

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 10/10/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Câmpus de Rio Claro

VITOR BONATTO GUERRINI

BIVALVES DA FORMAÇÃO RIO DO RASTO, PERMIANO, BACIA DO
PARANÁ, BRASIL: IMPLICAÇÕES EVOLUTIVAS E
PALEOECOLÓGICAS

Rio Claro, SP
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Câmpus de Rio Claro

VITOR BONATTO GUERRINI

BIVALVES DA FORMAÇÃO RIO DO RASTO, PERMIANO, BACIA DO
PARANÁ, BRASIL: IMPLICAÇÕES EVOLUTIVAS E
PALEOECOLÓGICAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

Rio Claro, SP
2018

G935b Guerrini, Vitor Bonatto
Bivalves da Formação Rio do Rasto, Permiano, Bacia do
Paraná, Brasil : implicações evolutivas e paleoecológicas / Vitor
Bonatto Guerrini. -- Rio Claro, 2018
110 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Marcello Guimarães Simões

1. Permiano. 2. Formação Rio do Rasto. 3. Bacia do Paraná.
4. Palaeomutela. 5. Gondwana. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

VITOR BONATTO GUERRINI

BIVALVES DA FORMAÇÃO RIO DO RASTO, PERMIANO, BACIA DO
PARANÁ, BRASIL: IMPLICAÇÕES EVOLUTIVAS E
PALEOECOLÓGICAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Rosemarie Rohn

Prof. Dr. Luiz Eduardo Anelli

Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

Conceito: Aprovado.

Rio Claro/SP, 10 de Outubro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões (IBB/UNESP), pela orientação, pela paciência, ensinamentos científicos, didáticos, burocráticos, entre tantos outros, e pelas inúmeras oportunidades de crescimento profissional e pessoal;

À Profa. Dra. Rosemarie Rohn (IGCE/UNESP), pela gentileza, pela colaboração desde o princípio deste trabalho, nas discussões, viagens de campo, coleta e empréstimo da coleção do IGCE/UNESP;

Ao Prof. Dr. Lucas Veríssimo Warren (IGCE/UNESP), por aceitar me orientar no início do Mestrado, pelos comentários e correções em diversos trabalhos;

À Dr. Suzana A. Matos, pela ajuda na realização de diversos trabalhos, pela solução de dúvidas, pelo aprendizado laboratorial, preparo de amostras, utilização do Corel, viagens de campo, discussões e pela amizade;

Ao João Guedes Bondioli e Victor Ribeiro da Silva, pelas conversas, pela solução de dúvidas, pela ajuda em diversas tarefas e pela amizade;

Ao Filipe Giovanini Varejão, pelas viagens de campo, pela participação em diversos trabalhos e pela amizade;

À Profa. Dra. Jacqueline Peixoto Neves (UFTPR), pelo aprendizado, pela ajuda no laboratório e nos trabalhos de campo;

À Profa. Dra. Juliana de Moraes Leme (IGc/USP) e Ivone Cardoso Gonzales (IGc/USP), pela gentileza, busca e preparação da coleção científica do IGc/USP.

Ao Departamento de Zoologia e ao Laboratório de Paleozoologia Evolutiva (IBB/UNESP), pelo uso de sua infraestrutura e coleções científicas;

Ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas (UNESP), pelo uso das instalações e salas de aula;

Ao Instituto de Geociências (USP), pela disponibilização da coleção científica;

Aos secretários e funcionários do IGCE/UNESP e IBB/UNESP, em especial Rosângela (IGCE/UNESP), Juliana, Rose, Silvio, Hamilton e Flávio (IBB/UNESP), pela paciência, educação e atenção de sempre;

Aos meus pais Iraê e Ivana, e à minha noiva Laura, pelos conselhos, paciência e por todo apoio prestado no decorrer deste trabalho.

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

“Não são as ervas más que afogam a boa semente, e sim a negligência do lavrador.”

Confúcio.

RESUMO

As faunas de bivalves endêmicos do Permiano do Grupo Passa Dois, mundialmente conhecidas, evoluíram a partir de ancestrais marinhos em um enorme mar epicontinental, isolado, acompanhando a progressiva continentalização/aridização da Bacia do Paraná, Brasil, no Paleozoico Superior. No entanto, até o momento, os bivalves que se desenvolveram nos ambientes marginais de águas doces da Bacia do Paraná foram pouco estudados. Neste contexto, na presente dissertação é apresentada uma detalhada análise sistemática dos bivalves dos membros Serrinha e Morro Pelado, da Formação Rio do Rasto, Grupo Passa Dois. As implicações evolutivas, paleoecológicas e paleogeográficas dos dados são discutidas. No total, foram examinados 204 espécimes, preservados, principalmente, como moldes compostos em argilitos avermelhados. Três assembleias de bivalves foram identificadas: a- *Terraia decarinata* e b-*Terraia* cf. *T. decarinata*, no intervalo de transição entre os membros Serrinha e Morro Pelado, e c- *Palaeomutela australis*, que é registrada na parte basal do Membro Morro Pelado. A primeira assembleia (= 137 exemplares) é composta por *Terraia decarinata* sp. nov. (67,88%), seguida de *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. (9,50%), *Palaeomutela australis* sp. nov. (4,38%) e *Palaeomutela platinensis* (Reed) (0,73%), além de conchas indeterminadas (17,52%). A segunda assembleia (= 32 exemplares) é dominada por *Terraia* cf. *T. decarinata* sp. nov. (56,25%), seguida de *Terraia decarinata* sp. nov. (9,37%), *Palaeomutela platinensis* (Reed) (6,25%), além de conchas mal preservadas, indeterminadas (28,13%). A terceira assembleia (= 35 espécimes) inclui *Palaeomutela australis* sp. nov. (51,43%), *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. (11,43%) e *Palaeomutela platinensis* (Reed) (2,86%), além de espécimes indeterminados (34,28%). Estas assembleias são quase que monoespecíficas e incluem bivalves de uma mesma guilda ecológica (*i.e.*, escavadores rasos, suspensívoros), sugerindo condições de alto estresse ambiental. Todas as assembleias contêm *Palaeomutela* Amalitzky, gênero cosmopolita, típico de ambientes de águas doces, do Paleozoico Superior. Notavelmente, ambos os gêneros *Relogiicola* gen. nov. (Pachydomidae Fischer) e *Terraia* Cox (Crassatellacea Ferussac) que ocorrem em associação com *Palaeomutela* Amalitzky têm afinidades com bivalves registrados nas unidades subjacentes à Formação Rio do Rasto, do Grupo Passa Dois. Isso mostra que alguns gêneros endêmicos que evoluíram *in situ* na Bacia do Paraná adaptaram à vida em condições límnicas. Nas três assembleias de bivalves, espécies características da porção basal e média do Membro Serrinha [*Leinzia similis* (Holdhaus), *Oliveiraia pristina* (Reed), *Cowperesia emerita* Mendes, *Terraia curvata* (Reed) e *T. altissima*

(Holdhaus)] não foram registradas, indicando importante mudança faunística nas malacofaunas. As assembleias bivalves estão seguramente posicionadas em estratos sedimentares situadas acima das últimas ocorrências de *Terraia altissima* (Holdhaus) e *Cowperesia emerita* Mendes, na Formação Rio do Rasto. Na Formação Gai-As, Bacia de Huab, Namíbia, estas espécies ocorrem no limite Wordiano-Capitaniano, Guadalupiano. Portanto, as assembleias contendo *Palaeomutela* Amalitzky devem ser mais jovens que as que registram *Terraia altissima* (Holdhaus), e *Cowperesia emerita* Mendes, sendo, provavelmente, capitanianas. Conchas de *Palaeomutela* Amalitzky são também encontradas na porção inferior do Grupo Beaufort, das bacias sedimentares africanas (África do Sul, Tanzânia, Zimbábue e Zâmbia). Estes registros podem corresponder à máxima expansão paleobiogeográfica de *Palaeomutela* Amalitzky no Gondwana ocidental, durante o Permiano Superior.

Palavras-chave: Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, *Palaeomutela*, Gondwana.

ABSTRACT

The worldwide known, endemic bivalve faunas of the Permian Passa Dois Group evolved from marine ancestors in a huge, isolated epeiric sea, accompanying the progressive aridization/continentalization of the Paraná Basin, Brazil. However, until now the bivalves that developed during times of marked freshening events were poorly studied. In this context, an exhaustive systematic survey of the bivalves from the uppermost part of the Serrinha and the Morro Pelado Members, Rio do Rasto Formation, Passa Dois Group, is presented. The evolutionary, paleoecologic, and paleogeographic implications of the data are also discussed. In total, 204 specimens were examined, which were mainly preserved as composite molds in mudstones. Three bivalve assemblages were recorded, namely: a- *Terraia decarinata* and b- *Terraia* cf. *T. decarinata* assemblages, both in the transitional interval between the Serrinha and Morro Pelado Members, and c- *Palaeomutela australis* assemblage that is recorded in a massive reddish sandy mudstones in the basal part of the Morro Pelado Member. The first assemblage (= 137 specimens) is composed by *Terraia decarinata* sp. nov. (67.88%), followed by *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. (9.50%), *Palaeomutela australis* sp. nov. (4.38%), and *Palaeomutela platinensis* (Reed) (0.73%), plus 17.52% of undetermined shells. The second assemblage (= 32 specimens) is dominated by *Terraia* cf. *T. decarinata* sp. nov. (56.25%), followed by *Terraia decarinata* sp. nov. (9.37%), *Palaeomutela platinensis* (Reed) (6.25%), and 28.13% of poorly preserved, undetermined shells. The third assemblage (= 35 specimens) includes *Palaeomutela australis* sp. nov. (51.43%), *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. (11.43%), and *Palaeomutela platinensis* (Reed) (2.86%), plus 34.28% of undetermined specimens. These assemblages are almost monospecific, and represented by bivalves of the same ecological guild (*i.e.*, shallow burrowers, suspension feeders), suggesting high environmental stress. All studied assemblages yielded *Palaeomutela* Amalitzky, a typical Late Paleozoic, cosmopolitan, freshwater bivalve. Notably, both *Relogiicola* gen. nov. (Pachydomidae Fischer) and *Terraia* Cox (Crassatellacea Ferussác) that also occur in association with *Palaeomutela* Amalitzky have affinities with bivalves recorded in the underlying units of the Passa Dois Group. This shows that some endemic genera that evolved *in situ* in the Paraná Basin have adapted to live under limnic conditions. In the three bivalve assemblages, typical species found in the basal and mid portion of the Serrinha Member [*Leinzia similis* (Holdhaus), *Oliveiraia pristina* (Reed), *Cowperesia emerita* Mendes, *Terraia curvata* (Reed) and *T. altissima* (Holdhaus)] were not recorded, indicating a major faunal

turnover in the molluscan assemblages. The bivalve assemblages are securely recorded in sedimentary strata above the last occurrences of *Terraia altissima* (Holdhaus), and *Cowperesia emerita* Mendes in the Rio do Rasto Formation. In the Gai-As Formation, Huab Basin, Namibia, these species occur in the Wordian-Capitanian limit, Guadalupian. Therefore, the assemblages containing *Palaeomutela* Amalitzky should be younger than those recording *Terraia altissima* (Holdhaus), and *Cowperesia emerita* Mendes in the Rio do Rasto Formation, and are probably Capitanian in age. Shells of *Palaeomutela* Amalitzky are also found in the lower Beaufort Group of African sedimentary basins (South Africa, Tanzania, Zimbabwe, and Zambia). These records may correspond to the maximum paleobiogeographic expansion of *Palaeomutela* Amalitzky within the western Gondwana, during the Late Permian.

Keywords: Permian, Rio do Rasto Formation, Paraná Basin, *Palaeomutela*, Gondwana.

LISTA DE FIGURAS

Págs.

- Figure 01-** Distribuição vertical das assembleias de bivalves do Grupo Passa Dois, Permiano. Essa pesquisa trata dos bivalves da transição entre os membros Serrinha e Morro Pelado, e da porção basal deste último. São revisados também algumas formas da assembleia de *Leinzia similis* (i.e., *Leinzia* Mendes, *Oliveiraia* Mendes). Modificado de Matos et al., (2017). Arcabouço bioestratigráfico de Rohn (1994). **18**
- Figure 02-** Localização das ocorrências de bivalves não marinhos permianos do Gondwana. Explicação: 1. Membro Morro Pelado, Formação Rio do Rasto, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná (REED, 1935; MENDES, 1954); 2. Formação Brenton Loch, Grupo Lafonia (STONE, 2012; SIMÕES et al., 2012); 3. Formação Mount Glossopteris, Ohio Range (BRADSHAW, 1984); 4. Formação Koonap, Grupo Beaufort, Bacia do Karoo (SHARPE, 1852; JONES, 1890a; AMALITZKY, 1895); 5. Middle Madumabisa Mudstone, Bacia Mid-Zambezi Bond, (BOND, 1946); 6. Lower Madumabisa Mudstone, Bacia Luangwa (BOND, 1954); 7. Formação Ruhuhu, Grupo Songea, Bacia Ruhuhu (JONES, 1890b; COX, 1932); 8. Formação Taru, Bacia Duruma (WIER, 1938); 9. Camadas Calcárias, Bacia Morondava (COX, 1936); 10. Formação Raniganj, Grupo Damuda, Bacia Raniganj (SILANTIEV, et al., 2015). Dados segundo Silantiev (2013). Base cartográfica, de acordo com Scotese (2002). **22**
- Figure 03-** Seção colunar mostrando a transição entre os membros Serrinha e Morro Pelado, Formação Rio do Rasto, na Serra do Espigão, Estado de Santa Catarina (Modificado de ALESSANDRETTI et al., 2016). **35**
- Figure 04-** Seções colunares dos afloramentos portadores dos fósseis da passagem entre os membros Serrinha e Morro Pelado, destacando o intervalo com as assembleias de bivalves estudadas. Adaptado de Rohn (1994). Vide pagina 23 para a legenda. **37**
- Figure 05-** Mapa geológico das áreas de ocorrência dos fósseis, nos municípios de Cândido de Abreu, Prudentópolis e Paulo Frontin, Estado do Paraná, indicando a localização dos afloramentos 1, 2 e 3 (vide Tabela 02 para as coordenadas). **39**
- Figure 06-** Pelitosossilíferos da Formação Rio do Rasto, afloramento 1, Tijuco Preto, BR-277, km 290, porção basal do Membro Morro Pelado. A-B. Argilito arenoso, maciço, avermelhado, de onde provém a maioria das conchas de bivalves aqui descritos. Em trabalho de campo realizado em Abril de 2018, constatou-se que este afloramento está destruído (vide Fig. 07, a seguir). Escala= 8 cm. **40**
- Figure 07-** Aspecto geral do afloramento 1, na localidade de Tijuco Preto, BR-277, km 290, porção basal do Membro Morro Pelado, em Abril de 2018. Os lamitosossilíferos afloravam junto a estrada (seta) que foi retificada. **40**
- Figure 08-** Afloramento 4, BR-373, Km 277, Membro Serrinha, Formação Rio do Rasto, Grupo Passa Dois, Estado do Paraná. Porção basal do afloramento exibindo siltito cinza-esverdeado típico do Membro Serrinha. Porção superior constituída de arenito fino, alaranjado. Escala= 2m. **41**
- Figura 09-** Afloramento 4, BR-373, Km 277, Membro Serrinha, Formação Rio do Rasto, Grupo Passa Dois, Estado do Paraná. Fragmentos de conchas de bivalves dispostos caoticamente (seta) em matriz de arenito fino, acinzentado. Escala= 5cm. **41**

- Figura 10-** Espécime de bivalve da Formação Rio do Rasto, *Terraia decarinata* sp. nov., molde interno, proveniente do afloramento 1 (vide Tabela 02). Note as fraturas radiais. Escala= 1 mm. **43**
- Figura 11-** Espécime de bivalve da Formação Rio do Rasto, *Terraia decarinata* sp. nov., molde interno, proveniente do afloramento 1 (vide Tabela 02). Note o achatamento lateral da concha por compressão. Escala= 1 mm. **44**
- Figura 12-** Esquema demonstrando a estrutura da charneira e formas dos dentes nos representantes do gênero *Palaeomutela* Amalitzky, segundo Silantiev (2014). Elementos da charneira: (ha) porção anterior; (hu) área umbonal; (hp) porção posterior; (hp/pr) parte proximal da porção posterior; (hp/d) parte distal da porção posterior. Elementos da valva: (dm) margem dorsal; (lg) sulco ligamentar; (u) umbo. Formas e arranjos dos dentes: (1) nodulares irregular uniserial; (2) lamelar reto; (3) nodulares irregular biserial; (4) em forma de Y; (5) lamelar curvado; (6) em forma de Y, refletido espelhadamente, no plano vertical; (7) em forma de λ; (8) em forma de X; (9) em forma de Y, refletido espelhadamente, no plano vertical com um ramo adicional; (10) em forma de Y, refletido espelhadamente, no plano vertical com fragmentação do ramo; (11) formato bumerangue; (12) biserial horizontal; (13) uniserial horizontal. Modificado de Silantiev (2014). **45**
- Figura 13-** *Terraia decarinata*, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. Fórmula dentária empregada para descrição dos dentes na charneira de bivalves Crassatellacea Ferussac (= Ordem Carditida Dall), segundo Boyd e Newell (1968) e Runnegar e Newell (1971). Explicação: I: dente; O: fosseta. **46**
- Figura 14-** *Palaeomutela platinensis* (Reed), moldes internos, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Vista dorsal, valva esquerda, DZP-20179, mostrando a placa da charneira. B- Mesmo espécime em A, vista lateral, note e a dentição pseudotaxodonte (seta). C- Concha articulada, URC MB. 414-9 (paratipo), observe as cicatrizes dos músculos adutor e protractor anteriores (seta). D- Mesmo espécime em C, com detalhes da placa da charneira. E- Vista dorsal, valva esquerda, URC MB. 334-2, note a dentição pseudotaxodonte. G- Mesmo espécime em E, vista lateral. H- Vista dorsal, valva direita, URC MB. 334-1 (neotipo), repare as cicatrizes dos músculos adutor anterior (seta) e protractor anterior (seta) bem desenvolvidos. F- Mesmo espécime em H, vista lateral, note a extensão da placa da charneira (seta). Escala= 5mm. **50**
- Figura 15-** *Palaeomutela platinensis* (Reed), Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Valva esquerda, charneira com dentes nodulares, irregulares, unisseriais e bisseriais, lamelares retos e, em forma de “bumerangue”. B- Valva direita, demonstrando cicatrizes dos músculos adutor e protractor anteriores. C- Valva esquerda, charneira com dentes nodulares, irregulares, unisseriais e bisseriais, e dentes em forma de “bumerangue”. Note as cicatrizes dos músculos adutor e protractor anteriores. D- Valva esquerda, fragmentada, mostrando parte da charneira, com dentes nodulares, irregulares, unisseriais e lamelares curvos. Escala= 5mm. **51**
- Figura 16-** Diferenças morfológicas entre as charneiras de *Palaeomutela* Amalitzky, Permiano, bacias de Pechora, Dvina-Mezen, Volga-Ural e Norte do Cáspio, Rússia. As conchas estão silicificadas. Modificado de Silantiev (2014), originalmente sem escala. **51**
- Figura 17-** *Palaeomutela australis* sp. nov., moldes internos, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A-B, Molde interno da valva esquerda, DZP-20180 (holótipo), mostrando a área da charneira. C-D, Molde interno, valva direita, DZP-20178, com charneira mal preservada. Note a extensão da linha de comissura na margem dorsal. E- Molde interno de valvas conjugadas, DZP-20177. F- Molde interno, valva esquerda, URC MB. 415-1, com a área da charneira mal preservada. Escala= 5mm. **54**

Figura 18- *Palaeomutela australis* sp. nov., Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Valva esquerda, fragmentada, charneira com dentes nodulares, irregulares, unisseriais e em forma de “bumerangue”; dentes lamelares retos, nodulares, irregulares, unisseriais e bisseriais na margem posterior. Observe a dentição pseudotaxodonte bem marcada. B- Valva direita, com cicatriz do musculo adutor anterior reniforme. C- Valva esquerda, charneira com dentes nodulares, irregulares, unisseriais, lamelares retos e em forma de “bumerangue”. Escala= 5mm. **55**

Figura 19- *Terraia decarinata* sp. nov., Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil, note a carena umbonal pouco marcada em todos os espécimes. A-C, Molde interno, valvas articuladas fechadas, note o dente cardinal triangular (seta), bem desenvolvido, ladeado por duas fossetas (setas), DZP-20127 (holótipo), GP/1T-1332a (parátipo), DZP-20164A, respectivamente. D- Molde externo, valva esquerda, GP/1T-1332c, mostrando ornamentação com linhas de crescimento irregularmente espaçadas. E- Molde composto, valva esquerda, URC MB. 334-21. F- Molde composto, valva direita, URC MB. 334-22, exibindo a cicatriz do musculo adutor anterior, arredondada e as cicatrizes dos músculos retrator e protrator anteriores (setas). Escala= 5mm. **59**

Figura 20- *Terraia decarinata* sp. nov., Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Valva conjugada, molde composto, charneira com dente cardinal triangular e dentes laterais bem desenvolvidos. B- Valva conjugada, molde composto, note a sobreposição (= *valve overlap*) da valva direita em relação ao umbo da valva esquerda. C- Valva conjugada, molde composto, charneira com dente cardinal triangular bem desenvolvido (seta), dentes laterais não preservados. D- Valva esquerda, molde externo, fragmentado, repare as linhas de crescimento irregularmente espaçadas. E- Valva esquerda, molde composto, charneira com dente cardinal triangular bem desenvolvido (seta), note a cicatriz do musculo protrator pedial anterior (seta). F- Valva direita, molde composto, observe as cicatrizes musculares (adutor, protrator e retrator anteriores) (setas). Escala= 5mm. **60**

Figura 21- *Terraia* cf. *T. decarinata* sp. nov., Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil, exibindo conchas muito mal preservadas, especialmente em decorrência da compactação (fraturas por compressão). A- Molde composto, valva esquerda, URC.MB 334-10; B- Molde interno, valva direita. C- Molde externo, valva direita, mostrando ornamentação. D- Molde composto, valva esquerda, URC.MB 334-13. E- Molde composto, valva esquerda, URC.MB 334-14. F- Molde composto, valva esquerda, URC.MB 334-15. Escala= 5mm. **61**

Figura 22- *Leinzia similis* (Holdhaus), Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Molde composto da valva esquerda, DGP/7-88, destacando a fosseta triangular. B- Molde composto, valva direita, DZP-20417, com dente triangular bem desenvolvido. C- Molde composto, valva direita, DZP-20416 A, com escudo bem desenvolvido (setas). D- Molde composto da valva direita, DGP/7-88, note a deformação do prolongamento da margem anterior da concha (seta). E- Molde composto, valvas conjugadas, DGP/7-86, exemplar levemente deformado. F- Molde composto, valvas conjugadas, DGP/7-88, note a margem posterior reta da concha em relação a margem posterior encurvada do exemplar exibido em E. Escala= 5mm. **68**

Figura 23- *Leinzia similis* (Holdhaus), Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Valva esquerda, charneira com fosseta triangular bem desenvolvida, observe as cicatrizes musculares. B- Valva direita, charneira com dente triangular bem marcada, sem dentes laterais. C- Valva esquerda, mostrando o prolongamento da margem anterior da concha. Escala= 5mm. **69**

Figura 24- *Leinzia similis* (Holdhaus), Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Molde composto da valva esquerda, DGP/7-88, com fosseta triangular bem desenvolvida. B- Molde de látex do exemplar em A, observe a ausência de dentes laterais na charneira e fosseta triangular bem desenvolvida abaixo do umbo. C- Molde composto da valva direita, DZP-20417, com dente triangular bem desenvolvido. D- Molde de látex do exemplar em C, repare a ausência de dentes laterais na charneira. E- Mesmo exemplar em A, destacando as cicatrizes dos músculos adutor, protrator e retrator pedial anteriores (setas). F- Mesmo exemplar em E, mostrando detalhes das cicatrizes musculares. G- Molde externo da valva esquerda, DGP/7-85, com prolongamento anterior bem preservado. H- Mesmo exemplar em G, note as estrias concêntricas no prolongamento anterior. Escala= 5mm. **70**

Figura 25- Charneira de *Cowperesia anceps* (Reed) (Pachydomidae) para comparação com a de *Leinzia similis* (Holdhaus), Permiano, Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Brasil. A- Valva esquerda silicificada, DZP-1969D, morfologia geral da concha de *Cowperesia anceps* (Reed), Formação Teresina, destacando as cicatrizes dos músculos adutor, protrator e retrator pedial anteriores e posteriores e a linha palial com sinus bem definido. B- Mesmo exemplar em A, mostrando detalhes da charneira com fosseta triangular bem desenvolvida abaixo do umbo e ausência de dentes laterais verdadeiros. Compare estas imagens com os espécimes de *Leinzia similis* Mendes na Figura 20A-D. Escala= 5mm. 71

Figura 26- *Holdhausiella elongata* (Holdhaus) e *Anhembia froesi* (Mendes), Permiano, formações Serra Alta e Teresina, Bacia do Paraná, Brasil. A, B- *Holdhausiella elongata* (Holdhaus), DZP-20441, concha silicificada, valva esquerda, observe a margem anterior pontiaguda, à semelhança da presente em *Leinzia similis* Mendes. C, D- *Anhembia froesi* (Mendes), DGP/7-91, molde composto, valva esquerda, destacando a margem anterior da concha com *rostrum* bem desenvolvido. Note a diferença com relação à *Leinzia similis* (Holdhaus) na Figura 20G-H, a despeito da semelhança na inserção do músculo adutor anterior. Explicação: aa= músculo adutor anterior. Escala= 5mm. 71

Figura 27- *Relogiincola delicata* gen et sp. nov., Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil, ressaltando a charneira (setas) com um dente triangular bem desenvolvido e a fosseta correspondente (setas); margem dorsal com uma expansão alar bem marcada da concha (setas). A- Molde composto, valva esquerda, GP/1T-1352A (holótipo). B- Molde composto, valva esquerda, parátipo, DZP-20232, note a ornamentação. C- Esquema do holótipo em A. D- Molde composto, valva esquerda, DZP-20183A. E- Molde composto, valva direita, parátipo, GP/1T-1332a. F. Contraparte do mesmo espécime em E, note a expansão da margem dorsal da concha (seta). Escala= 5mm. 75

Figura 28- *Oliveiraia pristina* (Reed), Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- Molde interno, valva direita, DZP-20360, note a cicatriz do protrator pedial anterior e linha palial (setas). B- Molde interno, valva direita, DZP-20361, observe a cicatriz do músculo adutor anterior (seta) bem preservada. C, D- Fragmento de concha silicificada, valva direita, DZP-20360, repare o dente triangular bem desenvolvido, destacado na imagem em D. E, F- Molde interno, valva direita, DZP-20359, note a charneira com dente triangular bem desenvolvido (seta) e cicatriz do músculo adutor posterior (seta) preservada, destacada em F. G, H- Molde interno, valva esquerda, DZP-20362, note o sinus palial (seta) bem preservado. Explicação: nl: ninfa ligamentar; u: umbo. Escala= 5mm. 79

Figura 29- *Oliveiraia pristina* (Reed), Permiano, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. A- valva direita, molde interno, charneira com dente cardinal triangular bem desenvolvido. B- Molde interno, valva direita, observe a cicatriz do músculo adutor anterior subquadrada e a cicatriz do músculo protrator pedial anterior unida à margem dorsal do músculo adutor. C- Molde interno, valva direita, com linha palial larga, distante da margem ventral. D- Molde interno, valva esquerda, note o sinus palial pequeno, bem desenvolvido. Escala= 5mm. 80

Figura 30- Principais espécies de bivalves e guildas ecológicas correspondentes, Formação Rio do Rasto, Grupo Passa Dois. Note o pronunciado decréscimo nas guildas ecológicas, a ausência de bivalves de epifauna e as mudanças na composição faunística. Observe os intervalos de desaparecimento de gêneros característicos das malacofaunas. Explicação: A. (= *Astartellopsis* Beurlen); B. (= *Beurlenella* Anelli et al.); C. (= *Cowperesia* Mendes); L. (= *Leinzia* Mendes); O. (= *Oliveiraia* Mendes); P. (= *Palaeomutela* Amalitzky); R. (= *Relogiincola* gen nov.); T. (= *Terraia* Cox); Lito. (= Litoestratigrafia). Adaptado de Simões et al. (2015). 89

LISTA DE TABELAS

	Págs.
Tabela 01- Representantes das espécies dos grupos morfológicos reconhecidos por Amalitzky (1895), com base no material fóssil das coleções do Museu Britânico de História Natural (coleção David Fraser) e do Museu da Sociedade Londrina de Geologia (coleção Bain e Rubidge). Os grupos são meramente informais e, portanto, não necessariamente monofiléticos.	25
Tabela 02- Localidade dos afloramentos estudados da Formação Rio do Rasto, Estado do Paraná, Brasil. <i>Datum</i> : Córrego Alegre.	36
Tabela 03- Medidas (mm) para valvas de <i>Palaeomutela platinensis</i> (Reed). Explicação: Compr.: comprimento; Ind.: índice.	49
Tabela 04- Medidas (mm) para valvas de <i>Palaeomutela australis</i> sp. nov. Explicação: Compr.: comprimento; Ind.: índice.	53
Tabela 05- Medidas (mm) para valvas de <i>Terraia decarinata</i> sp. nov. Explicação: Compr.: comprimento; Ind.: índice.	58
Tabela 06- Medidas (mm) para valvas de <i>Leinzia similis</i> Mendes. Explicação: Compr.: comprimento; Ind.: índice.	68
Tabela 07- Medidas (mm) para valvas de <i>Relogiicola delicata</i> gen et sp. nov. Explicação: Compr.: comprimento; Ind.: índice.	74
Tabela 08- Medidas (mm) para valvas de <i>Oliveiraia pristina</i> Mendes. Explicação: Compr.: comprimento; Ind.: índice.	78
Tabela 09- Composição taxonômica da assembleia de bivalves <i>Terraia decarinata</i> , localidade de Tijucu Preto, Estado do Paraná, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil.	84
Tabela 10- Características tafonômicas das conchas dos bivalves da assembleia <i>Terraia decarinata</i> , localidade Tijucu Preto, Estado do Paraná, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. Explicação: Co., concordante; Per., perpendicular; C-up, Convexidade para cima; C-do., Convexidade para baixo; Art., Articulado; Spl., Aberto; Cl., Fechado; Des., Desarticulado; R., valva direita; L., valva esquerda.	84
Tabela 11- Composição taxonômica da assembleia de bivalve <i>Terraia T. cf. decarinata</i> , estrada PR-239, km 9.7, Estado do Paraná, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil.	85
Tabela 12- Características tafonômicas de conchas de bivalves da assembleia <i>Terraia cf. T. decarinata</i> , PR-239, km 9.7, localidades de Candido de Abreu-Manuel Ribas, Estado do Paraná, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. Explicação: Co., concordante; Per., perpendicular; C-up, Convexidade para cima; C-do., Convexidade para baixo; Art., Articulado; Spl., Aberto; Cl., Fechado; Des., Desarticulado; R., valva direita; L., valva esquerda.	86
Tabela 13- Composição taxonômica da assembleia de bivalves <i>Palaeomutela australis</i> , estrada PR-153, km 4.4, Estado do Paraná, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil.	86

Tabela 14- Características tafonômicas das conchas de bivalves da assembleia *Palaeomutela australis*, PR-153, km 4.4, localidades de Rondinha-Paulo Frontin, Estado do Paraná, Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Brasil. Explicação: Co., concordante; Per., perpendicular; C-up, Convexidade para cima; C-do., Convexidade para baixo; Art., Articulado; Spl., Aberto; Cl., Fechado; Des., Desarticulado; R., valva direita; L., valva esquerda. **87**

SUMÁRIO

	Págs.
1. INTRODUÇÃO	17
1.1. DELIMITANDO O PROBLEMA E OBJETIVOS	19
1.2. ESCOPO DA PESQUISA PROPOSTA	20
2. BIVALVES NÃO MARINHOS DO GONDWANA...	21
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA UNIDADE...	32
4. MATERIAL & MÉTODOS	36
4.1. PROCEDÊNCIA DO MATERIAL FÓSSIL	36
4.2. REPOSITÓRIO	42
4.3. ESTADO DE PRESERVAÇÃO E LIMITAÇÕES DO MATERIAL EM ESTUDO	42
4.4. PREPARAÇÃO E MOLDAGEM DOS ESPÉCIMES	43
4.5. FOTODOCUMENTAÇÃO	44
4.6. CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA E PALEOECOLÓGICA	45
4.7. TERMINOLOGIA TAFONÔMICA	46
5. RESULTADO	47
5.1. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA	47
6. DISCUSSÃO	81
6.1. ASSEMBLEIAS DE BIVALVES...	81
6.2. PALEOECOLOGIA E MUDANÇAS FAUNÍSTICAS	87
6.3. IDADE, BIOCORRELAÇÃO E O GRANDE EVENTO...	91
7. CONCLUSÕES	92
8. REFERÊNCIAS	95

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das faunas de bivalves que floresceram nos ambientes continentais ou parálicos de águas doces ou salobras do Gondwana sul-americano, especialmente do Guadalupiano da Bacia do Paraná, referente à parte superior do Grupo Passa Dois, Brasil, é ainda precário. Esta situação é diversa daquela observada na África do Sul (SHARPE, 1852; JONES, 1890a; AMALITZKY, 1895; BOND, 1954), África Central (JONES, 1890b; HIND, 1903; COX, 1932; 1936; WIER, 1938), Antártica (BRADSHAW, 1984) e Ilhas Falklands/Malvinas (SIMÕES et al., 2012), cujas faunas são relativamente bem conhecidas do ponto de vista taxonômico. A atualização da compilação de dados sobre os bivalves do Grupo Passa Dois (*i.e.*, formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto) em Simões e Fittipaldi (1987) indica que pelo menos 60 estudos (*i.e.*, teses/dissertações, artigos, capítulos de livros) foram apresentados e/ou publicados. Notavelmente, destes apenas cinco (8,3%) tratam mais especificamente dos bivalves do Membro Morro Pelado, da Formação Rio do Rasto (REED, 1935; BEURLEN, 1954; MENDES, 1954; ROHN, 1988, 1994). Em outras palavras, os bivalves deste intervalo não receberam a devida atenção, dada sua importância paleoambiental e para biocorrelações interbaciais. De fato, embora conhecidos desde Reed (1935), bivalves tipicamente límnicos do Grupo Passa Dois foram formalmente estudados do ponto de vista da sistemática paleontológica, pela última vez, em Mendes (1954), isso é, mais de sessenta anos atrás. O mesmo não ocorre com os bivalves do Membro Serrinha, descritos e/ou revisados em Runnegar e Newell (1971), David (2010), David et al. (2011) e Simões et al. (2015, 2017). Portanto, historicamente existe uma lacuna nos estudos taxonômicos, tafonômicos e paleoecológicos dos bivalves do Grupo Passa Dois (Fig. 1), os quais estiveram voltados às formas ocorrentes nas unidades subjacentes à Formação Rio do Rasto (*i.e.*, formações Teresina e Corumbataí). Isso provavelmente é reflexo da abundância e do estado de preservação das conchas, as quais ocorrem normalmente silicificadas em arenitos bioclásticos ou coquinas na Formação Teresina (vide MENDES, 1952; RUNNEGAR e NEWELL, 1971; SIMÕES et al., 1996; SIMÕES e KOWALEWSKI, 1998; NEVES et al., 2010, 2011) ou em concreções carbonáticas na Formação Serra Alta, subjacente (MARANHÃO e PETRI, 1996; SIMÕES et al., 2000; BONDIOLI et al., 2015; WARREN et al., 2015; MATOS et al., 2017a).




CRONO	LITOESTRATIGRAFIA		ASSEMBLEIAS DE BIVALVES	SISTEMA DEPOSICIONAL	CONDIÇÕES AMBIENTAIS			
	GRUPO	FORMAÇÃO				MEMBRO		
PERMIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO	MORRO PELADO	<i>Palaeomutela australis</i> <i>Terraia decarinata</i> <i>Leinzia similis</i> <i>Terraia curvata</i>	SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico		
			SERRINHA			marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico		
			TERESINA			<i>Pinzonella neotropica</i>	MAR INTERIOR CONFINADO	litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico
						<i>Pinzonella illusa</i>		
						<i>A. froesi</i>		costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico
			SERRA ALTA					
	IRATI	ASSISTÊNCIA				costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico		
		TAQUARAL		<i>Assembleia Taquaral</i>				
	CISURALIANO	PASSA DOIS	SERRINHA		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico		
GUADALUPIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
LOPINGIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
WUCHIAPINGIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
CAPITANIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
WORDIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
ROADIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
KUNGURIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			
ARTINSKIANO	PASSA DOIS	RIO DO RASTO		SISTEMA FLUVIAL, DELTAICO E EÓLICO 	água doce, oxigenado, siliciclastico marginal, água doce, oxigenado, maiormente siliciclastico litorâneo, salinidade variável, oxigenado, siliciclastico/ carbonatico costa afora, disóxico/anóxico, siliciclastico costa afora, anóxico/disóxico, carbonatico/ siliciclastico			

Figura 01. Distribuição vertical das assembleias de bivalves do Grupo Passa Dois, Permiano. Essa pesquisa trata dos bivalves da transição entre os membros Serrinha e Morro Pelado, e da porção basal deste último. São revisados também algumas formas da assembleia de *Leinzia similis* (i.e., *Leinzia* Mendes, *Oliveiraia* Mendes). Modificado de Matos et al. (2017b). Arcabouço bioestratigráfico de Rohn (1994) e Ferreira-Oliveira e Rohn (2010).

A despeito dos esforços de Rohn (1988, 1994) em determinar com melhor precisão o posicionamento estratigráfico e a distribuição faciológica das assembleias fósseis contendo bivalves do Membro Morro Pelado, avanços no conhecimento taxonômico não ocorrem desde Mendes (1954). Conseqüentemente, pouco é sabido sobre a composição taxonômica, afinidades e significado paleoambiental e paleogeográfico das assembleias de bivalves límnicos encontradas na Formação Rio do Rasto. As recentes descobertas e descrições de bivalves nas unidades mais basais do Grupo Passa Dois, incluindo as formações Irati e Serra Alta (BONDIOLI et al., 2015; WARREN et al., 2015, MATOS et al., 2017a, b) contribuíram para ampliar ainda mais esse viés analítico. Mas, qual a importância e implicações geológicas e paleontológicas das assembleias da Formação Rio do Rasto, do ponto de vista da sistemática da malacofauna do Grupo Passa Dois?

7. CONCLUSÕES

a- Na presente dissertação foram descritas as assembleias de bivalves ocorrentes na passagem entre os membros Serrinha e Morro Pelado da Formação Rio do Rasto. Três novas espécies foram identificadas e descritas. São os seguintes os bivalves ocorrentes nas três assembleias: (1) assembleia *Terraia decarinata*: *Terraia decarinata* sp. nov., *Relogiicola delicata* gen et sp. nov., *Palaeomutela platinensis* (Reed) e *Palaeomutela australis* sp. nov.; (2) assembleia *Terraia* cf. *T. decarinata*: *Terraia* cf. *T. decarinata*, *Terraia decarinata* sp. nov. e *Palaeomutela*

platinensis (Reed); e (3) assembleia *Palaeomutela australis*: *Palaeomutela australis* sp nov., *Palaeomutela platinensis* (Reed), *Relogiicola delicata* gen et sp. nov.;

b- As assembleias acima registram, portanto, a presença indubitável de bivalves pertencentes a grupos caracteristicamente límnicos na malacofauna endêmica do Grupo Passa Dois, com destaque para os Palaeomutelidae Lahusen [*Palaeomutela platinensis* (Reed) e *Palaeomutela australis* sp nov.];

c- Nas três assembleias, bivalves pertencentes à famílias com longa história geológica no Grupo Passa Dois, tais como: *Terraia decarinata* sp. nov. (Terraiainae Scarlato e Starobogatov) e *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. (Pachydomidae Fischer) ocorrem em associação direta com os Palaeomutelidae Lahusen. Conforme longamente sabido, essas famílias são marinhas, sendo que a associação de *Terraia decarinata* sp. nov. e *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. com bivalves tipicamente límnicos, bem como a presença de conchostráceos e gastrópodes (*Dendropupa* sp.) em algumas assembleias indica a adaptação desses bivalves aos ambientes marginais da Bacia do Paraná fortemente influenciados pelo aporte de águas doces;

d- Entretanto, no momento, não existem evidências paleontológicas e estratigráficas demonstrando a presença das espécies de bivalves aqui descritas em fácies sedimentares francamente fluviais (*i.e.*, canais distributários, barras de pontal) do Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto;

e- As três assembleias contêm mistura de gêneros endêmicos (*Terraia* Cox e *Relogiicola* gen nov.) em associação com formas cosmopolitas. Conforme detalhadamente discutido, *Terraia decarinata* sp. nov. e *Relogiicola delicata* gen et sp. nov. derivam claramente dos *stocks* presentes em assembleias subjacentes às aqui descritas, presentes na base do Membro Serrinha, bem como na Formação Teresina do Grupo Passa Dois;

f- No material estudado não há a presença de espécies características das assembleias mais basais do Membro Serrinha, incluindo *Leinzia similis* (Holdhaus), *Oliveiraia pristina* (Reed), *Terraia altissima* (Holdhaus), *T. curvata* (Reed), *Cowperesia emerita* (Reed) e *Beurlenella elongatella* Anelli et al. Esses dados apontam para uma mudança faunística marcante entre as assembleias de *Leinzia similis* e *Terraia decarinata*. Ao que tudo indica, essa mudança

faunística está grandemente relacionada à dulcificação (continentalização) da Bacia do Paraná neste intervalo;

g- As três assembleias identificadas são dominadas por apenas uma única espécie (>50%), isso é: *Terraia decarinata* sp. nov., *Terraia* cf. *T. decarinata* sp. nov. e *Palaeomutela australis* sp. nov., com ocorrência subsidiária de outros bivalves. Todas as espécies são suspesívoras e escavadoras rasas mostrando o amplo predomínio de apenas uma guilda ecológica. Isso sugere malacofaunas empobrecidas em termos de diversidade taxonômica e ecológica. Este fato deve estar ligado às condições de alto estresse ambiental (*i.e.*, variação na salinidade das águas, baixa produtividade primária) que devem ter existido nos ambientes aquáticos da Bacia do Paraná, nesta fase de deposição da Formação Rio do Rasto;

h- A presença de *Palaeomutela* Amalitzky sugere correlação das assembleias estudadas com àquelas da Formação Koonap, base do Grupo Beaufort, Bacia do Karoo, África do Sul. As vias que possibilitaram as trocas faunísticas entre essas bacias sedimentares e a chegada de *Palaeomutela* Amalitzky na Bacia do Paraná constituem ainda problema não solucionado. A presença de conchas de *Palaeomutela* Amalitzky em sedimentos atribuíveis a Formação Gai-As, Grupo Beaufort, Namíbia carece ainda de melhor confirmação. De todo modo, a ampla presença de *Palaeomutela* Amalitzky aponta para a dulcificação dessas bacias gondwânicas no final do Permiano. Não necessariamente, estes eventos foram estritamente isócronos em todas as bacias. É fato que faltam evidências para traçar as rotas de migração de *Palaeomutela* Amalitzky entre as do leste europeu, do continente africano e América do Sul;

i- Em adição ao estudo das assembleias de bivalves do Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto, foram revisadas ainda duas espécies de bivalves do Membro Serrinha. O gênero *Leinzia* Mendes foi redescrito e emendado, o mesmo ocorrendo com o gênero *Oliveiraia* Mendes. Pela primeira vez foram descritos caracteres da charneira e da musculatura das conchas desses dois gêneros. Os dados mostram que, estes táxons anteriormente considerados como pertencentes à famílias incertas, pertencem aos Pachydomidae Fischer. Este dado é relevante, pois demonstra a presença desse grupo caraterístico do Permiano do Gondwana nas assembleias do Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto e sua vinculação com àquelas ocorrentes nas unidades subjacentes, formações Serra Alta e Teresina.

8. REFERÊNCIAS

- ABERHAN, M.; KIESSLING, W. Persistent ecological shifts in marine molluscan assemblages across the end-Cretaceous mass extinction. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Early Edition, p. 1–6, 2015. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1422248112>.
- ALESSANDRETTI, L.; WARREN, L. V.; MACHADO, R.; NOVELLO, V. F.; SAYEG, I. J. Septarian carbonate concretions in the Permian Rio do Rasto Formation: birth, growth and implications for the early diagenetic history of southwestern Gondwana succession. *Sedimentary Geology*, v. 326, p. 1-15, 2015.
- ALESSANDRETTI, L.; MACHADO, R.; WARREN, L. V.; ASSINE, M. L.; LANA, C. From source-to-sink: The Late Permian SW Gondwana paleogeography and sedimentary dispersion unraveled by a multiproxy analysis. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 70, p. 368-382, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2016.06.007>.
- ALMEIDA, F. F. M. *Acantholeaia*, um novo gênero de Leaiadidae. *Notas Preliminares Est.*, DNPM, DGM, v. 51, p. 1-10, 1950.
- AMALITZKY, V. P. Ueber die Anthracosien der Permformation Russlands. *Palaeontographica*, v. 39, n. 4-6, p. 125-216, 1892.
- AMALITZKY, V. P. A comparison of the Permian freshwater Lamellibranchiata from Russia with those from the Karoo System of South Africa. *Quarterly Journal Geological Society*, London, v. 51, n. 1-4, p. 337-351, 1895.
- ANELLI, L. E. *Invertebrados neocarboníferos das formações Piauí (Bacia do Parnaíba) e Itaituba (Bacia do Amazonas): taxonomia; análise cladística das subfamílias Oriocrassatellinae (Crassatellacea, Bivalvia) e Neospiriferinae (Spiriferoidea, Brachiopoda)*, 184f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ANELLI, L. E.; SIMÕES, M. G.; DAVID, J. M. A new Permian bivalve (Megadesmidae, Plesiocyprinellinae) from the Serrinha Member, Rio Do Rasto Formation, Paraná Basin,

Brazil. *Revista do Instituto de Geociências*, v. 10, p. 13–21, 2010.
doi.org/10.5327/Z1519-874X2010000200002

- BAMBACH, R. K. Tectonic deformation of composite-mold fossil Bivalvia (Mollusca). *American Journal of Science*, v. 273A, p. 409–430, 1973.
- BARRIENTOS, J. F. C. *Estratigrafía de la Formación Sierra de Varas, Cordillera de Domeyko, región de Antofagasta entre coordenadas 7.273.103 - 7.268.892 m N; 481.320 - 482.290 m E*. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidad Católica de Norte, Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas, 2014.
- BEURLLEN, K. As faunas de lamelibrânquios do sistema gonduânico no Paraná. In: LANGE, F. W. Ed. *Volume Comemorativo do 1º Centenário do Estado do Paraná*, Curitiba, p. 107-136, 1954.
- BIGARELLA, J. J. Paleocorrentes e deriva continental (Comparação entre a América do Sul e a África). *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 31, p. 141-224, 1973.
- BOND, G. A. Lower Beaufort (Karoo) invertebrate fauna from Southern Rhodesia. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, v. 31, p. 125-131, 1946.
- BOND, G. Lamellibranchia and plants from the Lower Karoo beds of northern Rhodesia. *Geological Magazine*, v. 3, p. 189-192, 1954.
- BONDIOLI, J. G.; MATOS, S. A.; WARREN, L. V.; ASSINE, M. L.; RICCOMINI, C.; SIMÕES, M. G. The interplay between event and background sedimentation and the origin of fossil-rich carbonate concretions: a case study in Permian rocks of the Paraná Basin, Brazil. *Lethaia*, v. 48, p. 522–539, 2015.
- BOYD, D. W.; NEWELL, N. D. Hinge grades in the evolution of crassatellacean bivalves as revealed by Permian genera. *American Museum Novitates*, v. 2328, p. 1-52, 1968.
- BRADSHAW, M. A. Permian nonmarine bivalves from the Ohio Range Antarctica. *Alcheringa*, v. 8, p. 305–309, 1984.
- BRAND, U.; YOCHELSON, E. L.; EAGER, R. M. C. Geochemistry of Late Permian non-marine bivalves: implications for the continental paleohydrology and paleoclimatology of Northwestern China. *Carbonates and Evaporates*, v. 8, n. 2, p. 199-212, 1993.

- BRETT, C.; BAIRD, G. C. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaios*, v. 1, p. 207-227, 1986.
- CARTER, J. G.; ALTABA, C. R.; ANDERSON, L. C.; ARAUJO, R.; BIAKOV, A. S.; BOGAN, A. E.; CAMPBELL, D. C.; CAMPBELL, M.; JIN-HUA, C.; COPE, J. C. W.; DELVENE, G.; DIJKSTRA, H. H.; ZONG-JIE, F.; GARDNER, R. N.; GAVRILOVA, V. A.; GONCHAROVA, I. A.; HARRIES, P. J.; HARTMAN, J. H.; HAUTMANN, M.; HOEH, W. R.; HYLLEBERG, J.; BAO-YU, J.; JOHNSTON, P.; KIRKENDALE, L.; KLEEMANN, K.; KOPPKA, J.; KŘÍŽ, J.; MACHADO, D.; MALCHUS, N.; MÁRQUEZ-ALIAGA, A.; MASSE, J.; MCROBERTS, C. A.; MIDDELFART, P. U.; MITCHELL, S.; NEVESSKAJA, L. A.; ÖZER, S.; POJETA JR., J.; POLUBOTKO, I. V.; PONS, J. M.; POPOV, S.; SÁNCHEZ, T.; SARTORI, A. F.; SCOTT, R. W.; SEY, I. I.; SIGNORELLI, J. H.; SILANTIEV, V. V.; SKELTON, P. W.; STEUBER, T.; WATERHOUSE, J.; WINGARD, G. J.; YANCEY, T. Ed. *A Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca)*. Paleontological Contributions, Number 4. Kansas, Lawrence, Publication of the University of Kansas, p. 1–47, 2011. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3833.4402>.
- CATUNEANU, O.; WOPFNER, H.; ERIKSSOM, P.; CAIRNCROSS, B.; RUBIDGE, B.; SMITH, R.; HANCOX, P. The Karoo basins of south-central Africa. *Journal of African Earth Sciences*, v. 43, n. 1–3, p. 211, 2005. doi:10.1016/j.jafrearsci.2005.07.007.
- CISNEROS, J. C.; ABDALA, F.; MALABARBA, M. C. Pareiasaurids from the Rio do Rasto Formation, southern Brazil: biostratigraphic implications for Permian faunas of the Paraná Basin. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 8, p. 13–24, 2005.
- CHEN, P. J.; SHEN Y. B. An introduction to fossil Conchostracans. *Science Press*, Beijing, 241p. 1985.
- COX, L. R. Lamellibranchia from the Karoo Beds of the Ruhuhu Coalfields, Tanganyika Territory. *Quarterly Journal Geological Society*, London, v. 88, n. 352, p. 623–633, 1932.
- COX, L. R. Triassic Lamellibranchia from Uruguay. *Annal Magazine of Natural History*, v. 13, p. 264-273, 1934. <http://dx.doi.org/10.1080/00222933408654809>.
- COX, L. R. Karoo Lamellibranchia from Tanganyika Territory and Madagascar, *Quarterly Journal Geological Society*, London, v. 92, p. 32–54. 1936.

- DALL, W. H. On the hinge of pelecypods and its development, with an attempt toward a better subdivision of the group. *American Journal of Science*, v. 38, p. 445-462, 1889. <http://dx.doi.org/10.2475/ajs.s3-38.228.445>.
- DANA, J. D. Descriptions of fóssil shells of the collections of the exploring expedition under the command of Charles Wilkes, U.S.N., obtained in Australia, from lower layers of the coal formation in Illawarra, and from a deposit probably of nearly the same age at Harper's Hill, Valley of the Hunter. *American Journal of Science*, v. 54, p. 151-160, 1847.
- DAVID, J. M. *Bivalves Permianos da fase de continentalização das bacias do gondwana ocidental: Sistemática, Paleogeografia e Bioestratigrafia*. 99f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- DAVID, J. M. *Bivalves permianos do Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Brasil e do Grupo Eccca, Bacia do Karoo, África do Sul: Implicações bioestratigráficas e paleoambientais*, 165f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- DAVID, J. M.; SIMÕES, M. G.; ANELLI, L. E.; ROHN, R.; HOLZFÖRSTER, F. Permian bivalve molluscs from the Gai-As Formation, northern Namibia: systematics, taphonomy and biostatigraphy. *Alcheringa*, v. 35, p. 497–516, 2010.
- DAWSON, J. W. On a terrestrial mollusk, a millipede, and new reptiles, from the Coal Formation of Nova Scotia. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, v. 16, p. 268–277, 1860.
- DAWSON, J. W. Revision of the land snails of the Palaeozoic Era, with descriptions of new species. *American Journal of Science*, v. 20, p. 403–415, 1880.
- D'ORBIGNY, A. Lamellibranches. In. D'ORBIGNY, A.; COTTEAU, G. H.; MR., PIETTE; EUDES-DESLONGCHAMPS, E.; DE LORIOLE-FORT, P.; SAPORTA, G.; DE FROMENTEL, E.; MR. FERRY, 1840–1894, *Paléontologie Française. Description Zoologique et Géologique de Tous le Animaux Mollusques et Rayonnés Fossiles de France: Comprenant leur Application à la Reconnaissance des Couches*. Paris, 807p. 1844.

- DOUVILLÉ, H. Un essai de classification philogénique des lamellibranches. Paris, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, v. 154, p. 1677–1681, 1912.
- EAGER, R. M. C. Shape and function of the shell: a comparison of some living and fossil bivalve molluscs. *Biological Reviews*, v. 53, p. 169-210, 1978.
- EAGER, R. M. C. The shape of the Upper Carboniferous nonmarine bivalve *Anthraconaia* in relation to the organic carbon content of the host sediment. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, v. 78, p. 177-95, 1987.
- FALCON-LANG, H. J.; RYGEL, M. C.; CALDER, J. H.; GIBLING, M. R. An early Pennsylvanian waterhole deposit and its fossil biota in a dryland alluvial plain setting, Joggins, Nova Scotia. *Journal of the Geological Society*, Londres, v. 161, p. 209-222, 2004. doi: 10.1144/0016-764903-109.
- FERREIRA-OLIVEIRA, L. G. *Conchostráceos permianos da Bacia do Paraná: taxonomia, evolução, bioestratigrafia e paleogeografia*. 241f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2007.
- FERREIRA-OLIVEIRA, L. G.; ROHN, R. Leaiid conchostracans from the uppermost Permian strata of the Paraná Basin, Brazil: chronostratigraphic and paleobiogeographic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 29, p. 371-380, 2010.
- FÉRUSAC, A. E. *Tableaux systématiques des animaux mollusques*. A. Bertrand, Paris and London. 190p. 1822.
- FISCHER, P. H. *Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie Conchyliologique, ou Histoire Naturelle des Mollusques Vivants et Fossiles*. F. Savy, Paris, p. 1009-1369, 1887. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.13213>.
- FRENGUELLI, J. Moluscos continentals en el Paleozoico Superior y en el Triasico de la Argentina. La Plata, Argentina, *Notas del Museo de La Plata*, v. 10, n. 83, p. 182-204, 1945.
- FÜRSICH, F. T.; OSCHMANN, W. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, western India. *Journal of the Geological Society*, London, v. 150, p. 169-185, 1993.

- GAMA JR., E. A sedimentação do Grupo Passa Dois (exclusive Formação Irati), um modelo geomórfico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 9, n. 1, p. 1-16, 1979.
- GIRTY, G. H. On some invertebrate fossils from the Lykins Formation of Eastern Colorado. *Annals New York Academy of Science*, v. 22, p. 1-8, 1912.
- GORDON JR., M. Classificação das formações gonduânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Notas preliminares e estudos*, DNPM, DGM, v. 38, p. 1-20, 1947.
- GRABAU, A. W. Stratigraphy of China. Part I. *Geological Survey of China*, Beijing, 1924.
- GREGORY, J. W. The Geological Relations of the Oil Shales of Southern Burma.' *Geological Magazine*, v. 9, p. 9-152, 1923.
- GROBBEN, C. Zur Kenntniss der Morphologie, der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken. Kaiserliche Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe). *Sitzungsberichte*, v. 103, n. 1, p. 61-86, 1894.
- HERTWIG, C. W. T. R. *Lehrbuch der Zoologie*. Gustav Fischer, Boulder, 1895. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.1695>.
- HERBERT, B. L.; CALDER, J. H. On the discovery of a unique terrestrial faunal assemblage in the classic Pennsylvanian section at Joggins, Nova Scotia. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 41, p. 247-254, 2004. doi: 10.1139/E03-096.
- HIND, W. Notes on some Lamellibranchiate Mollusca obtained by Mr. Molyneux from the Sengwe Coalfield, *Quarterly Journal Geological Society*, London, v. 59, p. 1-287, 1903.
- HOLDHAUS, K. Sobre alguns lamelibrânquios fósseis do sul do Brasil. *Serviço Geológico e Mineralógico*, v. 2, p. 1-24, 1918.
- HOLZ, M.; SIMÕES, M. G. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 240p. 2002.
- ICZN. Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. 4 Eds. *The International Trust for Zoological Nomenclature*, Londres, Reino Unido. 306p. 1999.

- JAPAS, M. S.; AMOS, A. J. Los fósiles deformados em las determinaciones paleontológicas: limitaciones al análisis morfológico. Buenos Aires, *Ameghiniana*, v. 23, n. 3-4, p. 191-202, 1986.
- JONES, T. P. On some small Bivalve Shells from the Karoo Formation, South Africa. *Geological Magazine*, v. 7, pp. 10-409, 1890a.
- JONES, T. P. On some fossils from Central Africa. *Geological Magazine*, v. 7, p. 553-558, 1890b.
- KIDWELL S. M.; FÜRSICH F. T.; AIGNER T. Conceptual framework for the analysis of fossil concentrations. *Palaios*, v. 1, p. 228-238, 1986.
- KIDWELL, S. M.; HOLLAND, S. M. Field description of coarse bioclastics fabrics. *Palaios*, v. 6, p. 426-434, 1991.
- KING, W. Monograph of the Permian fossils of England. *Palaeontographical Society*, p. 1-253, 1850.
- LAHUSEN, I. 2 Eds. *Kratkii kurs paleontologii, Paleozoologii* [A Short Course in Paleontology, Paleozoology]. Akademiia Nauk., St. Petersburg. 741p. 1897.
- LAVINA, E. L. *Geologia sedimentar e paleogeografia do Neopermiano e Eotriássico (intervalo Kazaniano – Citiano) da Bacia do Paraná*. 332f. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- LINNAEUS, C. 10 Eds. *Systema naturae per regna tria naturae ecundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Holmiae, 824p. 1758.
- LUTHARDT, L.; RÖBLER, R.; SCHNEIDER, J. W. Palaeoclimatic and site-specific conditions in the early Permian fossil forest of Chemnitz—Sedimentological, geochemical and palaeobotanical evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 441, p. 627-652, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.10.015>.
- MARANHÃO, M. S. A. S.; PETRI, S. Novas ocorrências de fósseis nas formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo e considerações preliminares sobre seus significados paleontológicos e bioestratigráficos. *Revista do Instituto Geológico*, v. 17, p. 33-54, 1996.

- MATOS, S. A.; WARREN L. V.; FÜRSICH, F. T.; ALESSANDRETTI, L.; ASSINE M. L.; RICCOMINI, C.; SIMÕES, M. G. Paleocology and paleoenvironments of Permian bivalves of the Serra Alta Formation, Brazil: Ordinary suspension feeders or Late Paleozoic Gondwana seep organisms? *Journal of South American Earth Sciences*, v. 77, p. 21-41, 2017a.
- MATOS, S. A.; WARREN, L. V.; VAREJÃO, F. G.; ASSINE, M. L.; SIMÕES, M. G. Permian endemic bivalves of the “Irati anoxic event”, Paraná Basin, Brazil: Taphonomical, paleogeographical and evolutionary implications. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, v. 469, p. 18–33, 2017b.
- McALISTER, A. L. Mode of Preservation in Early Paleozoic Pelecypodes and its Morphological and Ecological Significance. *Journal of Paleontology*, v. 36, n. 1, p. 69-73, 1962.
- MEGLHIORATTI, T. *Estratigrafia de sequências das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Bacia do Paraná) na porção nordeste do Paraná e leste de São Paulo*. 132f. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- MELLO, L. H. C. *Análise cladística dos bivalves do Grupo Passa Dois (Neopermiano), Bacia do Paraná, Brasil: implicações taxonômicas, evolutivas e paleobiogeográficas*. 160f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade São Paulo, São Paulo, 1999.
- MENDES, J.C. Novos Lamelibrânquios fósseis da Série Passa Dois, sul do Brasil. Divisão Geológica e Mineralógica do Brasil, *Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia*, DNPM, v. 133, p. 1-40, 1949.
- MENDES, J. C. M. A Formação Corumbataí na região do Rio Corumbataí. (Estratigrafia e descrição dos lamelibrânquios). *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, 145, Geologia, v. 8, p. 1-119, 1952.
- MENDES, J. C. M. Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, 175, Geologia, v. 10, p. 1–119, 1954.

- MEZZALIRA, S.; MENDES, J. C.; MARANHÃO, M. S. M. A. *Anhembia*: um novo gênero de bivalves do Grupo Passa Dois-Permiano. *Revista do Instituto Geológico*, 8-10, v. 11, n. 1, p. 51-54, 1990.
- MILLER, S. A. The American Palaeozoic Fossils, a Catalog of the Genera and Species. *Published by author*. Cincinnati, 253p. 1877.
- MORRIS, N. J.; DICKINS, J. M.; ASTAFIEVA-URBAJTIS, K. Upper Paleozoic anomalodesmatan bivalve. *Bulletin of the British Museum of Natural History, Geology*, v. 47, n. 1, p. 51-100, 1991.
- MORTON, L. S.; HERBST, R. *Leinzia similis* (Holdhaus), (Pelecypoda) del permico superior (Formacion Yaguari) del Uruguay. *Revista de la Asociacion de Ciencias Naturales del Litoral*, v. 21, n. 1, p. 95-97, 1990.
- NETSCHAJEW, A.V., Permian fauna in the eastern part of European Russia. *Transactions O-va Estestvoispyt*. Universidade de Kazan, v. 27, n. 4, p. 1-503, 1894.
- NEVES, J. P.; ROHN, R.; SIMÕES, M. G. Tafonomia de bivalvíos em calcários oolíticos da Formação Teresina (Bacia do Paraná, Permiano Médio, Pudentópolis, PR). *Geologia USP. Série Científica*, v. 10, p. 19-36, 2010.
- NEVES, J. P.; ROHN, R.; SIMÕES, M. G. Tafonomia de tempestitos conchíferos amalgamados da Formação Teresina em Rio Preto (Estado do Paraná, Permiano Médio, Bacia do Paraná) e suas implicações paleoambientais. *Geologia USP. Série Científica*, v. 11, p. 131-147, 2011.
- NEWELL, N. D. Systematic description. In: MOORE, R. C. Ed. *Treatise on invertebrate paleontology, Part N, Mollusca 6, Bivalvia*, Boulder, Geological Society of America, Universidade do Kansas, p. N818-N827, 1969.
- REED, F. R. C. Faunas Trássicas do Brasil. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, *Monographia*, v. 1, n. 9, p. 4-87, 1929.
- REED, F. R. C. Some Triassic lamellibranchs from Brazil and Paraguay. *Geological Magazine*, v. 72, p. 33-42, 1935.

- RICCOMINI, C.; GIMENEZ FILHO, A.; ALMEIDA, F. F. M. Considerações sobre a estratigrafia do Permo-Triássico na região da Serra do Cadeado, Paraná. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, RJ. *Anais, SBG*. v. 2, p. 754-764, 1984.
- RÖBLER, R.; ZIEROLD, T.; FENG, Z.; KRETZSCHMAR, R.; MERBITZ, M.; ANNACKER, V.; SCHNEIDER, J. W. A snapshot of an Early Permian ecosystem preserved by explosive volcanism: new results from the petrified forest of Chemnitz, Germany. *Palaios* v. 27, p. 814–834, 2012.
- ROHN, R. Bivalves da Formação Rio do Rasto (Permiano Superior) no Estado do Paraná. 9º Congresso Brasileiro de Paleontologia, Fortaleza, Ceará, 1985. “Não Publicado”.
- ROHN, R. Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina, Brasil. Boletim IG-USP. *Série Científica*, São Paulo, v. 18, p. 27-66, 1987.
- ROHN, R. *Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rasto na borda leste da bacia do Paraná (permiano superior, Estado do Paraná)*. 331f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- ROHN, R. *Evolução ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná*. 480f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- ROHN, R. The Passa Dois Group (Paraná Basin, Permian): investigations in progress. In: Workshop - Problems in the Western Gondwana Geology, South America-Africa correlations: Du Toit revisited. Gramado, 2007. *Extended Abstracts...* Porto Alegre, UFRGS, Petrobras. v. 1, p. 151-157, 2007.
- ROHN, R.; RÖSLER, O. Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior): Bioestratigrafia e implicações paleoambientais. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 486-493, 1990.
- ROHN, R.; ASSINE, M. L.; MEGLHIORATTI, T. A new insight on the Late Permian environmental changes in the Paraná Basin, South Brazil. In: Gondwana XXII, Mendoza, Academia Nacional de Ciencias, *Abstracts...*, 316p. 2005.

- RUBIDGE, B. S. Re-uniting lost continents – Fossil reptiles from the ancient Karoo and their wanderlust. *South African Journal of Geology*, v. 108, n. 1, p. 135–172, 2005. doi:10.2113/108.1.135.
- RUNNEGAR, B. The bivalve *Megadesmus* Sowerby and *Astartila* Dana from the Permian of eastern Australia. *Journal of the Geological Society of Australia*, v. 12, p. 227-252, 1965.
- RUNNEGAR, B. Desmodont bivalves from the Permian of Eastern Australia. Bureau of the Mineral Resources, Geology and Geophysics, *Bulletin*, v. 96, p. 1-108.
- RUNNEGAR, B. Evolutionary history of the bivalve Subclass Anomalodesmata. *Journal of Paleontology*, v. 48, n. 5, p. 904-939, 1974.
- RUNNEGAR, B.; NEWELL, N. D. Caspian- like relict moluscan fauna in the South American Permian. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 146, p. 1-66, 1971.
- RYGEL, M. C. *Alluvial sedimentology and basin analysis of Carboniferous strata near Joggins, Nova Scotia, Atlantic Canada*. 515f. Tese de Doutorado. Department of Earth Sciences, Dalhousie University, Nova Scotia, 2005.
- SCARLATO, O.; STAROBOGATOV, Y. I. Osnovye cherty evoliutsii I Sistema klassa Bivalvia. *Transactions of the Zoological Institute*, v. 80, p. 5-38, 1979.
- SCHEMIKO, D.C.B., VESELY, F.F., FERNANDES, L.A., SOWEK, G.A. Distinção dos elementos deposicionais fluviais, eólicos e lacustres do Membro Morro Pelado, Permiano Superior da Bacia do Paraná. *Geologia USP, Série Científica*, v. 14, p. 29-46, 2014.
- SCHNEIDER, G.; MARAIS, C. *Passage through Time: The Fossils of Namibia*. Ed. Gamsberg Macmillan, 158p, 2005.
- SELDEN, P.; NUDDS, J. Karoo. Evolution of Fossil Ecosystems. 2 Eds. Manson Publishing. p. 104–122, 2011. ISBN 9781840761603.
- SEPKOSKI, J. J. A compendium of fossil marine genera. *Bulletins of American Paleontology*, Paleontological Research Institution, New York, v. 353, n. 2-4, p. 560, 2002.
- SHARPE, D. Description of some remains of Mollusca from near Graaf Reinet. *Transactions Geological Society London Survey*, v. 2, n. 7, p. 225-226, 1852.

- SILANTIEV, V. V. Permian Non-marine Bivalve Zonation of the East European Platform. *Stratigraphy and Geological Correlation*, v. 22, n. 1, p. 1–27, 2014.
- SILANTIEV, V. V. Permian non-marine bivalves of East European Platform: stratigraphic distribution and correlation. *Byull. Mosk. Ob–va Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, v. 91, n. 1; p. 50–66, 2016.
- SILANTIEV, V. V. Geographic and Stratigraphic Distribution of the Permian Nonmarine Bivalves. In: *Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting*, v. 1, p. 184–186, 2017.
- SILANTIEV, V. V.; URAZAEVA, M. N. Shell microstructure in the Permian nonmarine bivalve *Palaeomutela* Amalitzky: Revision of the generic diagnosis. *Paleontological Journal*, v. 47, n. 2, p. 139–146, 2013.
- SILANTIEV, V. V.; CHANDRA, S.; URAZAEVA, M. N. Systematics of nonmarine bivalve molluscs from the Indian Gondwana Coal Measures (Damuda Group, Permian, India) *Paleontological Journal*, v. 49, n. 12, p. 1235–1274, 2015.
- SILANTIEV, V. V.; URAZAEVA, M. N. *Hypoanthraconaia*: a new genus of non-marine bivalve molluscs from the Early Permian of Far East Russia. *Paläontologische Zeitschrift*, v. 91, n. 1, p. 71–84, 2016. doi 10.1007/s12542-016-0334-4.
- SIMÕES, M. G.; FITTIPALDI, F. C. Bivalves do Grupo Passa Dois, Permiano da Bacia do Paraná: sinopse das pesquisas. In: VI Simpósio Regional de Geologia, 6, Rio Claro, *Atas*, v. 1, p. 281–295, 1987.
- SIMÕES, M. G.; TORELLO, F. F.; ROCHA-CAMPOS, A. C. Gênese e classificação da coquina de Camaquã (assembléia de *Pinzonella neotropica*), Formação Corumbataí (Permiano Superior), Rio Claro, Sp. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, RJ, v. 68, n. 4, p. 545–557, 1996.
- SIMÕES, M. G.; MARQUES, A. C.; MELLO, L. H. C.; ANELLI, L. E. Phylogenetic analysis of the genera of the extinct Family Megadesmidae (Pelecypoda, Anomalodesmata), with remarks on its paleoecology and taxonomy. *Journal of Comparative Biology*, Ribeirão Preto, SP., v. 2, n. 2, p.75–90, 1997.

- SIMÕES, M. G.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; ANELLI, L. E. Paleocology and evolution of Permian pelecypod assemblages (Paraná Basin) from Brazil. In: JOHNSTON, P. A.; HAGGART, J. W. Ed. *Bivalves - An Eon of evolution: paleobiological studies honoring Norman D. Newell*. Calgary, University of Calgary Press, p. 443-452, 1998.
- SIMÕES, M. G.; KOWALEWSKI, M. Complex shell beds as paleoecological puzzles: a case study from the Upper Permian of the Paraná Basin, Brazil. *Facies*, Alemanha, v. 38, p. 175-196, 1998.
- SIMÕES, M. G.; MELLO, L. H.; TORELLO, F. F.; GHILARDI, R. P. *Tambaquyra* gen. n. (Bivalvia, Anomalodesmata), Formação Serra Alta (Neopermiano), Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Brasil. São Paulo, SP. *Revista UNG*, Serie Geociências, v. 5, n. 6, p. 11-19, 2000.
- SIMÕES, M. G.; QUAGLIO, F.; WARREN, L. V.; ANELLI, L. E.; STONE, P.; RICCOMINI, C.; GROHMANN, C. H.; CHAMANI, M. A. C. Permian non-marine bivalves of the Falkland Islands and their palaeoenvironmental significance. *Alcheringa*, v. 36, n. 4, p. 543-554, 2012.
- SIMÕES, M. G.; MATOS, S. A.; ANELLI, L. E.; ROHN, R.; WARREN, L. V.; DAVID, J. M. A new Permian bivalve-dominated assemblage in the Rio do Rasto Formation, Paraná Basin, Brazil: faunal turnover driven by regional-scale environmental changes in a vast epeiric sea. *Journal of South American Earth Sciences*, v.64, p 14-26, 2015.
- SIMÕES, M. G.; DAVID, J. M.; ANELLI, L. E.; KLEIN, C.; MATOS, S. A.; GUERRINI, V. B.; WARREN, L. V. The Permian Tiaraju bivalve assemblage, Passa Dois Group, southern Brazil: biostratigraphic and paleobiogeographic significance. *Brazilian Journal of Geology*, v. 47, n. 2, p. 209-224, 2017.
- SOLEM, A.; YOCHELSON, E. L. North American Paleozoic Land Snails, with a summary of other Paleozoic Nonmarine Snails. *Geological Survey Professional Paper*, v. 1072, p. 1-67, 1979.
- STANLEY, S. M. Delayed recovery and the spacing of major extinctions. *Paleobiology*, v. 14, n. 4, p. 401-414, 1990.

- STANLEY, S. M. *Macroevolution: Pattern and Processes*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 332p, 1979.
- STANLEY, S. M. Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). *Memoirs of the Geological Society of America*, v. 125, p. 1–296, 1970. <http://dx.doi.org/10.1130/MEM125-p1>.
- STOLLHOFEN, H.; STRANISTREET, I. G.; ROHN, R.; HÖLZFOERSTER, F.; WANKE, A. The Gai-As lake system, northern Namibia and Brazil. In: GLERLOWSKIKORDESCH E. H.; KELTS, K. R. Eds. *Lake Basins Through Space and Time*, AAPG Studies in Geology, Tulsa, v. 46, p. 87–108, 2000.
- STONE, P. *Devonian and Permian fossils from the Falkland Islands in the biostratigraphy collection of the British Geological Survey*. Nottingham: British Geological Survey. p. 1-19, 2012.
- STONE, P.; RUSHTON, A. Some new fossil records and notabilia from the Falkland Islands. *The Falkland Islands Journal*, v. 8, p. 1–10, 2003.
- STONE, P.; ALDISS, D. T.; EDWARDS, E. J. *Rocks and Fossils of the Falkland Islands. British Geological Survey for Department of Mineral Resources*. Falkland Island Government, 60p, 2005.
- TASCH, P. Conchostracan dispersal between South America, Africa and Antarctica. *Antarctic Journal*, United States, v. 17, n. 5, p. 45-46, 1982.
- VASEY, G. M. Classification of Carboniferous non-marine bivalves: systematics versus stratigraphy. *Journal of the Geological Society*, v. 151, p. 1023-1033, 1994.
- VIEIRA, A. J. Geologia do centro e Nordeste do Paraná e Centro Sul de São Paulo. In: XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, SE, *Anais*, SBG, v. 3, p. 259–277, 1973.
- WARREN, L. V. *Evolução Sedimentar Da Formação Rio Do Rasto Na Região Centro-Sul Do Estado De Santa Catarina*. 174f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- WARREN, L. V.; ALMEIDA, R. P.; HACHIRO, J.; MACHADO, R.; ROLDAN, L. F.; STEINER, S. S.; CHAMANI, M. A. C. *Evolução Sedimentar da Formação Rio Do Rasto*

(Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro-sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, p. 213–227, 2008.

WARREN, L. V.; ASSINE, M. L.; SIMÕES, M. G.; RICCOMINI, C.; ANELLI, L. E. A Formação Serra Alta, Permiano, no Centro-Leste do Estado de São Paulo, Bacia do Paraná, Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, p. 127-142, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/23174889201500010008>.

WEIR, J. On a second collection of fossils and rocks from Kenya made by Miss M. McKinnon Wood. II. *Palaeonodonta* from Kenya and Burma. *Monographs of the Geological Department of the Hunterian Museum*, p. 12–15, 1938.

WEIR, J. A review of recent work on the Permian Non-marine Lamellibranchs and its having on the affinities of certain non-marine genera of the Upper Palaeozoic. *Transactions Geological Society Glasgow*, v. 20, n. 3, p. 291–339, 1945.

WESSELING, F. P. Long-lived lake molluscs as island faunas: a bivalve perspective. Remena W. Eds. In: *Biogeography, time and place: distributions, barriers and islands*. Dordrecht, Springer, p. 275–314, 2007.

YEMANE, K.; KELTS, K. A short review of paleoenvironments for Lower Beaufort (Upper Permian) Karoo sequences from southern to central Africa: A major Gondwana Lacustrine episode. *Journal of African Earth Sciences*, v. 10, n. 1-2, p. 169-185, 1990.