

Conchostráceos como evidência de níveis jurássicos na Formação Caturrita, Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brasil

*Conchostracans as evidence of Jurassic levels in the Caturrita Formation,
Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul, Brazil*

Rosemarie Rohn¹, Tânia Lidner Dutra², Marcus Vinicius Bonafé Cabral³

¹Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Rio Claro, Avenida 24A 1.515,
CEP 13506-900, Rio Claro, SP, BR (rohn@rc.unesp.br)

²Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, RS, BR (tdutra@unisinos.br)

³Programa de Pós-graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista - UNESP,
Campus de Rio Claro, Rio Claro, SP, BR (marcuscabral@yahoo.com.br)

Recebido em 29 de abril de 2013; aceito em 17 de outubro de 2013

Resumo

Este trabalho enfoca os primeiros conchostráceos (Crustacea, Spinicaudata) encontrados no afloramento São Luís (Formação Caturrita, Grupo Rosário do Sul), em Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul (29° 33' 29,09"S, 53° 26' 54"W). Vertebrados e vegetais fósseis identificados no mesmo afloramento sugerem idades conflitantes, respectivamente, final do Triássico e início do Jurássico. Pistas de dinossauros recentemente descobertas na parte superior do afloramento acirram a polêmica. Deste modo, os conchostráceos constituem importantes elementos adicionais nesta discussão. Alguns compartilham muitos caracteres com *Carapacestheria disgregaris* (Tasch) Shen (Eosestheriidae) do Grupo Ferrar, Jurássico Inferior-Médio das Montanhas Transantárticas. Contudo, diferenças em detalhes da ornamentação levaram à proposta de um novo gênero e de uma nova espécie, *Nothocarapacestheria soturnensis*, e à interpretação de uma relação filogenética próxima à espécie antártica. Outros exemplares da assembleia guardam semelhança com *Australstheria corneti* (Marlière) Chen (Fushunograptidae) do Jurássico Médio do Zaire. Em conjunto, os conchostráceos apoiam a idade jurássica e corroboram os dados da flora de Bennettitales registrada nos mesmos níveis do afloramento. Por outro lado, a idade triássica apontada pelos tetrápodos não pode ser descartada por sua própria posição estratigráfica mais inferior no afloramento São Luís. Do mesmo modo, a presente discussão cronoestratigráfica não diz respeito às outras ocorrências da Formação Caturrita, especialmente porque há dificuldades nas correlações, tanto pela falta de suporte paleontológico, como pelos inúmeros falhamentos durante a sedimentação mesozoica na parte sul da Bacia do Paraná.

Palavras-chave: Spinicaudata; Mesozoico; Grupo Rosário do Sul; Bacia do Paraná; Paleozoologia; Paleolimnologia.

Abstract

This paper focus on the first conchostracans (Crustacea, Spinicaudata) found at the São Luís outcrop (Caturrita Formation, Rosário do Sul Group), in Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul State, Brazil (29° 33' 29.09"S, 53° 26' 54"W). Fossil vertebrates and plants identified at this outcrop suggest conflicting ages, respectively Late Triassic and Early Jurassic. Dinosaur tracks recently found at the upper part of the outcrop enhance these age problems. In this way, the conchostracans constitute important additional elements in this discussion. Some specimens share many characteristics with *Carapacestheria disgregaris* (Tasch) Shen (Eosestheriidae) of the Ferrar Group, Lower-Mid Jurassic of the Transantarctic Mountains. But differences in the ornamentation details led to the proposal of a new genus and a new species, *Nothocarapacestheria soturnensis*, and to the interpretation of a close phylogenetic relationship with the Antarctic species. Other samples in this assemblage are similar to *Australstheria corneti* (Marlière) Chen (Fushunograptidae) of the Middle Jurassic from Zaire. Together, these conchostracans substantiate a Jurassic age and corroborate the data of the Bennettitales flora found at the same levels in the outcrop. However, the Late Triassic age indicated by the tetrapods cannot be discarded according to their lower stratigraphic position in São Luís outcrop. In the same way, the present chronostratigraphic discussion does not apply to the other occurrences of the Caturrita Formation, especially because the correlations between outcrops are extremely difficult, both by the lack of paleontological support and by the numerous faultings during the Mesozoic sedimentation in the southern part of the Paraná Basin.

Keywords: Spinicaudata; Mesozoic; Rosário do Sul Group; Paraná Basin; Paleozoology; Paleolimnology.

INTRODUÇÃO

São estudados, pela primeira vez, conchostráceos da Formação Caturrita (Grupo Rosário do Sul), coletados no afloramento “São Luís”, em Faxinal do Soturno, região central do Estado do Rio Grande do Sul. O nome “conchostráceo”, derivado da antiga “Ordem Conchostraca”, é usado informalmente, pois estudos mais recentes (e.g. Martin e Davis, 2001; Olesen, 2009) demonstraram a artificialidade deste agrupamento de crustáceos bivalves, agora compreendendo as ordens ou subordens Spinicaudata (com a maioria dos gêneros), Cyclestherida e Laevicaudata. Alguns conchostráceos fósseis apresentam complexa ornamentação nas bandas de crescimento, traduzindo-se em alto potencial crono- e/ou bioestratigráfico para depósitos continentais (e.g., Chen e Shen, 1985).

A Formação Caturrita é tradicionalmente atribuída ao Triássico Superior por seu registro de vertebrados, inclusive na localidade aqui tratada (Bonaparte et al., 1999, 2001, 2003, 2010; Cisneros e Schultz, 2003; Martinelli et al., 2005; Bonaparte e Sues, 2006; Arantes et al., 2009). Contudo, vegetais fósseis de níveis ligeiramente mais altos do afloramento apresentam fortes evidências de idade eojurássica (Barboni e Dutra, 2013). Os conchostráceos do presente trabalho foram encontrados em associação aos vegetais. Dada a sua excelente preservação e, em parte, a sua relativa complexidade morfológica, constituem importantes elementos adicionais na discussão da idade dos depósitos.

Contexto geológico

No Rio Grande do Sul, a sucessão sedimentar mesozoica da Bacia do Paraná se divide em grande número de unidades, depositadas em diversas pequenas bacias continentais controladas por falhas (Zerfass et al., 2004; Da Rosa e Faccini, 2005; Scherer e Lavina, 2006). Para a área de estudo foi adotada a proposta litoestratigráfica de Andreis et al. (1980), que subdividiu o Grupo Rosário do Sul nas formações Sanga do Cabral (basal), Santa Maria e Caturrita. Segundo Soares et al. (2008), esta sucessão ocorreria apenas no bloco central da faixa aflorante no Rio Grande do Sul, onde a Formação Caturrita é sobreposta de modo discordante pela Formação Botucatu.

A Formação Caturrita alcança cerca de 60 m de espessura e é caracterizada por corpos lenticulares de arenitos grossos a finos e estratificação cruzada. A passagem da Formação Santa Maria para a Formação Caturrita mostra um decréscimo no conteúdo de lamitos e um aumento de arenitos amalgamados, o que representa a substituição progressiva de um lago e de deltas lacustres por um sistema fluvial entrelaçado, em condições de clima semiárido (Faccini et al., 1998; Zerfass et al., 2003, 2004; Soares et al., 2008).

Os tetrápodes identificados nas sucessões mesozoicas do Rio Grande do Sul sempre foram elementos importantes para correlações estratigráficas. As associações desses fósseis dos níveis superiores da Formação Santa Maria são atribuíveis ao Ladiniano/Carniano, enquanto que as da Formação Caturrita (Zona Associação de Mammalianomorpha), caracterizadas por pequenos cinodontes “ictidossáurios”, seriam do Eonoriano (Schultz et al., 2000; Rubert e Schultz, 2004; Schultz e Langer, 2007) ou do Eonoriano/Rético (Langer et al., 2007; Abdala e Ribeiro, 2010).

O afloramento São Luís, do qual provêm os conchostráceos estudados, localiza-se quase 1 km ao norte da região urbana de Faxinal do Soturno (29° 33' 29,09" S e 53° 26' 54"W; Figura 1). Expõe uma sucessão de 20 m composta principalmente por arenitos fluviais com estratificações cruzadas e intercalações restritas de lamitos e siltitos (Figura 2). O intervalo inferior é caracterizado por arenitos com estratificação cruzada planar (com paleossolos) que dão lugar ascendentemente a estratos cruzados acanalados. Sobre estes, arenitos maciços de um provável depósito de *crevasse* contêm uma variada assembleia de tetrápodos que inclui pequenos cinodontes e dinossauros saurísquios, um procolophonidae (*Soturnia caliodon*), um sphenodontidade (*Clevosaurus brasiliensis*) e um pterossauro primitivo (Bonaparte et al., 2003, 2010; Schultz e Langer, 2007). De acordo com Abdalla e Ribeiro (2010), somente *Soturnia caliodon* seria exclusivo do Triássico, com os demais atingindo maior importância após o Noriano e maior abundância a partir do início do Jurássico. Destaca-se que o procolofonídeo *Soturnia caliodon* contém caracteres avançados e era endêmico, portanto, não muito útil para determinações de idade (Cisneros, 2008).

Próximo ao topo do pacote com arenitos há icnofósseis, moldes de paleorraízes e lenhos autóctones. Tais lenhos ultrapassam o limite superior do pacote de modo que se encontram parcialmente imersos na porção basal do intervalo pelítico sobreposto (Barboni e Dutra, 2013). Seu estudo demonstrou, até o momento, pelo menos dois tipos distintos de lenhos coniferoides (Pires e Guerra-Sommer, 2004; Crisafulli e Dutra, 2009). Estes lenhos são acompanhados por fragmentos de ramos dispersos (folhagens do tipo *Pagiophyllum* sp., segundo Dutra e Faccini, 2002 e Wilberger, 2009) que se estendem pelo terço inferior da sucessão pelítica. Aos restos de coníferas se associam estruturas reprodutivas (*Williamsonia* sp.) e ramos de Bennettitales, até então inéditos para a Formação Caturrita e indicativos de idades mais jovens que o Noriano (Barboni e Dutra, 2013).

Na parte superior da sucessão pelítica, os vegetais fósseis ocorrem associados a escamas de peixes e raras asas de coleópteros (Dutra et al., 2007). Os conchostráceos são registrados em pelo menos cinco distintos níveis dos pelitos (Figura 2). Para Zerfass et al. (2004), este intervalo representa uma deposição em lagos e deltas lacustres.

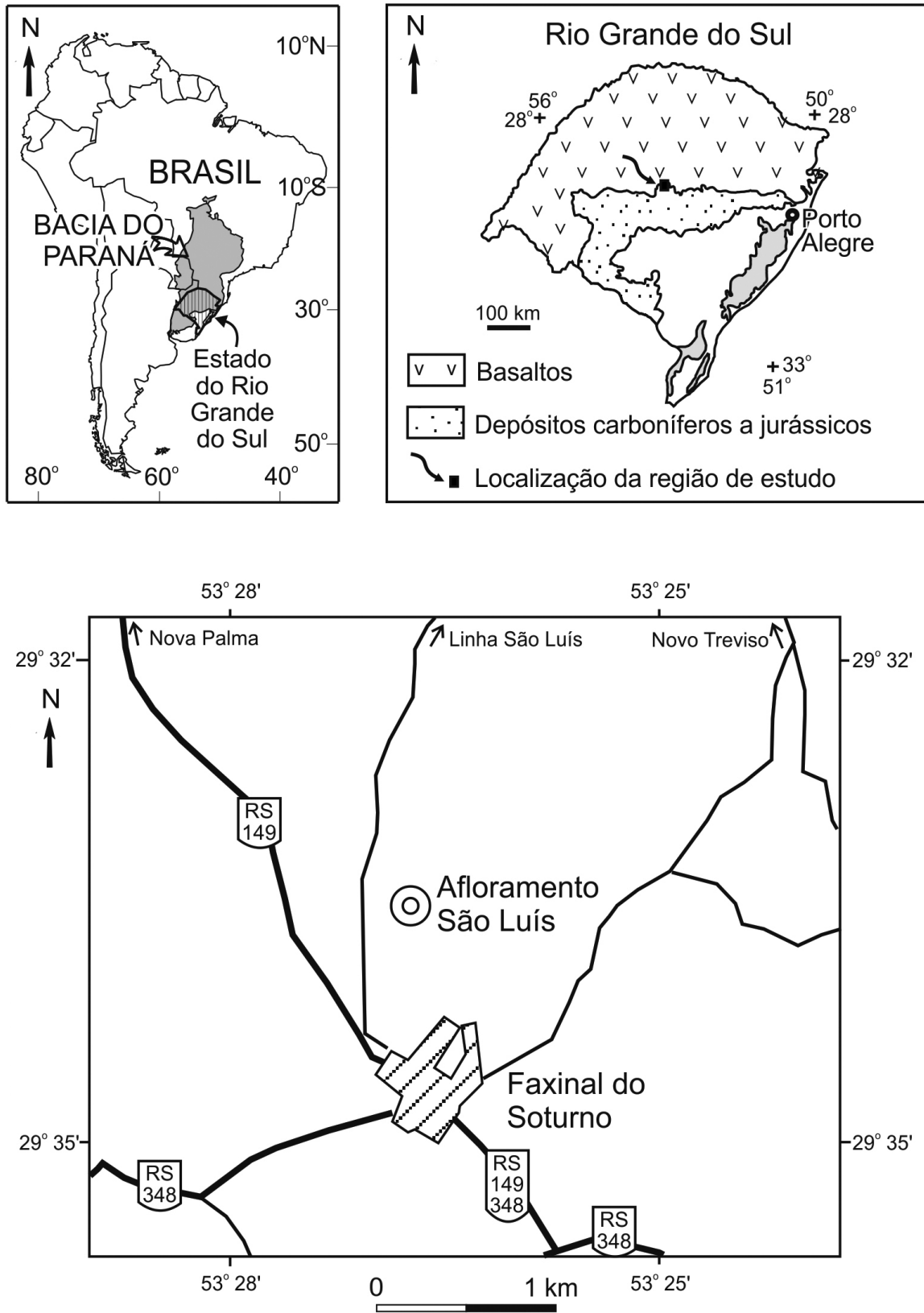


Figura 1. Localização geral das rochas sedimentares da Bacia do Paraná no Estado do Rio Grande do Sul e do afloramento São Luís, município de Faxinal do Soturno.

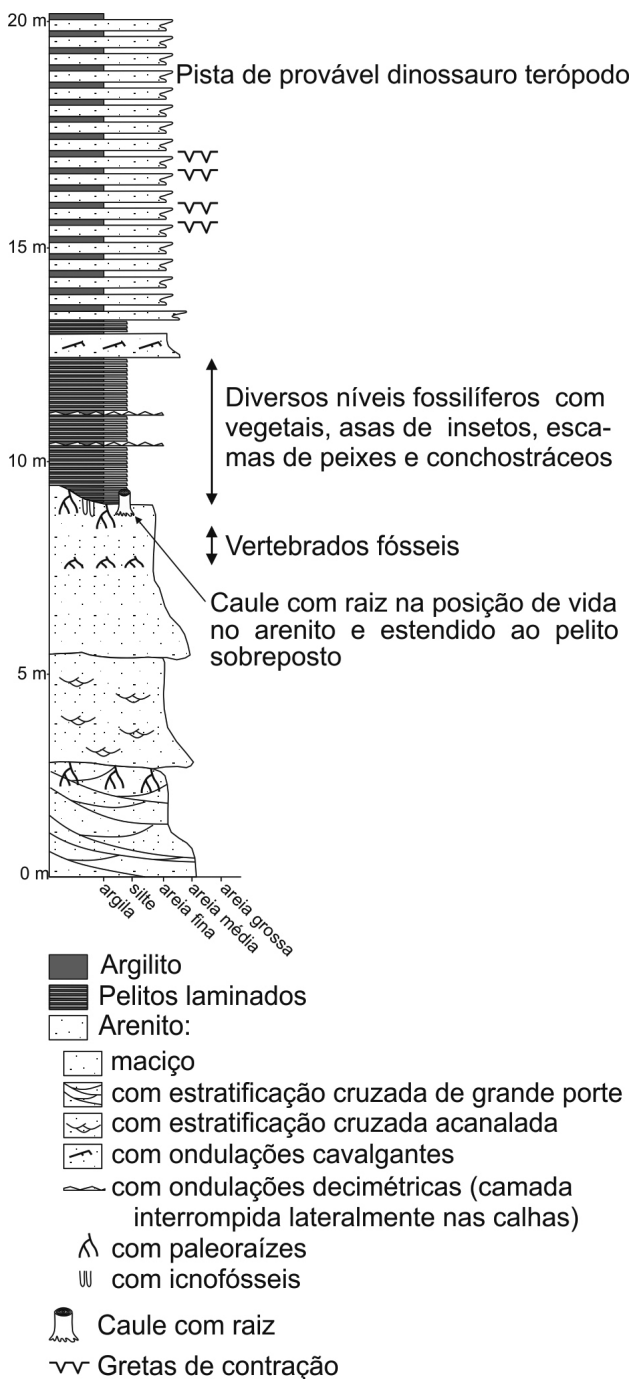


Figura 2. Perfil colunar do afloramento São Luís, município de Faxinal do Soturno, conforme dados em Barboni e Dutra (2013).

Em direção ao topo do afloramento, sucessivas intercalações de arenitos e pelitos, com gretas de contração, atestam a gradativa passagem para condições subaéreas, contendo fragmentos de ossos dispersos e duas grandes pegadas tridáctilas (50 cm de comprimento) de um dinossauro terópodo (Silva et al., 2012).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os conchostráceos estudados estão depositados na coleção de referência (LaViGæa) do Museu de História Geológica do Rio Grande do Sul (MHGeo), Programa de Pós-Graduação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, RS, sob a sigla "ULVG", e os números 7413 - 7418, 7420 - 7423, 7425, 7428 e 7449.

Os fósseis estão preservados como moldes em argilito siltoso esbranquiçado a rosado, frequentemente aplainados por compactação, porém ainda mantendo alguma convexidade das valvas originais. Os moldes côncavos correspondem aos moldes externos normais, onde as linhas de crescimento e a ornamentação da carapaça aparecem em relevo negativo. Os moldes convexos, onde as feições se encontram em relevo positivo, não são contramoldes *sensu stricto*, pois somente a superfície externa, e não toda a carapaça, foi reproduzida tridimensionalmente. Os fósseis também não correspondem a moldes compostos porque falta a sobreposição da superfície externa pela interna. Assim, visando simplificar as descrições dos exemplares estudados, os moldes que apresentam as feições externas preservadas em relevo positivo são aqui designados como "contramoldes" (grafado entre aspas em virtude da inexistência do termo).

Os espécimes em melhor estado de preservação, após limpeza, foram analisados e desenhados com câmara clara ao estereomicroscópio Leica MZ8, com aumento de até 100 x, e fotografados com câmera digital Canon Powershot S70 acoplada, no Laboratório de Paleobotânica e de Paleontologia de Invertebrados do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Rio Claro. Foram também fotografados com o sistema modular Zeiss Stereo Discovery V.12 no UNESPetro, no mesmo instituto. Imagens de microscópio eletrônico de varredura foram obtidas na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP de Piracicaba.

As dimensões das carapaças foram medidas conforme ilustrado em Rohn (1987), Goretzki (2003) e na Figura 3. Os principais parâmetros medidos foram o comprimento e a altura da carapaça e de suas porções anterior e posterior (definidos pela posição do umbo), o número de linhas de crescimento, a largura das bandas de crescimento e as dimensões de feições da ornamentação. Também foram usadas algumas relações entre medidas para caracterizar mais objetivamente a forma da carapaça (altura/comprimento) e a posição do umbo (comprimento da porção anterior da carapaça/comprimento da carapaça). Apesar disso, os dados morfométricos não foram o principal critério na comparação entre as espécies, buscando prevenir os efeitos nestes parâmetros causados por fatores tafonômicos.

Os critérios de classificação taxonômica adotados foram os de Chen e Shen (1985), com modificações a partir de

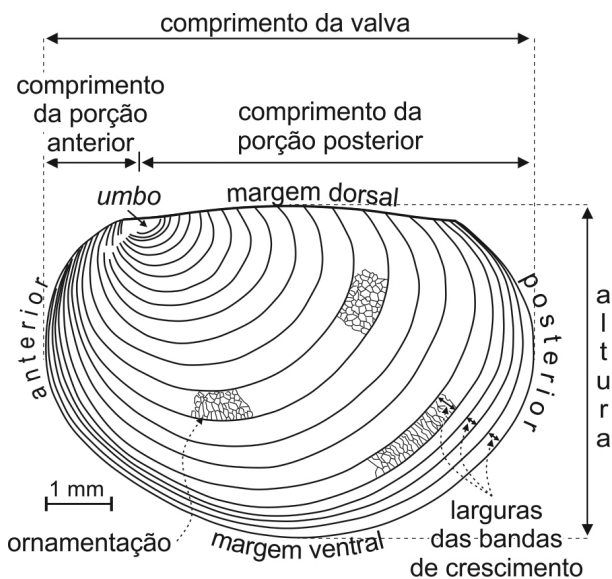


Figura 3. Principais parâmetros analisados nas valvas de conchostráceos, usando-se como exemplo uma valva esquerda de *Nothocarapacestheria soturnensis* gen. et sp. nov., ULVG7416.

Shen (1994, 2003), enfocando as seguintes características: forma da carapaça, forma e outras feições da margem dorsal, posição e tamanho relativo do umbo, densidade relativa e calibre das linhas de crescimento, eventual presença de marcas de setas (espinhos) nas linhas de crescimento e ornamentação das bandas de crescimento.

Paleontologia sistemática

Ordem: Diplostraca Gerstaecker, 1866

Subordem: Spinicaudata Linder, 1945

Superfamília: Eosestherioidea Zhang e Chen *in* Zhang et al., 1976

Família: Eosestheriidae Zhang e Chen *in* Zhang et al., 1976

Gênero: *Nothocarapacestheria* gen.nov.

Espécie-tipo: *Nothocarapacestheria soturnensis* gen. et sp. nov.

Etimologia: *nothos* (gr.) = falso e *Carapacestheria*, gênero proposto por Shen (1994) para conchostráceos jurássicos da Antártica, referindo a similaridade entre a forma aqui descrita e os exemplares da literatura.

Diagnose genérica: Carapaça oval, tamanho relativamente grande (até 8,5 mm de comprimento). Linhas de crescimento finas, destacadas, com pontos de inserção de setas. Quase toda a carapaça ornamentada com retículos poligonais isodiamétricos (comumente 0,04 – 0,08 mm em diâmetro, 3 – 6 polígonos na direção transversal de cada banda de crescimento); na porção distal (principalmente na póstero-distal), gradual desenvolvimento de ornamentação

com retículos poligonais alongados radialmente, às vezes terminando como estrias radiais. Pequenas pontuações e/ou ondulações irregulares nos polígonos.

Diagnosis: Carapace ovate in outline, relatively large (up to 8.5 mm in length). Fine and distinct growth lines, with locally marked setae insertion points. Almost the whole carapace ornamented with isodiametric polygonal reticulation (commonly 0.04 – 0.08 mm large, 3 – 6 polygons per growth band in transversal direction); in the distal region (mainly near to the postero-ventral margin), gradual raising of radially elongated polygons, sometimes ending as radial striae. Small punctae and/or irregular folds in the polygons.

Discussão: Os exemplares estudados são muito semelhantes a *Carapacestheria* Shen, 1994, identificados em estratos das Montanhas Transantárticas. As semelhanças se expressam em termos de forma da carapaça, características do umbo, linhas e bandas de crescimento, na ornamentação predominantemente reticulada poligonal, na presença nas porções distais de uma ornamentação com tendência radial e pela existência de micro-ornamentação dentro dos polígonos. Contudo, diferem principalmente pelo caráter relativamente mais homogêneo da ornamentação nos lados anterior e posterior das valvas e pela micro-ornamentação dos polígonos constituída por pequenos mamelões, pouco nítidos, ou por ondulações irregulares, ao invés de pontos bem definidos. Tendo em vista que os exemplares aqui estudados não coadunam perfeitamente com todos os aspectos diagnósticos de *Carapacestheria*, propõe-se um novo gênero. Comparações adicionais deste novo táxon com outros conchostráceos são apresentadas na discussão referente à nova espécie também proposta.

Nothocarapacestheria soturnensis gen. et sp. nov.

Holótipo: ULVG 7415A.

Parátipos: ULVG 7414, 7415B, 7416, 7418.

Etimologia: *soturnensis*, em referência à localidade de Faxinal do Soturno, município onde se localiza o afloramento São Luís, que forneceu os conchostráceos.

Diagnose: Igual à diagnose do gênero.

Diagnosis: As for the genus.

Descrição: Os cinco exemplares estudados apresentam tamanhos relativamente grandes (comprimento = 6,4 – 8,5 mm, altura = 4,75 – 5,95 mm), contorno oval (altura/comprimento = 0,67 – 0,74 mm), umbo subanterior muito pequeno (comprimento da porção anterior/comprimento = 0,20 – 0,28 mm) e alinhado com a margem dorsal (Figuras 4A e 4B). A margem dorsal é levemente arqueada, reforçada no lado posterior (conforme sugere um sulco raso nos moldes externos) e as margens anterior, posterior e ventral são arredondadas. As linhas de crescimento, entre 18 e 27 nos exemplares analisados, são reconhecíveis praticamente desde o bico, encontram-se

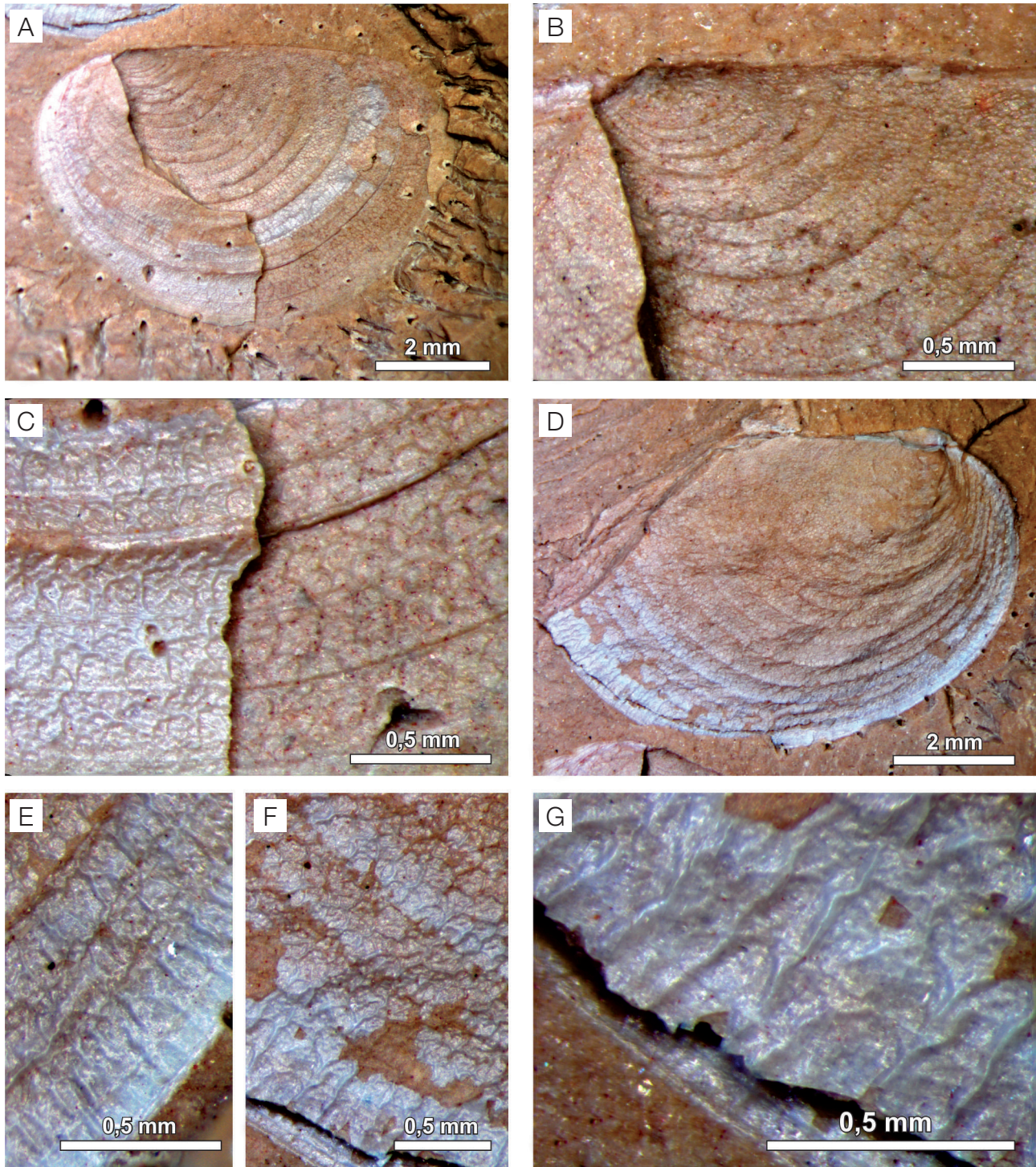


Figura 4. *Nothocarapacestheria soturnensis* gen. et sp. nov.; (A a C) Ho1ótipo, ULVG 7415A, com valva direita parcialmente sobreposta pela esquerda, ambas preservadas como moldes da superfície externa, destacando, em B, a região umbonal a central, e em C, a ornamentação das bandas de crescimento na região ventral; (D a G) Parátipo, ULVG 7415B, também com valvas sobrepostas (moldes), destacando variações na ornamentação na região ântero-ventral (em E) e na região póstero-ventral (em Fe G).

dispostas bem próximas entre si na parte inicial (0,05 – 0,07 mm), passando gradualmente a um maior espaçamento, bastante regular (até 0,42 mm). Em três exemplares, aproximadamente a partir da 18ª linha, ocorre uma redução abrupta da largura das bandas de crescimento (0,08 – 0,02 mm); no holótipo (Figuras 4A a 4C), das 26 linhas presentes, apenas as duas últimas encontram-se próximas entre si. As linhas de crescimento são relativamente finas, quase indistintas perto da margem dorsal, e estão preservadas como sulcos nos moldes externos ou em relevo positivo nos “contramoldes”. Próximo à margem anterior no exemplar 7418 (Figura 6C), as linhas de crescimento apresentam pontuações próximas entre si (espaçamento de 0,02 a 0,03 mm) e pequenos círculos com espaçamento maior (0,2 a 0,25 mm). Em outras porções deste e de outros exemplares, as pontuações sobre as linhas de crescimento geralmente são menos evidentes (Figura 5E). A ornamentação das bandas de crescimento é predominantemente reticulada, caracterizada por polígonos relativamente regulares, com contornos em relevo, isodiamétricos (diâmetros entre 0,02 e 0,18 mm, geralmente em torno de 0,04 – 0,08 mm), com 3 a 6 polígonos no sentido transversal de cada banda. Nas bandas sucessivas, a disposição dos polígonos se repete de modo exato. Cada polígono apresenta micro-ornamentações formadas por pequenas pontuações (minúsculos mamelões) e/ou feições irregularmente onduladas, sem orientação definida (Figuras 5F e 6E). Na porção distal das carapaças, aproximadamente a partir da 17ª banda de crescimento, em especial na porção ventral e posteroventral, ocorre passagem gradual do padrão de ornamentação poligonal isodiamétrico para polígonos radialmente alongados (0,14 x 0,29 mm) e, finalmente, para estrias (*lirae*) radiais (Figuras 4E a 4G, 5C, 6B a 6E). A priori, tais estrias são observadas apenas nas bandas mais estreitas e representam lados de polígonos alongados truncados. Próximo à margem dorsal, os polígonos também são ligeiramente mais alongados (Figura 5D). No exemplar 7415A, excepcionalmente, os polígonos são radialmente alongados na 17ª banda de crescimento, a qual é mais estreita, porém nas bandas de crescimento seguintes retorna o padrão poligonal isodiamétrico (Figura 4C).

Discussão: A forma simples das valvas examinadas, seu umbo pequeno, sua ornamentação reticulada e a ausência de carenas, costelas radiais, espinhos grandes ou botões no umbo, assim como a falta de recurvamento das linhas de crescimento na região posterodorsal, limitam as alternativas de identificação a algumas famílias.

A ornamentação constituída por pequenos polígonos isodiamétricos sobre as bandas de crescimento lembra os padrões normais da Família Euestheriidae Defretin-Lefranc, 1965, típica do Paleozoico Superior (Chen e Shen, 1985) e Triássico (Kozur e Weems, 2010), ainda registrada no

Jurássico (Chen e Hudson, 1991) e no Cretáceo (Chen e Shen, 1985). Porém, nos exemplares do afloramento São Luís, os polígonos normalmente apresentam diâmetros superiores a 0,02 mm e gradam para formas alongadas radialmente, nas porções mais distais das valvas. Adicionalmente, os umbos são mais anteriores e menos proeminentes.

Praticamente as mesmas diferenças, especialmente quanto à posição muito mais anterior do umbo e à presença de polígonos radiais, podem ser apontadas para distinguir os exemplares estudados dos representantes de *Shizhuestheria* Shen e Chen, 1982, da Família Loxomegalyptidae Novojilov, 1958, presente no Jurássico Médio da China, conforme a revisão de Li et al. (2009). Contudo, o caráter ondulado irregular no interior dos polígonos lembra muito o padrão de ornamentação em *Shizhuestheria*, o qual foi interpretado como uma reticulação bem mais fina, dentro da outra reticulação (Li et al., 2009).

A ornamentação poligonal dos exemplares aqui estudados, em parte, assemelha-se também àquela da Família Shipingiiidae, conhecida no Triássico Superior da China, Alemanha e Estados Unidos (Kozur e Weems, 2005). Entretanto, o genótipo *Shipingia* tem polígonos que diminuem de tamanho rumo às porções distais, sem ornamentação radial. Assim, apenas os exemplares jovens da Formação Caturrita, com poucas bandas de crescimento e ainda sem a ornamentação radial dos estágios ontogenéticos mais avançados lembram *Shipingia hebaozhaiensis* Shen, 1976 (ilustrado em Kozur e Weems, 2007), apesar de suas dimensões relativamente menores. Por outro lado, Kozur e Weems (2005) admitiram relativa variabilidade de padrões na família, incluindo estrias radiais, oblíquas ou paralelas às linhas de crescimento. Posteriormente, H. Kozur (informação verbal em 12.02.2011) comentou que apenas os conchostráceos incluídos em *Anyuaestheria* possuíam estrias essencialmente radiais, o que permitiria reposicioná-los como possíveis formas basais de Eosestheriidae.

Os conchostráceos estudados, em comparação com espécies de Nestoriidae Shen e Chen, 1984, possuem linhas de crescimento bem menos robustas e polígonos da ornamentação menores e menos variáveis no sentido anteroposterior.

Finalmente, os exemplares da Formação Caturrita se aproximam aos representantes de Eosestheriidae Zhang e Chen *in* Zhang et al. (1976), incluindo o gênero *Eosestheria* (Zhang et al., 1976; Wang, 1980; Chen e Shen, 1985; Chen et al., 2007), em relação à forma, ao tamanho e à posição do umbo, e à ornamentação. Nos Eosestheriidae, uma mesma valva pode conter ornamentações de diferentes tipos: poligonal, estriada/hachurada radial, com passagem gradual ou abrupta de uma ornamentação para a outra dentro de cada banda de crescimento, geralmente na parte anterior das valvas.

Os exemplares da Formação Caturrita possuem finas pontuações sobre as linhas de crescimento, nem sempre

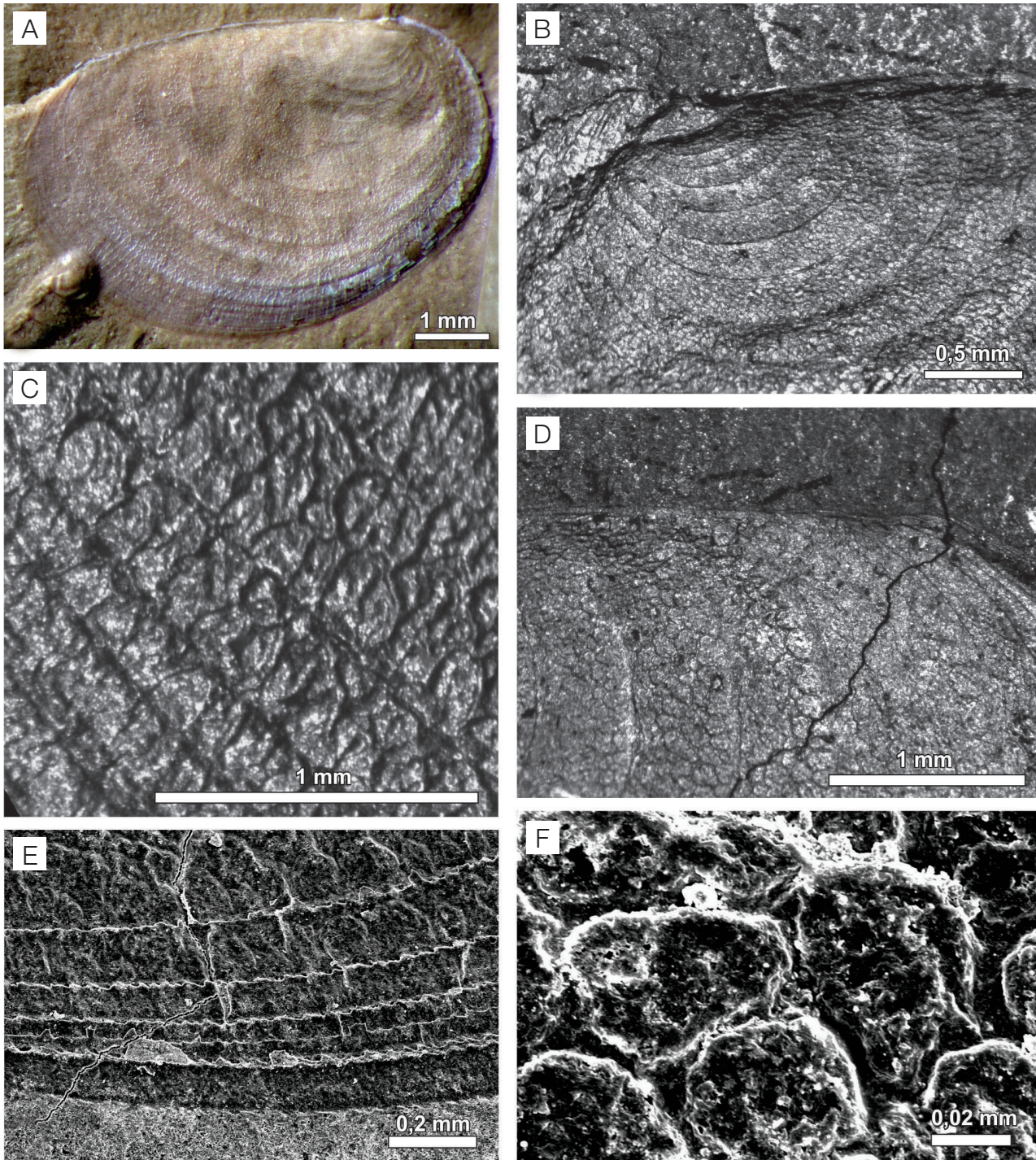


Figura 5. *Nothocarapacestheria soturnensis* gen. et sp. nov., parátipo, ULVG 7416, valva direita (originalmente duas valvas sobrepostas); (A) “contramolde”; (B a F) molde externo metalizado, destacando, em B, região proximal da valva; (C) região anterior, com passagem da ornamentação poligonal para radial; (D) região póstero-dorsal; (E) região ventral, onde linhas de crescimento aparecem irregularmente serrilhadas; (F) detalhe da ornamentação poligonal; imagens E e F obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura.

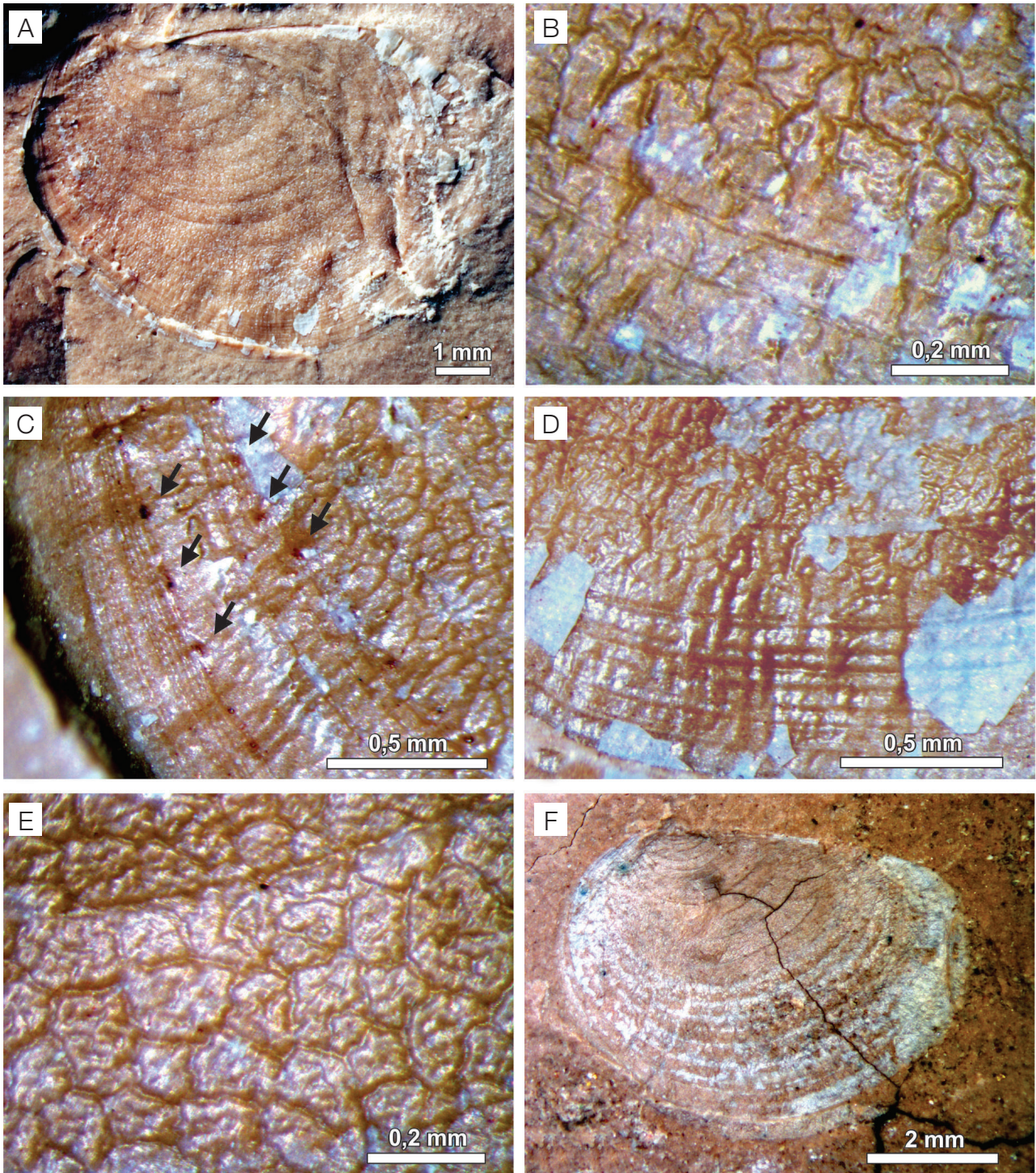


Figura 6. *Nothocarapaceslheria soturnensis* gen. et sp. nov.; (A a E) parátipo ULVG 7418, valvas sobrepostas, deformadas na parte posterior, com maior exposição do molde externo da valva direita; (B) região central-ântero-ventral com variações no espaçamento das linhas de crescimento e na ornamentação; (C) região ântero-ventral destacando ornamentação radial marginal, pontos bem pequenos e maiores (setas) nas linhas de crescimento, onde estavam inseridos espinhos (*setae*); (D) bandas de crescimento estreitas na região ventral; (E) detalhe da ornamentação na região central. (F) parátipo ULVG 7414, valva direita, molde externo.

visíveis. Algumas ilustrações de *Eosestheria*, principalmente as de Wang (1980), também mostram finas pontuações, mas esta feição não foi enfaticamente mencionada na literatura referente à família. A presença de pontuação nas linhas de crescimento foi tradicionalmente considerada um caráter diagnóstico da Família Afrograptidae, que incluía diversos gêneros, com formas e ornamentações bem diversificadas, de idade Triássico-Cretáceo. Shen (2003) constatou que tais estruturas também ocorrem em três famílias viventes e teria relação com setas, que são finíssimos “espinhos” muito comuns em várias partes do exoesqueleto de crustáceos. Nas valvas de conchostráceos, elas seriam uma continuação da cutícula sob a forma de finas expansões ocas nas linhas de crescimento. Nos fósseis, as setas normalmente aparecem quebradas, deixando apenas uma cicatriz, representada por pequenos pontos, ou por partes basais um pouco maiores, as quais lhes concedem uma aparência serrilhada. Diante disto, Shen (2003) manteve poucos gêneros em Afrograptidae, inserindo a maior parte deles em outras famílias e atribuindo pouco valor ao padrão das setas em hierarquias acima de gênero. Aqui é proposta uma reavaliação deste caráter para alguns grupos de conchostráceos. Em representantes de Eosestheriidae, as pontuações referentes às setas são discretas. Por outro lado, em Fushunograptidae, família tratada a seguir, as pontuações ou as feições serrilhadas são bem mais marcadas.

Eosestheriidae é uma família tipicamente neojurássica-eocretácea na China (Chen et al., 2007), ocorrendo também no Jurássico Médio a Superior da Antártica e no Triássico Superior do Chile e Argentina. *Menucoestheria* Gallego e Covacevich, 1998, por exemplo, é um gênero de Eosestheriidae descrito para o Triássico do Chile. Kozur e Weems (2007) consideraram o gênero uma sinonímia de *Anyuanestheria* Zhang e Chen in Zhang et al. (1976), este formalmente incluído em Shipingiidae Kozur e Weems, 2005, porém, conforme já comentado, eventualmente tratando-se de uma forma basal dos Eosestheriidae (H. Kozur, informação verbal em 12.02.2011). A principal diferença entre *Anyuanestheria* e *Eosestheria* seria o caráter bem menos marcado das estrias radiais (Kozur e Weems, 2007). De todo modo, outros exemplares de *Menucoestheria* do Triássico Superior do Chile e da Argentina (Gallego et al., 2005; Gallego, 2010), especialmente *M. wichmanni* Gallego, 2010, não deixam dúvidas quanto à sua identificação entre os Eosestheriidae por sua típica ornamentação poligonal nas bandas de crescimento, que lateralmente passa a radial.

Quando comparados com as formas de *Menucoestheria*, os exemplares da Formação Caturrita mostram maior afinidade com a espécie *M. ternearensis* Gallego e Covacevich, 1998 do Triássico Superior do Chile, principalmente pelo tamanho relativo e posição do umbo (Gallego e Covacevich, 1998).

Contudo, diferem pela forma geralmente mais alongada das valvas e suas dimensões maiores, polígonos da reticulação maiores, número relativamente menor de linhas de crescimento, passagem gradual (não abrupta) do padrão de ornamentação poligonal ao estriado radial e, principalmente, distinguem-se pela presença de pontuações (mamelões) e ondulações nos polígonos da ornamentação. Olempska (2004) incluiu formas do Triássico Superior da Polônia em *Menucoestheria*, porém distintas dos representantes da Argentina, principalmente pelo umbo fortemente proeminente e convexo. Enquanto Gallego (2010) manteve as formas da Polônia neste gênero, Kozur e Weems (2010) reposicionaram tais formas no gênero por eles estabelecido, *Gregoriusella*.

Segundo Shen (1994), a forma *Cyzicus (Lioestheria) malacaraensis* Tasch, 1987, do Jurássico da Argentina representa, provavelmente, um Eosestheriidae e necessita ser reclassificado. Os exemplares da Formação Caturrita também se distinguem desta espécie pela forma mais alongada e pela ornamentação constituída predominantemente por polígonos e não por estrias radiais.

Shen (1994) sugeriu que *Cyzicus (Lioestheria) patagoniensis* Tasch (in Tasch e Volkheimer, 1970), do Jurássico Médio da Argentina, também seria vinculado aos Eosestheriidae. Os exemplares da Formação Caturrita se distinguem desta espécie principalmente pelo espaçamento maior das linhas de crescimento. Falta resolução nas ilustrações apresentadas por Tasch e Volkheimer (1970) para comparar as ornamentações.

Gallego (2010) mencionou que algumas espécies anteriormente classificadas como *Cyzicus (Lioestheria)* e *C. (Euestheria)* do Jurássico Médio a Superior da Argentina (Províncias de Chubut e Santa Cruz) poderiam pertencer aos Eosestheriidae, embora necessitassem de revisão. Espécies do Jurássico Médio da Antártica, descritas por Tasch (1987), também harmonizam com a família, porém, mais uma vez há prejuízo nas comparações por falta ilustrações dos detalhes.

Do levantamento feito, os exemplares estudados compartilham maior número de caracteres comuns com *Carapacestheria disgregaris* (Tasch, 1987) Shen, 1994, do Jurássico Inferior ou porção basal do Jurássico Médio da Antártica (Grupo Ferrar). Estas semelhanças se manifestam na forma das valvas, proporções de medidas, tamanho pequeno e posição subanterior do umbo, e nas características gerais da ornamentação. Tasch (1987, página 71; estampa 16, figuras 1, 2, 4; estampas 17 a 20) havia classificado a espécie antártica como *Cyzicus (Lioestheria) disgregaris*, valorizando apenas a parte radialmente hachurada da ornamentação, porém, em sua discussão, já havia considerado que a espécie antártica seria similar a *Eosestheria brevis* do Jurássico Superior da China. Segundo Shen (1994), a principal diferença entre *Carapacestheria* e *Eosestheria* seria a presença de pontos ao invés de uma área lisa no

interior dos polígonos da ornamentação. Adicionalmente, *Carapacestheria* apresentaria polígonos menores, assim como dimensões das valvas menores. Portanto, a diagnose de *Carapacestheria* leva em consideração detalhes diminutos que podem ser observados apenas nos indivíduos muito bem preservados e através de microscopia ótica de alta resolução ou microscopia eletrônica de varredura.

Levando-se em consideração a descrição de *Carapacestheria* em Shen (1994), os exemplares aqui estudados se distinguem pelo seguinte conjunto de aspectos morfológicos: (i) ornamentação reticulada poligonal maior (0,04 – 0,18 mm em média, nos exemplares na Formação Caturrita, e 0,02 – 0,036 mm nos exemplares da Antártica); (ii) passagem gradual (não abrupta) da ornamentação poligonal para radial; (iii) micro-ornamentação no interior dos polígonos isodiamétricos constituída principalmente por ondulações irregulares (não pontos definidos), com variações ao longo das valvas; (iv) presença de finas pontuações sobre as linhas de crescimento. Perante tais diferenças e os critérios diagnósticos utilizados por Shen (1994), não se pode classificar os exemplares do afloramento São Luís no gênero *Carapacestheria*. Para refinar as comparações, seria imprescindível examinar o material-tipo de Eosestheriidae das coleções da Antártica e de outras regiões. Adicionalmente, é necessária uma revisão criteriosa da hierarquia de feições diagnósticas em cada nível taxonômico.

Diante desta discussão, um novo gênero e espécie são aqui propostos para enquadrar as formas do afloramento São Luís da Formação Caturrita:

Superfamília: Eosestherioidea Zhang e Chen, 1976 *in* Zhang et al., 1976

Família: Fushunograptidae Wang, 1974

Gênero: *Aurollestheria* Chen *in* Zhang et al., 1976

Espécie-tipo: *Glyptoasmussia corneti* (Marlière), norte da Bacia do Congo, Zaire, Grupo Stanleyville, provavelmente do Jurássico Médio (Kadima Kabong et al., 2011).

Aurollestheria sp.
(Figura 7)

Exemplares: ULVG 7428A e B; 7417B e D; 7419A e B; 7422A, B e C.

Descrição: Quase todos os exemplares apresentam pequenas ou grandes rugas por efeito da compactação dos sedimentos. As valvas são pequenas (comprimento = 2,1 – 3,9 mm; altura = 1,7 – 3,2 mm), com forma aproximadamente circular e comprimidas dorsoventralmente (altura/comprimento = 0,7 – 0,84, geralmente próximo a 0,82). A margem dorsal, mal preservada em quase todos os exemplares, é aparentemente reta e curta (extensão próxima à metade do comprimento da valva), formando

discreto ângulo com as margens anterior e posterior (possível padrão cicladiforme mal definido). Em dois exemplares (ULVG 7428, Figura 7F), o bico é um pouco protuberante. As margens anterior, posterior e ventral são arredondadas, mostrando tendência de maior expansão para o lado posteroventral. O umbo é subcentral (comprimento da região anterior/comprimento = 0,33 – 0,46), pequeno, ligeiramente elevado em relação à margem dorsal. As linhas de crescimento, observadas desde as proximidades do bico, variam de 12 a 19. A largura das bandas de crescimento na porção central das valvas é de, em média, 0,18 mm, chegando a 0,24 mm. Em poucos exemplares (cf. ULVG 7428A, 7417B e 7419B), as linhas de crescimento mais distais (2 – 9 últimas linhas) estão bem próximas entre si (espaçamento de 0,06 mm). As linhas são finas, possuem pontuações bem discretas e próximas entre si, nem sempre visíveis, ou padrão muito finamente serrilhado (*beaded structure*). As bandas de crescimento, à primeira vista, têm superfícies lisas, porém revelam finas pontuações (Figuras 7D e 7G), distribuídas homoganeamente ou com ligeira tendência de alinhamento ortogonal às linhas de crescimento. Por efeito da compactação, alguns exemplares desenvolveram pequenas dobras aproximadamente radiais que, por equívoco, poderiam ser interpretadas como ornamentações (Figura 7B).

Discussão: O caráter relativamente simples das formas preservadas, sem grandes espinhos e ornamentações destacadas, numa análise preliminar, permitiria sua inclusão em diversas famílias de Spinicaudata.

Em primeiro lugar, cabem algumas considerações sobre *Euestheria* Depéret e Mazeran, 1912 (Família Euestheriidae). Conchostráceos similares à espécie-tipo já foram classificados ao nível de gênero e subgênero de distintas maneiras: *Posidonia*, *Estheria*, *Isaura*, *Pseudestheria*, *Cyzicus*, *Cyzicus* (*Euestheria*), e mesmo *Cyzicus* (*Lioestheria*). Por outro lado, fósseis com morfologias bastante distintas têm sido classificados como *Euestheria* ou *Cyzicus* (*Euestheria*). Adicionalmente, Kozur e Seidel (1983) admitiram morfotipos distintos dentro de espécies de *Euestheria*, assumindo que diferenças na posição do umbo ou na altura das valvas refletiriam dimorfismo sexual. Na descrição apresentada por Raymond (1946), *Euestheria* apresenta ornamentação poligonal, enquanto diversos outros exemplares atribuídos ao gênero possuem pontuações nas bandas de crescimento (vide bons exemplos em Chen e Hudson, 1991). Considerando-se apenas as formas mais clássicas de *Euestheria*, como em Raymond (1946), os exemplares aqui estudados possuem o umbo bem menos proeminente, valvas menos abauladas e ornamentação mais discreta. Em comparação às formas da Argentina, os exemplares estudados distinguem-se de '*Cyzicus* (*Euestheria*)' *volkheimeri* Tasch (*in* Tasch e Volkheimer, 1970) do Jurássico Superior da Patagônia (Formação Cañadón Asfalto), pelas dimensões

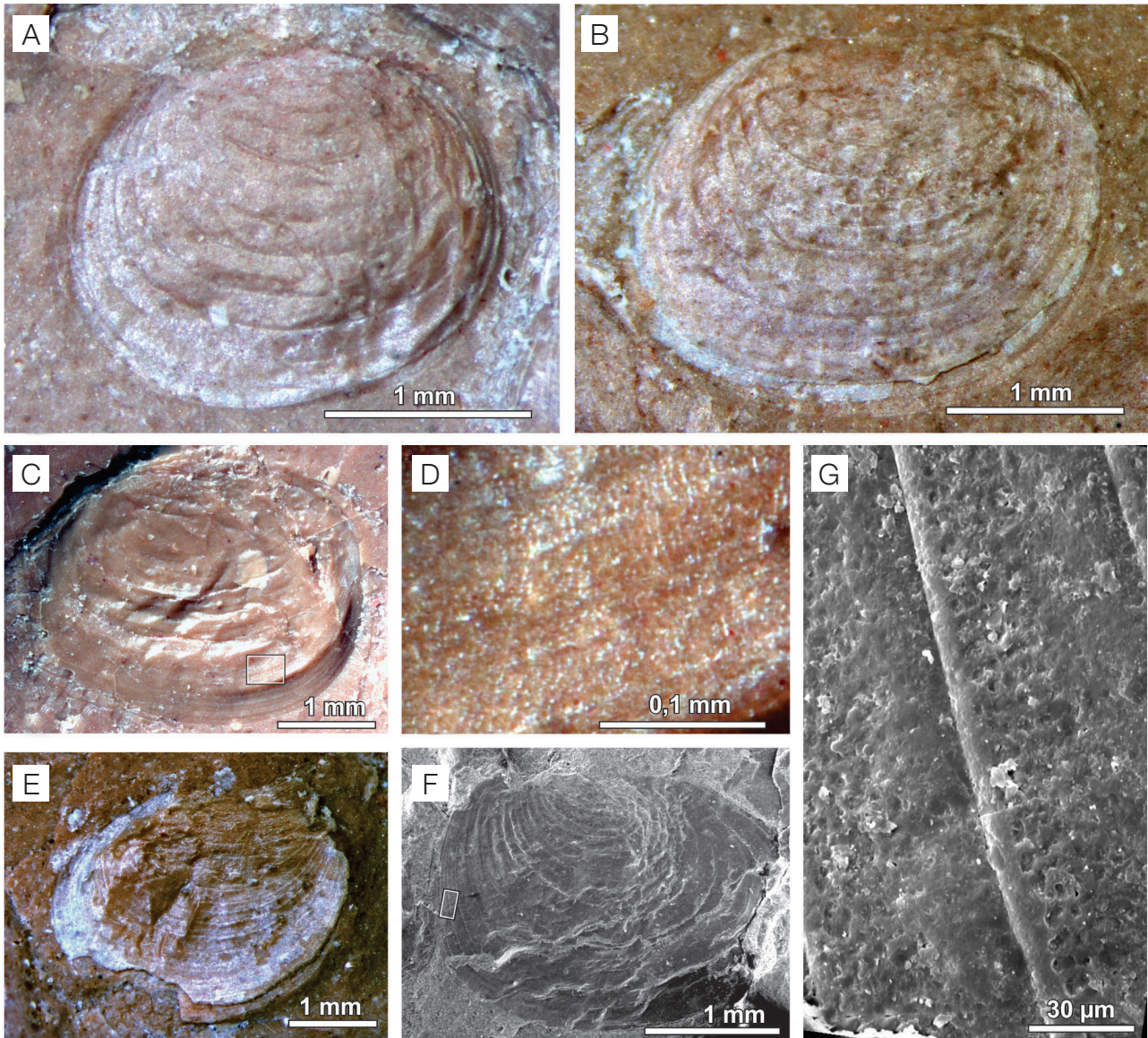


Figura 7. *Australestheria* sp.; (A) ULVG 7422A, valva direita (“contramolde”); (B) ULVG 7422A, valva direita (“contramolde”) e pequena exposição da porção ventral da valva esquerda sotoposta (molde externo); (C e D) ULVG 7413B, valva direita (“contramolde” deformado), indicando-se em C a posição de D, que mostra delicada ornamentação de hachuras radiais constituídas por pequenos pontos alinhados, além de pequenos pontos nas linhas de crescimento; (E) ULVG 7419B, valva direita (“contramolde”) quase inteiramente sobreposta à esquerda (molde externo), (F e G) ULVG 7428, valva esquerda (“contramolde”), imagens obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura, com indicação no lado anterior de F (pequeno retângulo) da posição da imagem G, a qual mostra ornamentação pouco desenvolvida constituída por tênues hachuras perpendiculares às linhas de crescimento e, na parte inferior da imagem, contramolde preservado da linha de crescimento caracterizada por padrão “serrilhado” (*beaded structure*), representando porções basais de espinhos (*setae*).

menores e pela ornamentação e pontuações bem mais finas nas linhas de crescimento. Além disso, distinguem-se de outras espécies descritas para a Argentina (Gallego, 2001) pela ornamentação mais fina e umbo em posição mais central.

De acordo com a posição subcentral do umbo, a margem dorsal aparentemente reta e curta e as pontuações da ornamentação, os exemplares descritos lembram ‘*Estheria draperi*’ Jones e Woodward, 1894, do Arenito Cave, Triássico Superior da África do Sul. Raymond (1946)

reclassificou esta espécie como *Orthothemos*, procedimento mantido por Chen e Shen (1985), enquanto Tasch (1987) a incluiu em *Cyzicus* (*Lioestheria*). Os exemplares do Brasil possuem margem dorsal mais curta e altura relativamente menor.

A ligeira protuberância próxima ao bico em dois exemplares da Formação Caturrita lembra uma feição que caracteriza *Bulbilimnia* Shen, 1976 (*Bulbilimnadiidae* Kozur e Weems, 2005), do Triássico e Jurássico basal da China e dos EUA (Kozur e Weems, 2005), mas, ao mesmo tempo, pode refletir a deformação tafonômica dos moldes. De qualquer modo, a posição do umbo é bem mais central do que em *Bulbilimnia*.

As características observadas nos exemplares da Formação Caturrita permitem associá-los a *Aurolimnites* Chen *in* Zhang et al., 1976, de acordo com a espécie-tipo *A. corneti* (Marlière) do Jurássico (Médio?) do Zaire (Chen *in* Zhang et al., 1976). Assemelham-se pela posição subcentral do umbo, ornamentação muito fina, quase indistinta das bandas de crescimento e pelas pontuações nas linhas de crescimento. Nas formas do Brasil, estas pontuações são mais discretas, representando setas menores. Raros exemplares sugerem a presença de uma curta margem dorsal reta, o que talvez também esteja relacionado aos processos tafonômicos. A comparação com a margem dorsal reta proposta nos desenhos de '*Glyptasmussia*' *corneti* (Marlière) em Defretin-Lefranc (1967) é de difícil confirmação, pois as fotos que acompanham o trabalho mostram margens dorsais arredondadas.

Chen e Shen (1985) haviam considerado *Aurolimnites* como pertencente à Família Afrograptidae pela presença de pontuações nas linhas de crescimento. Contudo, ao constatar que diversos conchostráceos fósseis e modernos apresentam tais pontuações (*i.e.*, setas), Shen (2003) reposicionou o gênero em Fushunograptidae Wang, 1974, cuja ornamentação é caracterizada por estrias radiais nas bandas de crescimento (Chen e Shen, 1985; Li e Batten, 2004).

Considerações paleoecológicas e paleoambientais

De acordo com Tasch (1969), Webb (1979) e Frank (1988), diversos conchostráceos modernos (*e.g.*, *Limnadia*, *Cyzicus*) podem se desenvolver como elementos oportunistas em corpos de água efêmeros, geralmente em regiões semiáridas. Em tais situações, reproduzem-se rapidamente e morrem quando estes corpos d'água ressecam.

Os ovos, igualmente gerados em um curto intervalo de tempo (dias ou poucas semanas) podem ter alta resistência. Algumas espécies produzem ovos que podem tolerar secas de até 15 anos e temperaturas entre 60 e -3°C (Webb, 1979;

Frank, 1988). Assim, os ovos podem ser dispersos não apenas no meio aquático, como também pelo vento (Griffin et al., 2002). Os climas secos vigentes em grande parte do Mesozoico e as vegetações de pequeno porte daí resultantes podem ter sido muito favoráveis à dispersão de ovos dos conchostráceos (Kozur e Weems, 2010). Em consequência, alguns táxons se tornaram amplamente distribuídos e hoje constituem elementos importantes nas correlações estratigráficas entre depósitos continentais (Chen e Hudson, 1991; Chen et al., 2007).

Tasch (1969) enfatizou que conchostráceos fósseis seriam sempre indicativos de corpos d'água temporários. Contudo, alguns conchostráceos modernos (*e.g.*, *Cyclestheria*) vivem em ambientes límnicos perenes (Roessler, 1995; Padhye et al., 2011) e diversos conchostráceos fósseis evidenciam condições aquáticas amplas e estáveis (Petzold e Lane, 1988; Rohn, 1994; Rohn et al., 2005). Os conchostráceos na sucessão do afloramento São Luís, e particularmente as escamas de peixes, sugerem que o corpo d'água que preservou esta tafocenose teve uma duração relativamente longa. Argumentos adicionais para tal interpretação são a própria natureza pelítica do depósito (deposição por lenta decantação da argila) e sua expressiva espessura (2,2 m), sem gretas de contração, nem evidências de acumulação episódica (Barboni e Dutra, 2013). As únicas variações no depósito são dois níveis ondulados que atestam condições batimétricas ligeiramente mais rasas.

Logo acima dos níveis ondulados, e em direção ao topo do intervalo pelítico, onde escasseiam as plantas e se amplia o registro de insetos, há um incremento na quantidade de conchostráceos preservados, que pode representar um crescimento das populações, possivelmente condicionado por um aumento na disponibilidade de nutrientes. Este número maior de fósseis não deve estar relacionado a um aumento da taxa de mortalidade, porque a maior parte dos indivíduos atingiu o estágio adulto. Adicionalmente, as bandas de crescimento apresentam largura geralmente regular, o que suporta mais propriamente condições ambientais estáveis durante seu desenvolvimento ontogenético e apoia a hipótese de não ressecamento do corpo d'água. A diminuição da largura das últimas bandas de crescimento, aqui observada, é comum em conchostráceos que atingiram a fase reprodutiva (Li et al., 2009) ou senil (Bishop, 1968), e não necessariamente reflete uma restrição de nutrientes causada por ressecamento, como propôs Tasch (1969).

Idade

A paleofauna de conchostráceos dos níveis de Faxinal do Soturno, graças à boa preservação e à relativa complexidade da ornamentação, permite incrementar as discussões de caráter cronoestratigráfico para a Formação Caturrita.

Nothocarapacestheria soturnensis, o novo gênero e espécie aqui descritos, supostamente pertence à Família Eosestheriidae, que possui representantes neotriássicos na Argentina e no Chile (Gallego e Covacevich, 1998; Gallego et al., 2005; Gallego, 2010), eo- a mesojurássicos na Antártica (Shen, 1994) e tipicamente neojurássicos-eocretáceos na China (Chen et al., 2007). Este aparente dia-cronismo sugere uma origem para a família no sudoeste do Gondwana e sua lenta dispersão para o leste da Laurásia (Chen et al., 2007).

O novo táxon da Formação Caturrita e *Carapacestheria disgregaris* (Tasch, 1987) Shen, 1994, da passagem do Jurássico Inferior ao Médio das Montanhas Transantárticas, distinguem-se por pequenos detalhes da ornamentação, considerados diagnósticos para o gênero por Shen (1994), porém apenas evidentes em exemplares bem preservados. Conforme comentado anteriormente, numa revisão rigorosa da família e dos critérios diagnósticos válidos para cada nível taxonômico, não se pode descartar a possibilidade de que, no futuro, *Nothocarapacestheria* caia em sinonímia a favor de *Carapacestheria*. No atual estágio de conhecimento, não é possível discernir o significado das diferenças morfológicas: se são realmente taxonômicas e relacionadas às idades distintas, ou se refletem a distância geográfica entre as faunas, especialmente suas distintas paleolatitudes.

Australestheria sp. provavelmente faz parte da Família Fushungraptidae, cujos representantes do final do Jurássico e do Cretáceo se caracterizam principalmente por destacadas estrias radiais nas bandas de crescimento (Chen e Shen, 1985; Li e Batten, 2004; Chen et al., 2007). Entretanto, *A. corneti* (Marlière) do Jurássico Médio da Bacia do Congo apresenta estrias radiais muito fracas ou fileiras de pontos radiais (Chen e Shen, 1985). Os exemplares da Formação Caturrita se assemelham a esta espécie. Assim, formas com ornamentação muito tênue do Gondwana Ocidental parecem ter sido precursoras daquelas com estrias radiais marcadas (Chen e Shen, 1985; Li e Batten, 2004; Chen et al., 2007), como *Orthestheria (Migransia) ferrandoi* da Formação Tacuarembó, do Jurássico Superior ou Cretáceo Inferior do Uruguai (Shen et al., 2004).

É importante destacar, portanto, que as formas presentes em Faxinal do Soturno não possuem comparativos em outras bacias do Mesozoico da América do Sul. A priori, tanto *Nothocarapacestheria soturnensis*, quanto *Australestheria* sp. sugerem fortemente a idade jurássica, porém, ainda faltam elementos para interpretações ainda mais refinadas.

CONCLUSÕES

Os conchostráceos do afloramento São Luís (Faxinal do Soturno) da Formação Caturrita são distintos dos anteriormente conhecidos no Mesozoico da Bacia do Paraná e de

outras bacias sul-americanas. Por outro lado, diversos exemplares são quase idênticos às formas da Antártica, de modo que apenas pequenos detalhes da ornamentação justificam a proposta do novo gênero e espécie *Nothocarapacestheria soturnensis*. Outros exemplares estudados são classificados como *Australestheria* sp. por sua grande semelhança a *A. corneti* da Bacia do Congo. De acordo com estas prováveis afinidades, os conchostráceos da Formação Caturrita evidenciam uma idade jurássica. Esta interpretação se coaduna com aquela proposta igualmente para os restos de vegetais associados, provavelmente eojurássicos, e para as grandes pegadas de dinossauros preservadas nos heterolitos da parte superior da mesma exposição. Os resultados não necessariamente representam um conflito em relação à idade neotriássica interpretada para os tetrápodos do afloramento São Luís, uma vez que os conchostráceos e os restos vegetais se encontram em posição estratigráfica mais alta. A preservação de camadas jurássicas pode representar uma situação local, talvez facultada por rebaixamento de um bloco por falhamentos durante ou após a deposição, dada a compartimentação tectônica ocorrida durante o Mesozoico no Rio Grande do Sul, Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Procs. 401780/2010-4 e 401854/2010-8) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS (Proc. 1010122) pelos auxílios financeiros que possibilitaram os trabalhos de campo e a coleta dos fósseis (projetos coordenados por T. L. Dutra), assim como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado (M.V.B. Cabral).

REFERÊNCIAS

- Abdala, F., Ribeiro, A. M. (2010). Distribution and diversity patterns of Triassic cynodonts (Therapsida, Cynodontia) in Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 286, 202-217.
- Andreis, R. R., Bossi, G. E., Montardo, D. K. (1980). O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul. *XXXI Congresso Brasileiro de Geologia*, v.2, 659-673. Camboriú: SBG.
- Arantes, B. A., Soares, M. B., Schultz, C. L. (2009). *Clevosaurus brasiliensis* (Lepidosauria, Sphenodontia) do Triássico Superior do Rio Grande do Sul: anatomia pós-craniana e relações filogenéticas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12, 43-54.

- Barboni, R., Dutra, T. L. (2013). New “flower” and leaves of Bennettitales from southernmost Brazil and its age implication. *Ameghiniana* (no prelo).
- Bishop, J. A. (1968). Aspects of the post-larval life history of *Limnadia stanleyana* King (Crustacea: Conchostraca). *Australian Journal of Zoology*, 16, 885-895.
- Bonaparte, J. F., Sues, H. D. (2006). A new species of *Clevoosaurus* (Lepidosauria: Rhynchocephalia) from the Upper Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil. *Palaeontology*, 49, 917-923.
- Bonaparte, J. F., Ferigolo, J., Ribeiro, A. M. (1999). A new Early Late Triassic saurischian dinosaur from Rio Grande do Sul State, Brazil. *II Gondwanan Dinosaur Symposium*, National Science Museum Monographs, v. 15, 89-109. Tóquio.
- Bonaparte, J. F., Ferigolo, J., Ribeiro, A. M. (2001). A primitive Late Triassic “Ictidosaur” from Rio Grande do Sul, Brazil. *Palaeontology*, 44, 623-635.
- Bonaparte, J. F., Martinelli, A. G., Schultz, C. L., Rubert, R. (2003). The sister group of mammals: small cynodonts from the Late Triassic of southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 5, 5-27.
- Bonaparte, J. F., Schultz, C. L., Soares, M., Martinelli, A. G. (2010). La fauna local de Faxinal do Soturno, Triásico tardío de Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13(3), 233-246.
- Chen, P. J., Hudson, J. D. (1991). The conchostracan fauna of the Great Estuarine Group, Middle Jurassic, Scotland. *Palaeontology*, 34(3), 515-545.
- Chen, P. J., Li, G., Batten, D. J. (2007). Evolution, migration and radiation of late Mesozoic conchostracans in East Asia. *Geological Journal*, 42, 391-413.
- Chen, P. J., Shen Y. B. (1985). *An introduction to fossil Conchostraca*. Pequim: Science Press, 241 p., 26 pls.
- Cisneros, J. C. (2008). Phylogenetic relationships of procolophonid parareptilis with remarks on their geological record. *Journal of Systematic Palaeontology*, 6(3), 345-366.
- Cisneros, J. C., Schultz, C. L. (2003). *Soturnia caliodon* n. g. y n. sp., a procolophonid reptile from the Upper Triassic of Southern Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 227(3), 365-380.
- Crisafulli, A., Dutra, T. L. (2009). *Kaokoxydon zalesskyi* (Sahni) Maheswari en los niveles superiores de la Secuencia Santa Maria 2 (Formación Caturrita), Cuenca de Paraná, Brasil. *Gaea*, 5(2), 61-69.
- Da Rosa, A. A. S., Faccini, U. F. (2005). Delimitação de blocos estruturais de diferentes escalas em sequências mesozoicas na região central do Estado do Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas. *Gaea*, 1(1), 16-23.
- Defretin-Lefranc, S. (1967). Etude sur les phyllopoques du Basin du Congo. *Annales Musee Royal de l’Afrique Centrale*, Ser. 88, *Sciences Geologiques*, 56, 1-112.
- Depéret, C., Mazeran, P. (1912). Les Estheria du Permien d’Autun. *Bulletin de la Société d’Histoire Naturelle d’Autun*, 25, 165-173.
- Dutra, T. L., Faccini, U. (2002). First record of vegetative shoots of conifer associated to seed cone and wood in the Late Triassic of Southern Brazil. *I International Paleontological Congress*, p. 203. Sidney: Geological Society of Australia.
- Dutra, T. L., Wilberger, T. P., Faccini, U. F. (2007). Contribuição à estratigrafia do final do Triássico na Bacia do Paraná a partir dos níveis com flora da Formação Caturrita. *IV Simpósio Sobre Cronoestratigrafia da Bacia do Paraná*, p. 22. Búzios: UERJ.
- Faccini, U. F., Zeffass, H., Garcia, A. J. (1998). The Upper Permian-Triassic stratigraphy and petrologic approach to the SE Paraná Basin, Southern Brazil: Depositional styles versus base level changes. *I Epicontinental Triassic International Symposium*, p. 47-48. Halle.
- Frank, P. W. (1988). Conchostraca. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62, 399-403.
- Gallego, O. F. (2001). Conchostracofauna sudamericana del Paleozoico y Mesozoico: estado actual del conocimiento. Parte I: Argentina y Chile. *Acta Geologica Leopoldensia*, 24(52/53), 311-328.
- Gallego, O. F. (2010). A new crustacean clam shrimp (Spinicaudata: Eosestheriidae) from the Upper Triassic of Argentina and its importance for conchostracan taxonomy. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, 34(2), 179-195.
- Gallego, O. F., Covacevich, V. (1998). Conchóstracos triásicos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, Chile. *Revista Geológica de Chile*, 25(2), 115-137.

- Gallego, O. F., Martins-Neto, R. G., Nielsen, S. N. (2005). Conchostracans and insects from the Upper Triassic of the Biobío river ('Santa Juana Formation'), south-central Chile. *Revista Geologica de Chile*, 32(2), 293-311.
- Goretzki, J. (2003). Biostratigraphy of Conchostracans: *A key for the interregional correlations of the continental Palaeozoic and Mesozoic – computer-aided pattern analysis and shape statistics to classify groups being poor in characteristics*. Dissertação (Doutorado). Freiberg (Alemanha): Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau, Technischen Universität Bergakademie Freiberg, 2 v.
- Griffin, D. W., Kellogg, C. A., Garrlson, V. H., Shinn, E. A. (2002). The global transport of dust. *American Scientist*, 90, 228-235.
- Jones, T. R., Woodward, H. (1894). On some fossil phyllopoda. *Geological Magazine, New Series, Decade*, 4, 189-193.
- Kadima Kabongo, E., Sebangezi, S. M. N., Lucazeau, F. (2011). A Proterozoic-rift origin for the structure and the evolution of the cratonic Congo basin. *Earth Planetary Science Letters*, 304(1-2), 240-250.
- Kozur, H. W., Seidel, G. (1983). Revision der Conchostracenen-Faunen des unteren und mittleren Buntsandsteins. Teil I. *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften*, 11, 295-423.
- Kozur, H. W., Weems, R. E. (2005). Conchostracan evidence for a late Rhaetian to early Hettangian age for the CAMP volcanic event in the Newark Supergroup, and a Sevatian (late Norian) age for the immediately underlying beds. *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften. Reihe B: Geologie, Paläontologie, Mineralogie*, 27, 21-51.
- Kozur, H. W., Weems, R. E. (2007). Upper Triassic conchostracan biostratigraphy of the continental rift basins of eastern North America: its importance for correlating Newark Supergroup events with the Germanic Basin and the International Geologic time scale. *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, 41, 137-188.
- Kozur, H. W., Weems, R. E. (2010). The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. *Special Publications, Geological Society, London*, 334, 315-417.
- Langer, M. C., Ribeiro, A. M., Schultz, C. L., Ferigolo, J. (2007). The continental tetrapod-bearing Triassic of south Brazil. *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, 41, 201-218.
- Li Gang, Batten, D. J. (2004). Revision of the conchostracan genera *Cratostracus* and *Porostracus* from Cretaceous deposits in northeast China. *Cretaceous Research*, 25, 919-926.
- Li G., Hirano H., Kozai T., Sakai T., Pan Y. (2009). Middle Jurassic spinicaudatan *Shizhuestheria* from the Sichuan Basin and its ontogenetic implication. *Science in China Series D. Earth Sciences*, 52(12), 1962-1968.
- Martin, J. W., Davis, G. E. (2001). An updated classification of the recent Crustacea. *Science Series*, 39, 1-124.
- Martinelli, A. G., Bonaparte, J. F., Schultz, C. L., Rubert, R. R. (2005). A new Tritheledontid (Therapsida, Eucynodontia) from the Late Triassic of Rio Grande do Sul (Brazil) and its phylogenetic relationships among carnivorous non-mammalian eucynodonts. *Ameghiniana*, 42, 91-208.
- Olesen, J. (2009). Phylogeny of Branchiopoda (Crustacea) – Character, evolution and contribution of uniquely preserved fossils. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 67(1), 3-39.
- Olempska, E. (2004). Late Triassic spinicaudatan crustaceans from southwestern Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 49(3), 429-442.
- Padhye, S. M., Ghate, H. V., Pai, K. (2011). New locality record and additional information on the habitat of *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859) (Crustacea: Branchiopoda: Cyclestherida) in India. *Journal of Threatened Taxa*, 3(1), 1445-1448.
- Petzold, D. D., Lane, N. G. (1988). Stratigraphic distribution and paleoecology of Pennsylvanian Conchostracans (Crustacea: Branchiopoda) on the east side of the Illinois Basin. *Journal of Paleontology*, 62(5), 799-808.
- Pires, E. F., Guerra-Sommer, M. (2004). *Sommerxylon spiralosus* from Upper Triassic in southernmost Paraná Basin (Brazil): a new taxon with taxacean affinity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76(3), 595-609.
- Raymond, P. E. (1946). The genera of fossil Conchostraca – An order of bivalved Crustacea. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 96(3), 217-307.
- Roessler, E. W. (1995). Review of Colombian Conchostraca (Crustacea) – Ecological aspects and life cycles – Family Cyclestheriidae. *Hydrobiologia*, 298, 125-132.

- Rohn, R. (1987). Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. *Boletim do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Série Científica*, 18, 27-66.
- Rohn, R. (1994). *Evolução Ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências – USP.
- Rohn, R., Shen Yan-Bin, Dias-Brito, D. (2005). A new Coniacian-Santonian conchostracan genus from the Bauru Group, South-East Brazil: Taxonomy, palaeobiogeography and palaeoecology. *Cretaceous Research*, 26, 581-592.
- Rubert, R. R., Schultz, C. L. (2004). Um novo horizonte de correlação para o Triássico Superior do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, 31, 71-88.
- Scherer, C. M. S., Lavina, E. L. C. (2006). Stratigraphic evolution of a fluvial-eolian succession: The example of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Guará and Botucatu formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. *Gondwana Research*, 9, 475-484.
- Schultz, C. L., Scherer, C. M. S., Barberena, M. C. (2000). Biostratigraphy of Southern Brazilian Middle-Upper Triassic. *Revista Brasileira de Geociências*, 30, 495-498.
- Schultz, C. L., Langer, M. C. (2007). Tetrápodes triássicos do Rio Grande do Sul, Brasil. In: I. S. Carvalho, R. C. T. Cassab, C. Schwanke, M. A. Carvalho, A. C. S. Fernandes, M. A. C. Rodrigues, M. S. S. Carvalho, M. Arai, M. E. Q. Oliveira (Eds.), *Paleontologia: Cenários de Vida* (269-282). São Paulo: Editora Interciência.
- Shen, Y. B. (1994). Jurassic conchostracans from Carapace Nunatak, South Victoria Land, Antarctica. *Antarctic Science*, 6(1), 105-113.
- Shen, Y. B. (2003). Review of the classification of the Family Aftrograptidae (Crustacea: Conchostraca). *Acta Palaeontologica Sinica*, 42(4), 590-597.
- Shen, Y., Chen, P. (1982). Jurassic and Cretaceous conchostracans from Sichuan Basin. In: Compiling Group of Continental Mesozoic Stratigraphy and Palaeontology in Sichuan Basin of China (Ed.), *Continental Mesozoic Stratigraphy and Palaeontology in Sichuan Basin of China* (p. 392-415, 10 est.). Chengdu: People's Publishing House of Sichuan.
- Shen, Y., Chen, P. (1984). Late Middle Jurassic conchostracans from the Tuchengzi Formation of W Liaoning, NE China. *Bulletin of the Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*, 9, 309-326, 8 est.
- Shen, Y. B., Gallego, O. F., Martinez, S. (2004). The conchostracan Subgenus *Orthestheria* (*Migransia*) from the Tacuarembó Formation (Late Jurassic? Early Cretaceous, Uruguay) with notes on its geological age. *Journal of South American Earth Sciences*, 16, 615-622.
- Silva, R. C., Barboni, R. Dutra, T., Godoy, M. M., Binotto, R. B. (2012). Footprints of large theropod dinosaurs and implications on the age of Triassic biotas from Southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 39, 16-23.
- Soares, A. P., Soares, P. C., Holz, M. (2008). Correlações estratigráficas conflitantes no limite Permo-Triássico no sul da Bacia do Paraná: O contato entre duas sequências e implicações na configuração espacial do aquífero Guarani. *Pesquisas em Geociências*, 35, 115-133.
- Tasch, P. (1969). Branchiopoda. In: R. C. Moore (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4(1), Crustacea (Except Ostracoda)*. New York (p. 128-191). Lawrence: Geological Society of America, University of Kansas Presses.
- Tasch, P. (1987). *Fossil conchostraca of the Southern Hemisphere and continental drift: paleontology, biostratigraphy and dispersal*. Boulder, Colo: Geological Society of America Memoir, 165, 290 p.
- Tasch, P., Volkheimer, W. (1970). Jurassic conchostracans from Patagonia. *The University of Kansas Paleontological Contributions, Paper*, 50, 1-23.
- Wang, W. (1980). Conchostraca. In: *Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources Paleontological Atlas of North-East China 2. Mesozoic and Cenozoic Volume* (59-130, est. 20-64). Pequim: Geological Publishing House.
- Webb, J. A. (1979). A reappraisal of the palaeoecology of conchostracans (Crustacea: Branchiopoda). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 158(2), 259-275.
- Wilberger, T. P. (2009). Record of *Pagiophyllum* Heer in the Lower Mesozoic red beds of Paraná Basin, Southern Brazil, based in epidermal anatomy. *XIV Simpósio Argentino de Paleobotânica y Palinología*, 51. Mar del Plata: ALLP.

Zerfass, H., Lavina, E. L., Schultz, C. L., Garcia, A. G. V., Faccini, U. F., Chemale Jr., F. (2003). Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of southernmost Brazil: A contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. *Sedimentary Geology*, 161, 85-105.

Zerfass, H., Chemale JR., F., Schultz, C. L., Lavina, E. L. (2004). Tectonics and sedimentation in Southern South America during Triassic. *Sedimentary Geology*, 166, 265-292.

Zhang, W.T., Chen, P.J., Shen, Y.B. (1976). *Fossil Conchostraca of China* (325 p. + 138 est.). Pequim: The Science Press.