	7 (C, D)

ANEXO 7

<i>Diplodon longulus</i>											
IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
195	Oriente	X	X	75,7	60,6		11	1,25		0,14	8 (A, B, C)
198	Oriente		X	75,8	55,7		14,9	1,36		0,19	8 (D, E)
199	Oriente	X	X	72,5	63,6		13,4	1,14		0,18	8 (F, G, H, I)

ANEXO 8

<i>Diplodon sp.</i>											
IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
175	Cachoeira do Bandeira	X		50,3	41,8	17,4	10,9	1,2	2,4	0,21	9 (C, D)
308	Ponto 04	X	X	51	41,7		9,7	1,22		0,19	9 (A, B)
365	Cachoeira do Bandeira		X	87,6	48		21,4	1,82		0,24	9 (E, F)

ANEXO 9

<i>Anodontites sp.</i>											
IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
185	Oriente	X	X	231	179		60,3	1,3		0,26	10 (C, D)
318	Ponto 04		X	55,2	34		12,2	1,62		0,22	10 (A, B)

ANEXO 10

<i>Mycetopoda pittieri</i>											
IF	LOCALIDADE	VD	VE	C	A	L	CA	C/A	A/L	CA/C	ESTAMPA
63	Cachoeira do Bandeira	X	X	111	60,2	27,3	34,2	1,84	2,2	0,3	11 (A, B, C)
316	Ponto 04	X	X	181	123	72	47,2	1,47	1,7	0,26	11 (D, E, F)