

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

LUCAS VERÍSSIMO WARREN

**REGISTRO SEDIMENTAR E PALEONTOLÓGICO DO PERÍODO
EDIACARANO NA AMÉRICA DO SUL**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre Docente pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; área de Sedimentologia.

Rio Claro – SP
2022

Agradecimentos

Agradeço especialmente às pessoas que tiveram participação direta, ou indireta, em minha formação como educador, cientista e pesquisador do Tempo Antigo, principalmente: Prof. Dr. Claudio Riccomini, Prof. Dr. Mario L. Assine, Prof. Dr. Thomas R. Fairchild, Prof. Dr. Marcello G. Simões, Prof. Dr. Paulo C. Boggiani, Prof. Dr. Daniel G. Poiré, Prof. Dr. Claudio Gaucher, Prof. Dr. Shuhai Xiao, Prof. Dr. Luis G. Buatois, Profa. Dra. Gabriela Mangano, Prof. Dr. Antônio R.S. Fragoso César, Prof. Dr. Renato Paes de Almeida, Prof. Dr. Rômulo Machado, Prof. Dr. Eduardo Anelli, Prof. Dr. Ginaldo Campanha e Prof. Dr. Afonso Nogueira.

Agradeço também aos meus alunos, amigos e colegas de profissão que, de alguma forma ou de outra, sempre estiveram presentes nos trabalhos de campo, elaboração de hipóteses, condução da pesquisa, confecção de artigos e demais trabalhos científicos ou uma boa conversa: Prof. Dr. Carlos Grohmann, Dr. Marlei A.C. Chamani, Prof. Dr. Luciano Alessandretti, Prof. Dr. Filipe G. Varejão, Prof. Dr. Fabiano Pupim, Prof. Dr. Bernardo T. Freitas, Prof. Dr. André Marconatto, Prof. Dr. Maurício G.M dos Santos, Prof. Dr. Francisco W.C Junior, Prof. Dr. André Oliveira Sawakuchi, Msc. Alberto A. Cáceres, Prof. Dr. Nicolás M. Strikis, Profa. Dra. Anelize Bahniuk, Prof. Dr. Leonardo F. Cury, Dra. Julia Arrouy, Dr. David Tineo, Dra. Juliana Okubo, Msc. Lucas Inglez, Dr. Rodrigo Cerri, Prof. Dr. Giancarlo Scardia, Prof. Dr. George L. Luvizotto, Prof. Dr. Alexandre Uhlein, Prof. Dr. Alexandre J. Perinotto e Prof. Dr. Gabriel Uhlein.

Agradeço aos meus familiares e amigos próximos pela companhia e alegrias compartilhadas. Agradeço especialmente à Profa. Dra. Fernanda Quaglio que por anos foi minha companheira e parceira científica em diversas pesquisas. Nossas carreiras e vidas em muito foram fruto desta história em comum. Agradeço em especial à MSc. geóloga Paloma P. Lorenzo que nestes últimos anos tem sido minha companheira e compartilhado comigo as coisas boas da carreira e da vida. Obrigado de verdade!

Espero não ter esquecido ninguém, mas tenho certeza que mesmo sem o nome presente nesta simples lista, quem compartilhou a vida comigo (ao menos que passageiramente) teve importância em minha formação como cientista e como ser humano. Obrigado a todos.

Sumário

Resumo	3
Abstract	4
1. Introdução	5
1.1 Breve histórico da pesquisa	5
1.2 Organização da tese	9
2. Natureza do registro fossilífero da Era neoproterozoica e do Período Ediacarano	11
3. O registro sedimentar do Período Ediacarano na América do Sul	18
3.1 Rifteamento do supercontinente Rodínia e origem das bacias ediacaranas	21
3.2 Instalação e evolução de bacias de margem passiva e bacias interiores	24
3.3 Bacias distensivas tardias ou Bacias do Estágio de Transição	36
3.4 Unidades com idade imprecisa e conteúdo fossilífero incerto	41
4. Projetos e contribuições realizadas pelo autor	44
4.1 Projetos coordenados pelo candidato ou que o candidato fez (ou faz) parte como pesquisador associado	45
4.2 Artigos completos em periódicos indexados com corpo editorial	47
4.3 Capítulos de livros	51
4.4 Resumos expandidos publicados em anais de eventos	51
4.5 Resumos publicados em anais de eventos	52
5. Considerações finais	54
6. Perspectivas futuras	55
7. Referências Bibliográficas	58

Lista de figuras

Figura 1 – Eventos tectônicos, climáticos e bioevolutivos mais importantes do Pré-cambriano.	13
Figura 2 – Depósitos e facies sedimentares relacionadas às glaciações neoproterozoicas ao redor do mundo.	14
Figura 3 – Organismos fósseis e icnofósseis das assembleias Ediacaranas White Sea e Nama.	17
Figura 4 – Mapa de localização das principais unidades sedimentares do Proterozoico ao Cambriano (Fanerozoico) da América do Sul, destacando unidades Ediacaranas detentoras de conteúdo paleontológico significativo.	19
Figura 5 – Correlação lito, crono, quimio e biostratigráfica das sucessões Ediacaranas da América do Sul.	20
Figura 6 – Facies sedimentares características dos depósitos basais das sucessões Ediacaranas na América do Sul.	24
Figura 7 – Modelo de evolução tectônica e sedimentar para as bacias ediacaranas depositadas nos crátons do Amazônia/Apa.	26

Figura 8 - Reconstrução paleogeográfica do proto continente Gondwana à 550Ma, destacando a ocorrência do fóssil-guia <i>Cloudina</i> , <i>Corumbella</i> e <i>Namacalathus</i> .	27
Figura 9 – Facies e estruturas sedimentares associados aos depósitos de capas carbonáticas da América do Sul.	29
Figura 10 – Fósseis e icnofósseis Ediacaranos da América do Sul.	33
Figura 11 – Localização das Bacias distensivas tardias ou Bacias do Estágio de Transição.	37
Figura 12 – Facies sedimentares e pseudofósseis discóides da Formação Aprazível, Bacia do Jaibaras.	40
Figura 13 – Feições sedimentares de unidades sedimentares pré-cambrianas com idade incerta.	44
Figura 14 – Legenda das principais unidades ediacaranas abordadas na produção científica do candidato.	44
Figura 15 – Produção científica do candidato por unidade litoestratigráfica ediacarana da América do Sul.	45

Anexos

Anexo 1 – Compilação dos dados lito, bio e cronoestratigráficos, conteúdo fóssil, isótopos de C e O, razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e idades radiométricas para as unidades ediacaranas da América do Sul.



La Clairvoyance, 1936

Rene Magritte

Apresentação

A presente tese foi elaborada em atendimento ao Edital nº 001/2022 - DTA/IGCE, publicado pelo Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” no Diário Oficial do Estado de São Paulo de terça feira, 25/01/2022, 132 (16), págs. 244 e 245, referente ao Concurso para Obtenção do Título de Livre-Docente em Sedimentologia, na disciplina “Sedimentologia”, do Departamento de Geologia, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. O documento tem como propósitos apresentar o estado do conhecimento relativo ao **Registro Sedimentar e Paleontológico do Período Ediacarano na América do Sul**, bem como a contribuição científica do candidato para o referido tema.

Rio Claro, 21 de fevereiro de 2022



Lucas Veríssimo Warren

Resumo

Os registros sedimentar e paleontológico do Período Ediacarano da América do Sul figuram entre os mais completos do planeta. No entanto, apesar do número expressivo de bacias formadas neste intervalo específico, o atual estágio do conhecimento geológico das bacias ediacaranas da América do Sul ainda é consideravelmente reduzido em comparação com o de unidades coevas em outros continentes. Nas últimas décadas, unidades ediacaranas têm atraído a atenção de diversos pesquisadores interessados em compreender as drásticas mudanças climáticas, geotectônicas e paleoevolutivas que ocorreram no último período da Era Neoproterozoica. No continente Sulamericano, estas profundas modificações na dinâmica do planeta estão registradas em bacias com complexa evolução tectono-sedimentar, cuja gênese decorre dos esforços relacionados ao rifteamento do supercontinente Rodinia e à formação do supercontinente Gondwana. Em resposta a múltiplos ciclos de subsidência e erosão, se depositaram espessas sucessões continentais e marinhas que foram afetadas, ou não, por tectônica sin deposicional e glaciações de expressão global. Sincronicamente a estes eventos, a vida macroscópica complexa evoluiu nos mares epicontinentais e plataformas rasas, alterando significativamente a dinâmica do ciclo do carbono, as cadeias tróficas, a geoquímica das águas, a arquitetura de plataformas carbonáticas e a taxa de dispersão dos sedimentos no oceano. Qual(is) a(s) causa(s) destas modificações, como e com que rapidez estes processos ocorreram, e quais foram os seus efeitos para a dinâmica do planeta e da vida na Terra são perguntas que ainda não foram plenamente respondidas e que dependem, necessariamente, do acesso ao registro impresso nas sucessões ediacaranas do continente sulamericano para serem respondidas. Buscando preencher esta lacuna, esta tese apresenta o estado da arte da geologia das Bacias Ediacaranas sul-americanas, com a exposição do atual conhecimento sobre sedimentologia, geoquímica, paleontologia, geocronologia e geobiologia destas unidades. Deste modo, primeiramente são abordados aspectos gerais relativos às particularidades climáticas, geotectônicas e paleontológicas do período Ediacarano, e, posteriormente, é feito o detalhamento e a discussão de como tais aspectos condicionaram o registro das principais unidades Ediacaranas da América do Sul.

Palavras-chave: Ediacarano, América do Sul, bacias sedimentares, Gondwana, Geologia histórica, Geobiologia, Geodinâmica.

Abstract

The Ediacaran sedimentary record of South America figures as one of the most complete on Earth. However, despite the expressive amount of basins originated in this period, its current knowledge is reduced when compared with other coeval basins worldwide. In the last decades, these units have attracted the attention of several researches interested in understanding the drastic climatic, geotectonic and paleoevolutive changes that occurred in the last period of the Neoproterozoic Era. In South American continent, these deep modifications in the Earth's dynamic were recorded in sedimentary basins characterized by complex tectono-sedimentary evolution. These were formed in response to tectonic events that led to the break-up of Rodinia and formation of Gondwana supercontinents. In response to distinct subsidence and erosion cycles, thick continental and marine succession were deposited and affected (or not) by syndepositional tectonic and global glaciations. Synchronously, the complex macroscopic life evolved and thrived in the epicontinental and shallow seas, deeply modifying the dynamic of the carbon cycle, trophic chains, water geochemistry, architecture of carbonate platforms and sediments dispersion in the oceans. What causes, how and how quickly these changes took place and which are their effects for the dynamic of Earth and life are still not completely resolved issues that depend, necessarily, from the access and knowledge of the Ediacaran record from the South America continent. Aiming to fill this gap, this thesis presenting the state-of-the-art of the current knowledge of sedimentology, geochemistry, paleontology, geochronology and geobiology from the South American Ediacaran basins. Thus, the general climatic, geotectonic and paleontological aspects of the Ediacaran Period are covered here, followed by the detailing of how these conditioned, influenced and are recorded in the main Ediacaran units in South America.

Key words: Ediacaran, South America, sedimentary basins, Gondwana, Historical geology, Geobiology, Geodynamics.

1. Introdução

1.1 Breve histórico da pesquisa

A pesquisa geológica do Pré-cambriano na América do Sul remonta aos primórdios do estabelecimento das ciências naturais no continente, especialmente no Brasil, que detém mais de 75% dos 5.000.000 km² de terrenos Arqueanos e Proterozoicos que compõe este continente (Brito Neves et al. 1990). Inicialmente voltado ao inventário de bens minerais, a exemplo do trabalho pioneiro de José Bonifácio de Andrada e Silva (1970), os primeiros estudos sistemáticos destinados à descrição de unidades do grande escudo cristalino brasileiro foram feitos a partir das expedições naturalísticas de Wilhelm L. VonEschwege, Orville Adelbert Derby, entre outros (1810-1875). O mapeamento das macrounidades pré-cambrianas brasileiras, ainda que rudimentar, resultou no primeiro mapa geológico do país (Foetterle 1854), no qual são perfeitamente visíveis as unidades ígneas e metamórficas hoje pertencentes às faixas Brasília, Ribeira e Araçuaí, bem como os terrenos do embasamento da Província Borborema. Com a formação das Comissões Geológicas (1875-1907), que culminou na criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, os dados de unidades do embasamento brasileiro, até então dispersos, foram integrados em mapas geológicos que possibilitaram a melhor compreensão das unidades pré-cambrianas e de sua disposição na região. Neste sentido, foi possível separar, pela primeira vez, as bacias sedimentares Pré-fanerozoicas das unidades ígneas e metamórficas associadas. Na Argentina, as primeiras descrições sistemáticas dos restritos terrenos Pré-cambrianos do país são do Sistema Tandilia, a sul da Província de Buenos Aires, também realizadas no âmbito das expedições naturalísticas e da criação das primeiras comissões geológicas, com as notas de Darwin (1846) e o trabalho precursor de Heusser & Claraz (1864).

A dificuldade em datar sucessões sedimentares, acrescida da escassez de fósseis com significado bioestratigráfico, dificultou (e dificulta até os dias de hoje) a determinação de idades precisas para as unidades arqueanas e proterozoicas. Comumente, as bacias sedimentares pré-cambrianas conhecidas até meados de 1940 e 1950, a exemplo do Grupo Bambuí, eram interpretadas como de idade ordoviciana, siluriana, ou mesmo mais novas. Nestas décadas, destacaram-se os trabalhos pioneiros de Dorr (1945) e Almeida (1945, 1965, 1968), nas exposições carbonáticas dos grupos Jacadigo e Corumbá, na Serra da Bodoquena e região de Corumbá (MS). Neste íterim também foram publicados o primeiro mapa

geológico do Sistema Tandilia na Argentina (Nágera 1940) e os importantes trabalhos de Horácio Jaime Harrington (Harrington 1940) e Borrello (1966), que culminaram na formalização da sucessão de rochas ali expostas como pertencente ao “Grupo Tandil”. Durante as décadas de 1950 e 1960, Harrington (Harrington 1950) e Eckel (1959), descreveram as ocorrências carbonáticas do Paraguai e aventaram pela primeira vez a possibilidade de correlação destas com as sucessões carbonáticas do estado do Mato Grosso do Sul, no Brasil.

Somente em 1971, com a publicação do Mapa Geológico do Brasil na escala de 1:500.000, as unidades Neoproterozoicas do Cráton do São Francisco e da então denominada “Província Bodoquena” passam a figurar como pré-cambrianas de fato (Almeida, 1971). Seguramente, este avanço foi impulsionado pelo início das atividades no Laboratório de Geocronologia, na Universidade de São Paulo, em 1964, e por extensas campanhas de mapeamento, principalmente de Fernando Flávio Marques de Almeida (1965), que culminam na publicação do mais importante trabalho sobre a diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira (Almeida 1969). Na década de 1970, com o avanço das datações por métodos radiométricos e do mapeamento em maior detalhe das porções centro-oeste e norte do território brasileiro pelo Projeto RADAM, as unidades do embasamento pré-cambriano do Cráton amazônico e das faixas móveis Brasília e Paraguai-Araguaia passaram a ser melhor conhecidas. Nesta década, também foram produzidos os primeiros trabalhos sobre os estromatólitos presentes nas sucessões carbonáticas neoproterozoicas do Cráton do São Francisco (Moeri 1972; Cloud & Dardenne 1973, Cloud & Moeri 1973, entre outros), ainda que trabalhos anteriores já tenham mencionado a presença de microbialitos em rochas da Formação Itaiacoca (*Collenia itapevensis*, considerado o primeiro fóssil pré-cambriano da América do Sul, Almeida 1944). Nesta década, sobressaem-se ainda os trabalhos de reconhecimento regional e estratigrafia básica do Grupo Bambuí, como os de Scholl (1976) e Dardenne (1978).

Na década de 1980, importantes trabalhos foram realizados nos grupos Corumbá, no Brasil, e Itapucumi, no Paraguai (Almeida 1984, Almeida & Hasui 1984, Wiens 1986). Neste período, foram descritas as primeiras ocorrências de macrofósseis pré-cambrianos *Cloudina* (Hahn & Pflug 1985, Zaine & Fairchild 1985, 1987) e *Corumbella* (Hahn et al. 1982) no Grupo Corumbá. Além de representarem um achado inédito na América do Sul, estes fósseis

permitiram confirmar a idade neoproterozoica atribuída aos grupos Corumbá e Itapucumi, até então baseada apenas na correlação entre estas unidades e o Grupo Nama, na Namíbia (Germis 1972, Grant 1990). Concomitantemente aos avanços científicos em território brasileiro, Litherland & Bloomfield (1981) e Litherland et al. (1986), conduziram importantes trabalhos de reconhecimento regional nos grupos Itapucumi/Murciélago, na Bolívia. Na Argentina, ao final da década de 1970 e durante a década de 1980, destacam-se os primeiros trabalhos voltados ao estudo geocronológico das sucessões pré-cambrianas do Sistema Tandilia (Cingolani & Bonhomme 1982) e os trabalhos de sedimentologia, estratigrafia e paleontologia (Dalla Salda & Iñiguez 1979, Poiré 1987, 1989), que sistematizaram a estratigrafia e paleontologia de estromatólitos das unidades do Grupo Sierras Bayas.

Na década de 1990, ocorre uma diminuição bastante expressiva do número de publicações (especialmente artigos) sobre as unidades neoproterozoicas da América do Sul. Algumas exceções podem ser feitas aos importantes trabalhos acadêmicos sobre paleontologia de organismos pré-cambrianos (Zaine 1991), aspectos sedimentológicos de unidades específicas dos grupos Bambuí e Corumbá (Cruz & Nobre-Lopes 1992, Nobre-Lopes 1995, Abreu-Lima 1997, Boggiani et al. 1993, Boggiani 1998) e trabalhos regionais sobre aspectos estruturais do Cráton do São Francisco e região de Corumbá/Maciço do Urucum, MS (Valeriano 1992, Alkimim et al. 1993, Trompette et al. 1998). Ainda na década de 1990, é digna de nota a publicação de artigos e da tese de doutorado de Gaucher (1999), na qual unidades anteriormente atribuídas ao Complexo Lavalleya, Mesoproterozoico do Uruguai, são reinterpretadas como pertencentes ao recém definido Grupo Arroyo del Soldado, supostamente de idade Neoproterozoica (Gaucher et al. 1998, Gaucher & Sprechmann 1999). Na Argentina, é publicada a sistematização da litoestratigrafia do Sistema Tandilia, voltada ao entendimento da evolução tectono-sedimentar desta bacia pré-cambriana (Poiré 1993).

Uma característica marcante da década de 2000 foi a realização de diversos estudos voltados à geoquímica isotópica e à geocronologia das unidades carbonáticas ediacaranas do Brasil, Uruguai e Argentina, e a consequente tentativa de correlação estratigráfica das mesmas. Na maioria dos trabalhos publicados, nota-se que estes novos dados foram de diversas formas interpretados à luz da hipótese do *SnowBall Earth* (Kirschvink 1992,

Hoffman et al. 1998, Hoffman & Schrag 2002) e resultaram em uma grande quantidade de informações geocronológicas e isotópicas para os grupos Corumbá, Araras e Bambuí, no Brasil (Gaucher et al. 2003, Boggiani et al. 2010, Nogueira et al. 2003, 2007, Alvarenga et al. 2004, 2007, 2008, Vieira et al. 2007a, b, Babinski et al. 2006, 2007, Misi et al. 2007), para o Grupo Sierras Bayas, na Argentina (Poiré & Spalletti 2005, Gómez-Peral et al. 2007, Poiré & Gaucher 2009), e para o Grupo Arroyo del Soldado, no Uruguai (Gaucher et al. 2003, 2004, 2005, 2009, Blanco et al. 2009). Destacam-se ainda importantes trabalhos que utilizaram dados de geocronologia e paleomagnetismo, para, pela primeira vez, refinar o quadro paleogeográfico do SW do Supercontinente Gondwana (D'agrella-Filho et al. 2000, Trindade et al. 2006, Rapela et al. 2007, Tohver et al. 2006, 2010). Também é digna de nota a publicação do livro *“Neoproterozoic–Cambrian Tectonics, Global Change and Evolution: a focus on southwestern Gondwana”*, no qual são apresentados os dados até então disponíveis para as unidades da América do Sul, de acordo com os últimos avanços na geologia/geobiologia do Neoproterozoico mundial (Gaucher et al. 2009).

Na década subsequente até os dias atuais, diferentes frentes de trabalho se destinaram ao estudo de sucessões neoproterozoicas no Brasil, especialmente aquelas constituídas por pesquisadores das universidades de Brasília, São Paulo e Minas Gerais. Neste período, o número de trabalhos internacionais em revistas relevantes cresceu de forma bastante acentuada, demonstrando a alta qualidade e a boa aceitação da comunidade internacional em relação aos artigos produzidos a partir do estudo das unidades ediacaranas brasileiras. Destacam-se importantes descobertas acerca do conteúdo fossilífero e aspectos sedimentares, tafonômicos e paleoecológicos dos grupos Itapucumi, Bambuí (Warren et al. 2011, 2012, 2013, 2015, 2017, 2019), Corumbá e Jacadigo (Pacheco et al. 2011, 2015, Van Iten et al. 2016, Parry et al. 2017, Berker-Kerber et al. 2017, Morais et al. 2017, Adorno et al. 2019). No âmbito geoquímico, outros trabalhos conduzidos nestas mesmas unidades se ressaltam por suas abordagens integrativas ou pelo ineditismo das técnicas empregadas e/ou análise de elementos e isótopos não convencionalmente utilizados (enxofre, mercúrio e ferro, por exemplo) (Sansjofre et al. 2011, 2014, Sial et al. 2016, Caxito et al. 2012, 2018, Paula-Santos et al. 2017, 2018, Okubo et al. 2019, 2020a, Uhlein et al. 2019, Boggiani et al. 2010, Freitas et al. 2011, Piacentini et al. 2013, entre outros). Na Argentina, entre 2010 e 2020, o estudo das unidades do grupo Tandilia foi impulsionado pelas pesquisas conduzidas por

investigadores da Universidade de La Plata-CONICET, com destaque para os trabalhos de paleontologia e correlação estratigráfica (Arrouy et al. 2016, 2019), geoquímica (Gómez-Peral et al. 2014, 2017, 2018) e geologia regional (Poiré et al. 2018). No caso das unidades bolivianas (grupos Murciélagu/Tucuvaca), o nível de conhecimento ainda remonta aos trabalhos pioneiros de Litherland & Bloomfield (1981) e Litherland et al. (1986), já que ainda faltam trabalhos básicos de cartografia geológica, estratigrafia e paleontologia na região. Estudos recentes são praticamente inexistentes e se restringem a dados preliminares de geoquímica de C que reforçam a possível correlação destas unidades com o Grupo Corumbá no Brasil (Fernández-Ramírez 2009).

Conclui-se este breve histórico ressaltando a quantidade e a qualidade que os trabalhos resultantes de diferentes grupos científicos têm atingindo nos últimos anos. O alto padrão observado é claramente produto da evolução das pesquisas desenvolvidas nas distintas sucessões neoproterozoicas (especialmente ediacaranas) do continente ao longo dos últimos anos, principalmente dos estudos conduzidos por pesquisadores de universidades brasileiras, argentinas e uruguaias. Neste sentido, o maior intercâmbio entre pesquisadores internacionais, observado a partir de 2000, seguramente contribuiu para o aumento nos índices de qualidade da produção científica do Pré-cambriano da América do Sul e de aceitação da mesma ao redor do mundo. Ainda que reste muito a ser feito, este esforço conjunto possibilitou colocar o nível de conhecimento de nossas sucessões em pé de igualdade com outras unidades ediacaranas africanas, europeias, norte americanas e asiáticas.

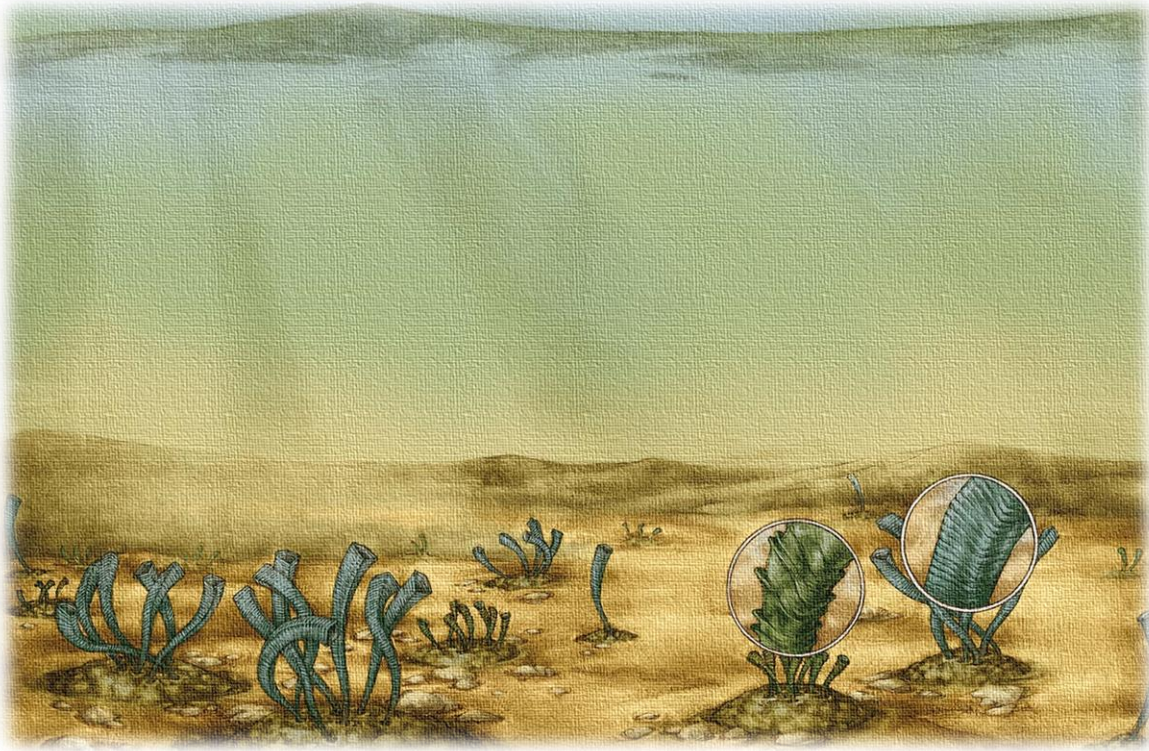
1.2 Organização da tese

Esta tese está organizada de maneira a apresentar o estado da arte dos estudos geológicos e geobiológicos do registro sedimentar do Período Ediacarano na América do Sul. Adicionalmente, busca apresentar a contribuição do candidato a este tema, destacando suas publicações em periódicos internacionais voltadas ao entendimento de questões referentes à geobiologia, evolução de bacias, sedimentologia, paleontologia, geoquímica e reconstituição paleogeográfica de sucessões sedimentares que se depositaram durante o final da Era neoproterozoica. Ressalta-se que a maioria dos resultados apresentados neste volume se refere à principal linha de pesquisa do candidato, bem como a orientações de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado, e projetos coordenados pelo candidato (ou dos quais o

candidato fez parte como pesquisador associado). Os resultados, interpretações e conclusões presentes nesta tese são, portanto, produto de 14 anos de pesquisas voltadas ao entendimento das principais problemáticas tectono-sedimentares, paleoclimáticas e bioevolutivas presentes no período Ediacarano, especialmente em sua fase terminal (550 Ma a 541/538 Ma).

Seguindo à introdução da tese, o segundo capítulo apresenta uma breve contextualização da Era Neoproterozoica, com ênfase no Período Ediacarano e nas importantes inovações geológicas, climáticas e biológicas que ocorreram neste intervalo do tempo geológico. O terceiro capítulo se dedica à descrição das diferentes unidades ediacaranas do continente sul-americano, considerando o atual estágio do conhecimento de cada uma delas, e enfatizando as contribuições do candidato para a caracterização das mesmas. Como será oportunamente explicado nos capítulos 3 e 4, esta tese tratará com maior detalhe das sucessões ediacaranas dos grupos Itapucumi (PY), Bambuí (BR) e La Providencia (AR), as quais foram os principais focos das pesquisas conduzidas pelo candidato até o presente momento. Secundariamente, serão destacados os resultados obtidos nos grupos Corumbá (BR), Jacadigo (BR) e Jaibaras (BR). Demais unidades Ediacaranas, tais como bacias do estágio de transição da Plataforma Sul-Americana (BR), Grupo Araras (BR), Grupo Murciélagos/Tucavaca (BO) e unidades de idade incerta no Uruguai (Grupo Arroyo de Soldado), serão abordadas com menor detalhe, limitando-se à análise crítica dos principais trabalhos já publicados.

Após o capítulo 3, é então apresentada (capítulo 4) a lista completa dos projetos e publicações do candidato que estão diretamente relacionadas ao tema desta tese e que, portanto, se referem às unidades detalhadas no capítulo anterior. Neste capítulo, toda a produção científica apresenta-se sistematizada com cores e gráficos que facilitam o entendimento por parte do leitor. Finalmente, são apresentadas as conclusões obtidas (capítulo 5) e as perspectivas futuras para a principal linha de pesquisa do candidato (capítulo 6).



Vida nas plataformas Ediacaranas - Ilustração de Sandro Castelli

2. Natureza do registro geológico da Era neoproterozoica e do Período Ediacarano

Os últimos 220 milhões de anos entre o Período Toniano (1000-720 Ma) e o Éon Fanerozoico (541 Ma-recente) compreenderam o intervalo de tempo em que se processaram as mais importantes mudanças climáticas, biológicas e tectônicas vistas no registro geológico do Planeta (Fig. 1, Kirschvink 1992, Grotzinger et al 1995, Knoll 2000). Durante os períodos Criogeniano (720-635 Ma) e Ediacarano (638-541 Ma), uma das principais modificações documentadas é a drástica alteração no ciclo biogeoquímico do carbono, evidenciada por incursões positivas e negativas nos isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ as quais foram correlacionadas a eventos de glaciação extrema em baixas latitudes (Kaufman & Knoll 1995, Kaufman et al. 1997, Hoffman et al. 1998, Hoffman & Schrag 2002), à crise na diversidade dos estromatólitos (Ridding 2006) e à origem e diversificação dos metazoários (Knoll & Carrol 1999). Estável desde cerca de 900 Ma, o supercontinente Rodínia inicia seu processo de fragmentação, provocando a separação de diversos blocos e núcleos cratônicos gerados antes e durante a

Orogenia *Grenville*, entre 1.190-950 Ma (Hoffman 1999, Tohver et al. 2005). A distensão própria do processo de fragmentação, ocorrido entre 746 a 580 Ma, foi acompanhada por subsidência generalizada, induzindo a formação de inúmeras pequenas bacias rifte ao longo do Supercontinente Rodínia (Hoffman 1999, Trompette 2000, Eyles & Januszcak 2004, Halverson 2005). A evolução do processo distensivo resultou em significativa subsidência térmica e inundação de grandes porções das margens passivas e áreas intracontinentais dos recém-formados continentes, possibilitando a deposição de espessas sucessões mistas (Eyles & Januszcak 2004).

Acompanhando o início, meio e fim deste quadro de evolução tectônica, entre formação e ruptura de Rodínia e colagem de Gondwana, ao menos três glaciações de extensão global podem ter ocorrido (veja Fig. 1 para detalhes, Hoffman et al. 1998, Hoffman & Schrag 2002). As glaciações Sturtiniana (715-660 Ma), Marinoana (650-635 Ma) e Gaskiers (~580 Ma), possivelmente atingiram latitudes equatoriais e promoveram o congelamento de quase todas as áreas emersas e oceânicas do planeta. Este cenário é respaldado por uma série de evidências, com destaque para a existência de depósitos glaciais depositados em baixa latitude e sucedidos por sucessões de carbonatos marcadas por variações negativas nos isótopos de carbono, à exemplo das formações Abu Mahara e Hadash em Omã, formações Nantuo e Doushantuo, China, e formações Puga e Bocaina, Brasil (ver Figs. 1 e 2, Kirschvink 1992, Kaufman et al. 1997, Hoffman et al. 1998, Hoffman & Schrag 2002).

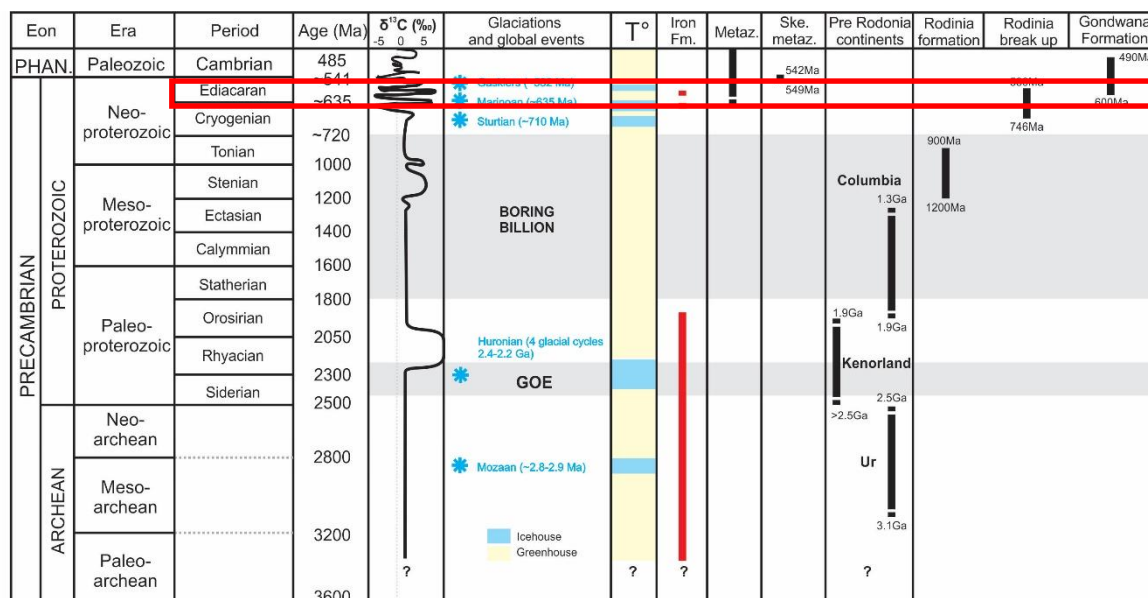


Figura 1 – Eventos tectônicos, climáticos e bioevolutivos mais importantes do Pré-cambriano. O Período Ediacarano da Era Neoproterozoica encontra-se destacado em vermelho. PHAN - Fanerozoico, Fm. - Formação, Metaz. - metazoários, Ske. – Esqueletais, GOE – Great Oxidation Event. Figura baseada em Warren et al. (2015), com dados de Williams et al. (1991), Grotzinger et al. (1995), Grotzinger & James (2000), Rogers & Santosh (2003), Bartley & Kah (2004), Halverson et al. (2005), Tohver et al. (2006), Li et al. (2008), Cordani et al. (2010), Tohver et al. (2010), Cox et al. (2013), Rasmussen et al. (2013), Roberts (2013), Young (1998, 2013, 2015, 2018).

De acordo com a hipótese atualmente mais aceita (*Snow-Ball Earth*), um grande distúrbio térmico causado pelo aumento do albedo e das taxas de intemperismo continental, seguido da fragmentação de Rodínia, resultou em queda no CO₂ atmosférico e início de um processo de resfriamento global retroalimentado. Este processo seria o responsável pela diminuição das temperaturas globais a até cerca de -50 °C (Walker 2003) e pela consequente deflagração de glaciações extremas, nas quais banquisas atingiam latitudes equatoriais e tamponavam por completo as áreas oceânicas (Hoffman & Schrag 2002). Abaixo desta espessa capa de gelo, a ausência de luminosidade resultou na diminuição brusca da produtividade primária de organismos fotossintetizantes, o que deflagrou a instalação de uma condição de anoxia global. Esta queda na bioprodutividade é em grande medida fundamentada pela queda da curva do carbono para patamares inferiores a -5‰, e também pela presença de grande quantidade de ferro não oxidado em solução (Cox et al. 2013).

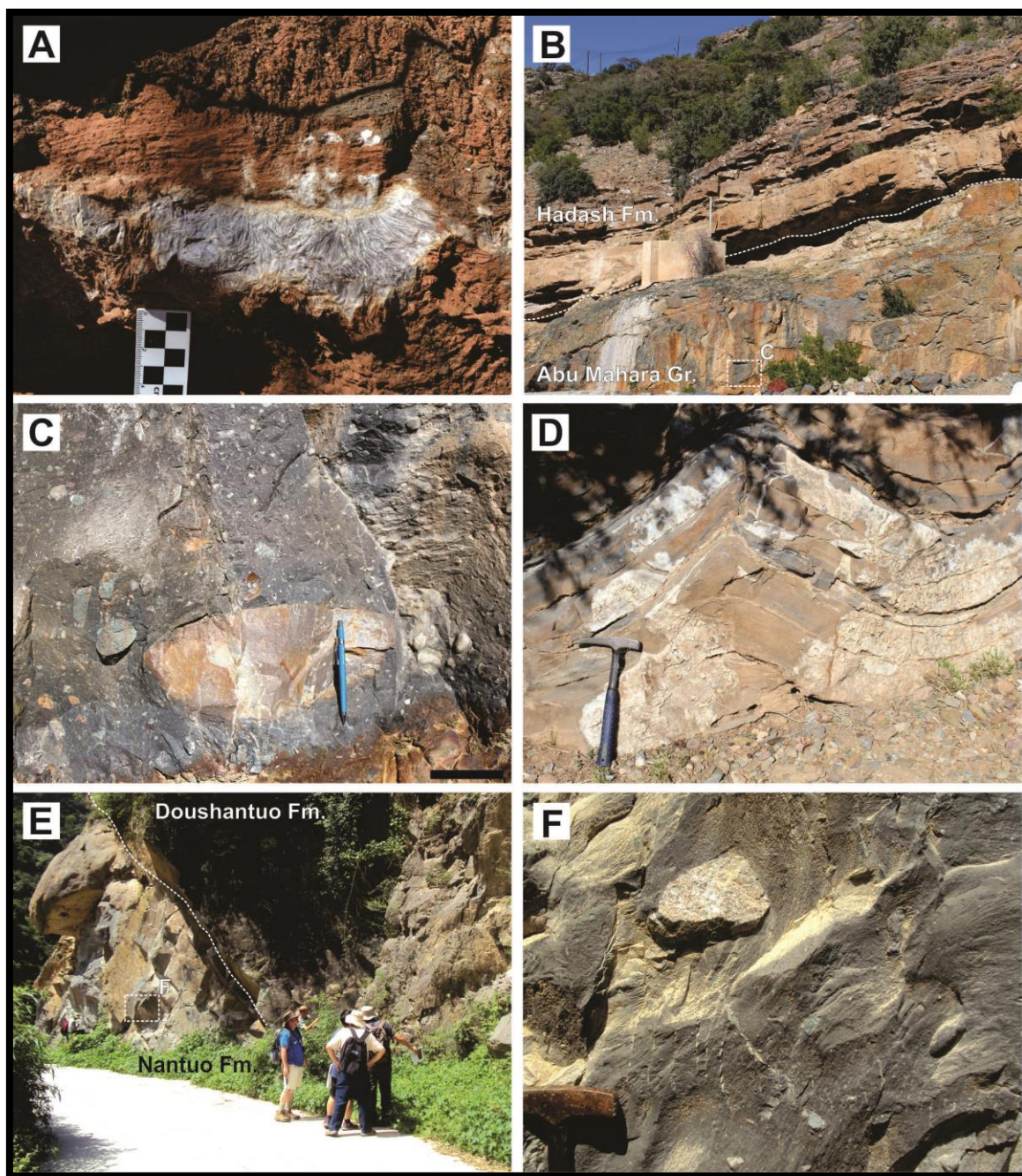


Figura 2 – Depósitos e facies sedimentares relacionados às glaciações neoproterozoicas ao redor do mundo. A – Detalhe de cristais de barita em capa carbonática marinoana na base da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí (cidade de Januária, Minas Gerais, Brasil). B – Contato entre tilito glacial da Formação Abu Mahara (abaixo) e capa carbonática marinoana da Formação Hadash, acima (Omã). C – Detalhe de B mostrando a grande variedade de clastos com litologias e tamanhos distintos, Formação Abu Mahara. D – Detalhe de *mega-ripple* presente na capa carbonática marinoana da Formação Hadash, Omã. E – Contato abrupto entre tilitos da Formação Nantuo e carbonatos da Formação Doushantuo, China. A Formação Doushantuo é reconhecida mundialmente por seu conteúdo fóssil, incluindo acritarcas acantomórficas, algas multicelulares e metazoários da Biota de Miaohé preservados em chert, folhelho e fosforito. F - Detalhe de E mostrando o baixo arredondamento dos clastos do diamictito glacial da Formação Nantuo, China. Fm. – Formação, Gr. – Grupo. O martelo em D e F tem 33 cm de comprimento e a lapiseira em C tem 12 cm de comprimento.

Com o passar de dezenas de milhares de anos e a continuidade dos processos tectônicos abaixo da calota de gelo, o CO₂ de origem vulcânica acumulado passou a escapar por fissuras no gelo, aumentando novamente a concentração deste gás na atmosfera (Hoffman et al. 1998). O aumento do efeito estufa finalmente seria o responsável pelo encerramento do ciclo de glaciação e derretimento das banquisas e calotas, promovendo a reoxigenação dos oceanos e a entrada anômala de sedimento e nutrientes provindos da erosão dos continentes recém expostos (Hoffman & Schrag 2002). Aparentemente, a formação das capas pós-eventos de *Snow-Ball Earth*, com suas fácies sedimentares incomuns (Fig. 2), está intrinsicamente relacionada à supersaturação dos oceanos em íons Ca²⁺, o que resultou na rápida precipitação de carbonatos sobre os depósitos glaciais anteriores (James et al. 2001, Nogueira et al. 2003). Com o retorno de condições fólicas e o aquecimento das águas, a produtividade primária volta a crescer, restabelecendo a base de todas as cadeias tróficas do oceano Ediacarano (Knoll & Carrol 1999), a oxigenação das águas e a precipitação do Fe²⁺ em solução (Cox et al. 2013).

Estudos recentes têm demonstrado que existe uma relação de causa e efeito entre a origem dos primeiros animais, há cerca de ~565 Ma, e o término do último evento de *Snowball-Earth* do Período Ediacarano (Glaciação *Gaskiers*, ~580 Ma). A reoxigenação, bem como a entrada anômala de sedimento e nutrientes nos mares (Brasier 1990, Waggoner 2003), possivelmente atuou como um importante condicionante evolutivo para a sustentação e irradiação de vida complexa no planeta (Araújo et al. 2014). A mudança causada pelo aparecimento dos primeiros animais teve profundas implicações para os ecossistemas primitivos (Bengston 2002, Riding 2006), para a configuração do substrato marinho (Seilacher 1999), para a taxa de dispersão sedimentar e para as modificações na química das águas dos oceanos Ediacaranos (Cui et al. 2016a, b). No entanto, o surgimento de vida complexa no planeta não parece ter ocorrido em um único evento (LaFlamme et al. 2013), mas sim em três pulsos evolutivos representados pelas assembleias fósseis de Avalon (575-560 Ma), White Sea (560-550 Ma) e Nama (550-538 Ma). Os primeiros organismos da assembleia Avalon estão particularmente bem preservados na floresta de Charnwood, Reino Unido, e no Grupo Conception, Newfoundland, Canada, e são basicamente representados por frondes e espécimes sésseis preservados *in situ* em ambiente marinho profundo (Narbonne 1998, 2005). É importante ressaltar que estes organismos são temporalmente correlatos à

Assembleia Lantianiana na China, e aparecem no registro cerca de 5 Ma após o último evento glacial do Ediacarano, a glaciação Gaskiers (580 Ma, Droser & Gehling 2015). A segunda assembleia Ediacarana surge simultaneamente ao desaparecimento da assembleia de Avalon e ocorre principalmente na Costa Branca da Federação Russa (*White Sea Coast*) e nas montanhas Flinders na Austrália. A assembleia White Sea apresenta maior diversidade taxonômica que sua antecessora e é exclusivamente representada por uma série de organismos sésseis e vágéis que viviam em condições de águas pouco profundas, fóticas e em associação com esteiras microbiais (Grazhdankin & Gerdes 2007, Droser & Gehling 2015). A assembleia fóssil Nama, de ocorrência mais recente, foi originalmente descrita no grupo homônimo na Namíbia (Germs 1972), mas também ocorre bem representada na China, Omã, Brasil e Paraguai (Beurlen & Sommer 1957, Conway Morris et al. 1990, Amthor et al. 2003, Warren et al. 2011). Aparentemente, apresenta menor variedade taxonômica que a assembleia White Sea e sua principal característica é o aparecimento dos primeiros animais sésseis com exoesqueletos calcificados e orgânicos (Wood 2011, Warren et al. 2011, 2012).

O desenvolvimento dos primeiros organismos metazoários para animais com exoesqueleto, ao redor de 550Ma (Grotzinger et al. 1995), representa uma inovação evolutiva que também resultou em profundas mudanças na dinâmica do planeta, dentre as quais: 1) o desenvolvimento de proteção contra predação (Hua et al. 2003); 2) exploração de novos nichos ecológicos (Wood 2011); 3) inovações na arquitetura de plataformas carbonáticas (Penny et al. 2014); 4) formação dos primeiros depósitos de bioclastos (Warren et al. 2014) e, 5) mudanças drásticas na composição do substrato marinho (Pratt 1982). Apesar das conhecidas implicações ecológicas e sedimentares decorrentes do aparecimento dos primeiros animais portadores de esqueleto, tais como os organismos *Shaanxilites*, *Conotubus*, *Cloudina* e *Corumbella*, as causas de tal inovação evolutiva ainda não são plenamente conhecidas. Diversas hipóteses são aventadas para o início da formação de esqueleto em metazoários, dentre as quais se destaca a pressão seletiva pela predação (Hua et al. 2003), o mecanismo para aumento da eficiência na alimentação (Wood et al. 2011) e a variação geoquímica da água (Lowenstam & Weiner 1989). Recentemente, dados bioestratigráficos e geocronológicos evidenciaram que *Cloudina* e *Namacalathus* avançam para o início do Período Cambriano, comprovando que ao menos 2 espécies de animais

Ediacaranos adentram o Éon Fanerozoico (Linnemann et al. 2018, Yang et al. 2021, Park et al. 2021).

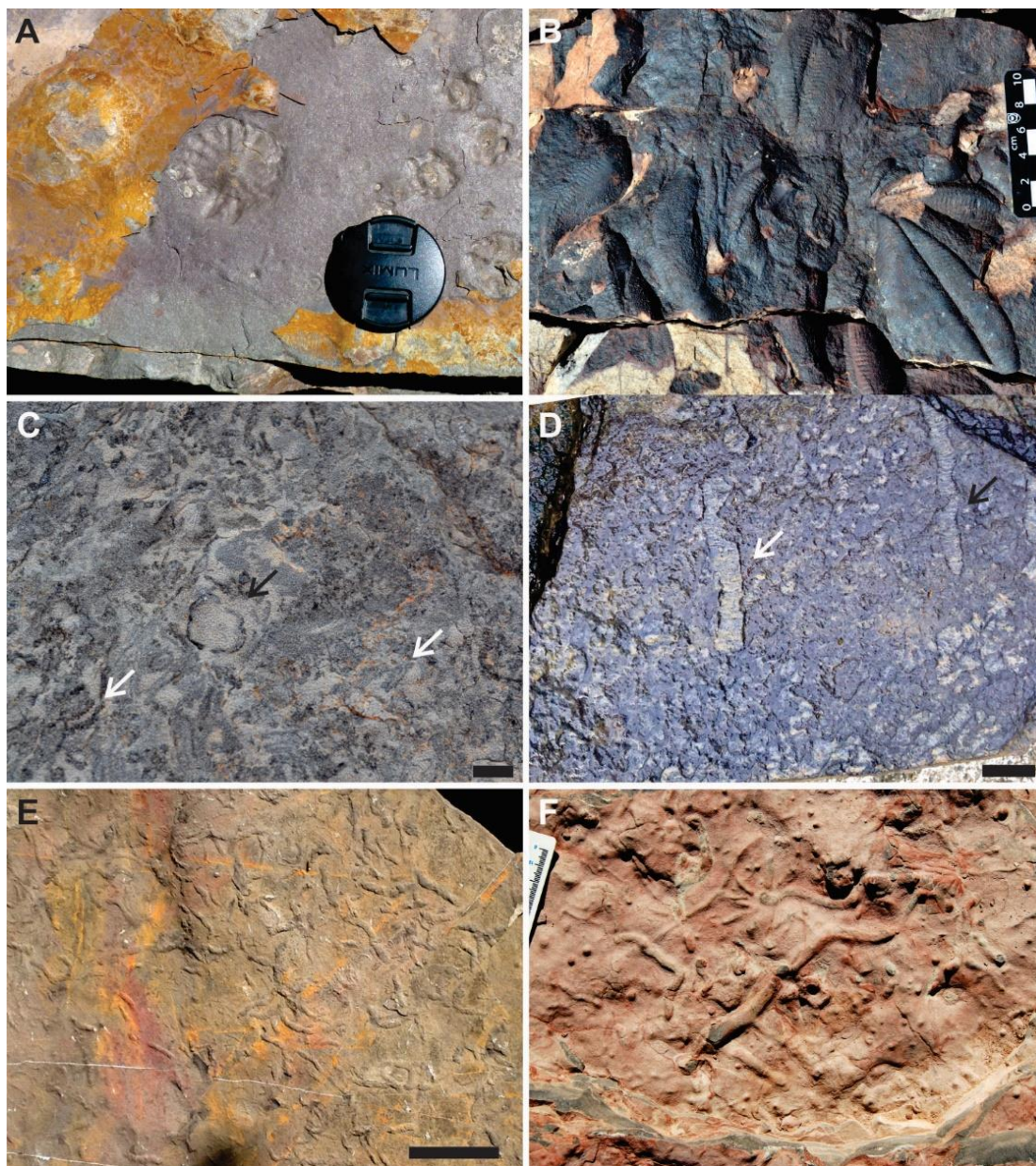


Figura 3 – Organismos fósseis e icnofósseis das assembleias Ediacaranas White Sea e Nama. A – Estruturas discóides da Formação Cerro Negro, Argentina, em epirrelevo negativo (não ornamentado) e positivo (com ornamentações radiais e tubo no centro). B – Diversos espécimes sobrepostos de *Pteridinium*, Grupo Nama, Namíbia. C – Detalhe de espécime isolado de *Namacalathus* (seta preta) em meio a aglomeração de carapaças parcialmente fragmentadas de *Cloudina*, Grupo Nama, Namíbia. D – Detalhe de molde (seta branca) e contramolde (seta preta) de exemplar de *Sinotubulites*, Formação Dengying, China. E – Alto grau de bioturbação por *Yichnus levis* abaixo de esteira microbiana, Formação Dengying, China. F – Exemplo de Treptichnideo em meio a alta densidade de icnofósseis complexos, Formação Tagatiya Guazu, Paraguai. A tampa de máquina fotográfica em A tem 6 cm de comprimento, a escala tem 1 cm de comprimento em C e 15 cm em D.

3. O registro sedimentar do Período Ediacarano na América do Sul

A América do Sul (Fig. 4) figura entre os continentes que apresentam o mais completo registro sedimentar do Período Ediacarano do mundo. Ao menos 11 unidades litoestratigráficas no Brasil, Paraguai e Argentina (e duas unidades supostamente no Uruguai), apresentam evidências geocronológicas, paleontológicas e/ou paleomagnéticas que permitem atribuir com segurança idade ediacarana para, ao menos, parte de sua sucessão sedimentar (ver Fig. 4), a saber: grupos Corumbá (formações Bocaina, Tamengo e Guaicurus – BR), Araras (formações Mirassol do Oeste, Guia, Serra do Quilombo e Nobres – BR), Bambuí (formações Jequitai/Carrancas, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré – BR), Jacadigo (Formação Banda Alta – BR), Grupos Sierras Bayas e La Providencia (Sistema Tandilia, formações Colombo, Cerro Largo, Olavarría, Loma Negra, Alicia e Cerro Negro – AR), Grupo Itapucumi (formações Camba Jhopo, Tagatiya Guazu e Cerro Curuzu - PY), e bacias do estágio de transição da plataforma sul-americana (Jaíbaras, Camaquã, Itajaí, Castro, Eleutério e bacias menores – BR).

Entre as unidades potencialmente ediacaranas para as quais faltam dados geocronológicos, geoquímicos e/ou paleontológicos que permitam atribuir tal idade, destacam-se: bacias possivelmente correlatas à unidades basais do Grupo Bambuí (bacias de Rio Preto, Seridó, Rio Pardo e grupos Miabas/Vaza Barris, Ubajara e Uma); unidades uruguaias, como os Grupo Arroyo del Soldado (formações Yermal, Polanco e Cerro Espuelitas), formações Barriga Negra e bacias de Cerros de Aguirre e Playa Verde (neste último caso, incluindo as formações Playa Hermosa, Las Ventanas e San Carlos), e, finalmente, Grupo Murciélagos/Tucavaca (Formação Pororó, BO).

A Figura 5 apresenta a correlação crono, quimio e bioestratigráfica das unidades Ediacaranas da América do Sul e o Anexo 1 (tabela síntese) resume as características estratigráficas, paleontológicas, geoquímicas e geocronológicas destas unidades.

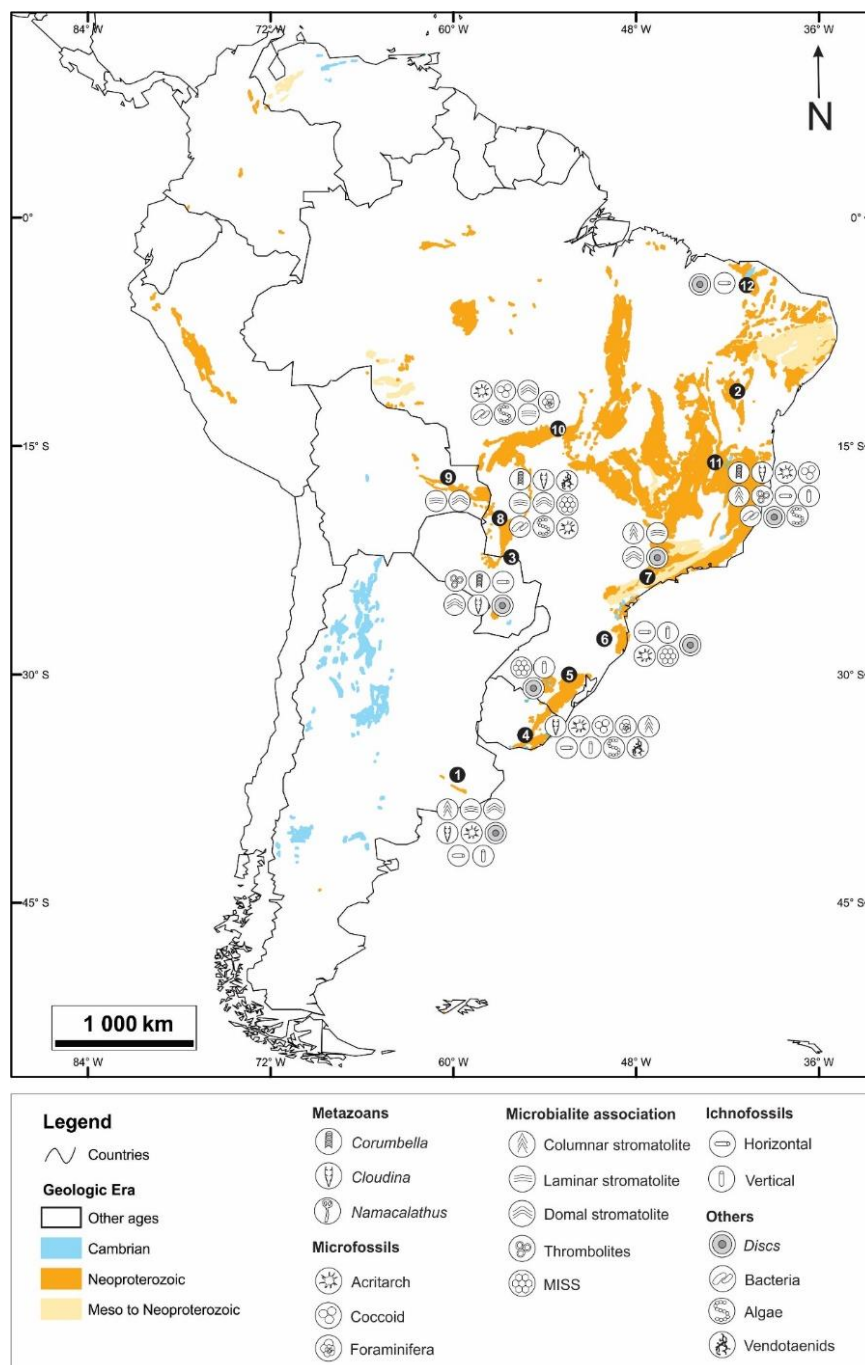


Figura 4 – Mapa de localização das principais unidades sedimentares do Proterozoico ao Cambriano (Fanerozoico) da América do Sul, com destaque para as unidades Ediacaranas detentoras de conteúdo paleontológico significativo. 1 - Sistema Tandilia, Grupo La Providencia (AR), 2 – Bacia de Irecê (BR), 3 – Grupo Itapucumi, Formação Tagatiya Guazu (PY), 4 – Grupo Arroyo del Soldado, Formação Barriga Negra e bacias de Cerros de Aguirre e Playa Verde (UR), 5 – Bacia Camaquã, grupos Santa Barbara e Bom Jardim (BR), 6 – Bacia Camarinha (BR), 7 – Bacia Itajaí (BR), 8 – Grupo Corumbá, formações Bocaina, Tamengo e Guaicurus (BR), 9 – Grupo Murciélagos/Tucavaca (BO), 10 – Grupo Araras (BR), 11 – Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas (BR), 12 – Bacia do Jaibaras (BR). Modificado de Inglez et al. 2018 e baseado em Sommer (1971), Ciguel et al. (1992), Netto et al. (1992), Paim et al. (1997), Aceñolaza (2004), Zucatti da Rosa (2005), Drefahl & Silva (2007), Netto (2012), Warren et al. (2011, 2014), Barroso et al. (2014), Sanchez (2014), Arrouy et al. (2016), Inglez et al. (2016).

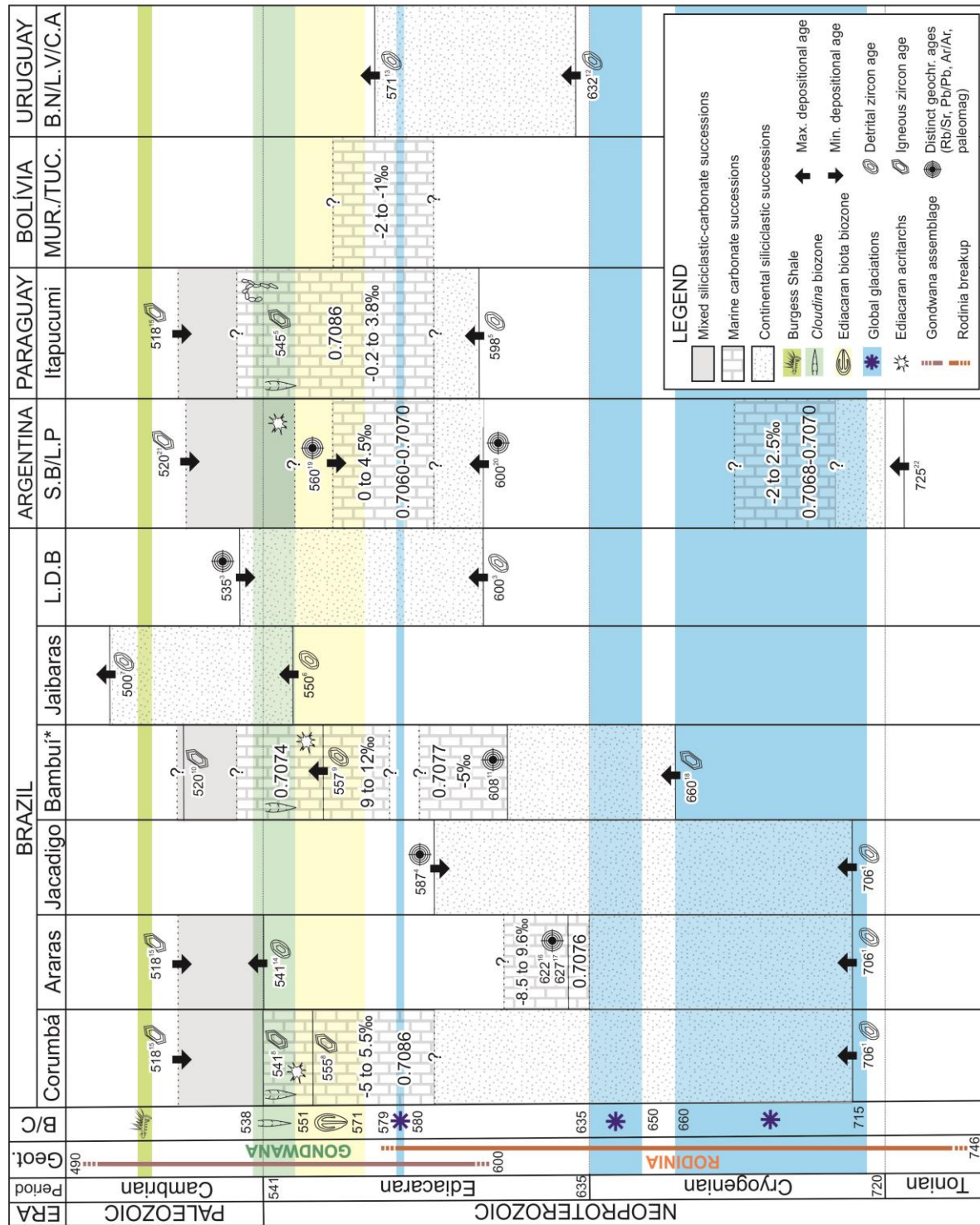


Figura 5 - Correlação lito, crono, químico e biostratigráfica das sucessões Ediacaranas da América do Sul. Dados geocronológicos compilados de: 1 - Babinski et al. 2013; 2 - Babinski et al. (2007); 3 - Almeida et al. (2010), e referências associadas; 4 - Piacentini et al. (2013); 5 - Warren et al. (2019b); 6 - Araújo et al. (2012); 7 - Cerri et al. (em revisão); 8 - Parry et al. (2017); 9 - Paula-Santos et al. (2015); 10 - Moreira et al. (2020); 11 - Caxito et al. (2018); 12 - Denarco et al. (2019); 13 - Hartmann et al. (2002); 14 - Bandeira et al. (2012); 15 - McGee et al. (2012); 16 - Romero et al. (2013); 17 - Babinski et al. (2006); 18 - Pedrosa-Soares et al. (2011); 19 - Gómez-Peral et al. (2018); 20 - Rapalini et al. (2013); 21 - Tohver et al. (2012); 22 - Kawashita et al. (1999). Dados geoquímicos compilados de: Sial et al. (2016), Gómez-Peral et al. (2017, 2018), Warren et al. (2019). L.D.B. - Late Distensive Basins; S.B/L.P. - Sierras Bayas/La Providencia; MUR./TUC. - Murciélagu/Tucavaca; B.N/L.V/C.A. - Barriga Negra/Las Ventanas/Cerro de Aguirre; Geot. - Geotectonic Events; B/C - Bioevolutionary and Climatic Events; Bambuí* - Incluindo Grupos Una, Ubajara, Rio Preto e Miaba.

3.1 Rifteamento do supercontinente Rodínia e origem das bacias ediacaranas

De modo geral, as unidades sedimentares ediacaranas (Fig. 4 e 5) que abrangem grandes extensões aflorantes no território sulamericano têm sua gênese, direta ou indiretamente, associada à deposição nas porções internas ou paleomargens dos crátons oriundos da fragmentação do supercontinente Rodínia e consolidação do supercontinente Gondwana (Trompette 2000, Eyles & Januszczak 2004, Figura 1). Estas unidades comumente constituem sucessões sedimentares mistas, caracterizadas por formações essencialmente carbonáticas intercaladas com unidades siliciclásticas. Frequentemente, as unidades basais destas bacias (ex.: formações Puga e Cerradinho, no Grupo Corumbá; Urucum, no Grupo Jacadigo; Vallemi, no Grupo Itapucumi; e Jequitá/Carrancas, no Grupo Bambuí) são constituídas exclusivamente por depósitos terrígenos (Fig. 6A) depositados em leques aluviais, fan deltas, rios e lagos (Boggiani 1998, Warren 2011, Freitas et al. 2016). Estes sistemas essencialmente continentais se desenvolveram em bacias extensionais, formadas em resposta aos eventos de extensão e subsidência mecânica que ocorreram nos crátons Amazônico e Apa e na borda sul do cráton do São Francisco entre 736 e 580 Ma (Hoffman 1999, Trompette 2000, Gaucher et al. 2003, Uhlein et al. 2016, Warren et al. 2019a). Por fim, ocorrências localizadas de rochas vulcânicas básicas associadas a estes depósitos evidenciam que boa parte das bacias distensivas apresentaram exsudação de material mantélico durante sua abertura constituindo, portanto, riftes ativos (Warren et al. 2019a).

A evolução dos esforços distensivos acarretou a formação de alguns riftes de direção E-W de grandes dimensões, os quais geraram significativo espaço de acomodação que foi preenchido por espessas sucessões sedimentares que superaram os 800 m de espessura (Freiras et al. 2016), a exemplo do Grupo Jacadigo, no Brasil, e seu correlato possível boliviano, o Grupo Boqui (Litherland et al., 1986). No caso específico destas unidades, as sucessões basais essencialmente siliciclásticas, depositadas em contexto de leques aluviais, rios e lagos (Formação Urucum, com 400m de espessura), são sucedidas por formações ferríferas mistas depositadas em lagos tectônicos profundos (Formação Córrego das Pedras, com 100m de espessura). Sobre os depósitos de formações ferríferas bandadas, uma espessa sucessão de jaspilitos que representa o clímax da fase rifte (Fig. 6B) (300m, correspondente à Formação Banda Alta, Dorr 1945, Urban et al. 1992, Freitas et al. 2016) encerra a sucessão sedimentar

da bacia. Apesar da escassez de fósseis nestas unidades depositadas em bacias de rifte (à exceção de microfósseis do tipo *vase-shaped* encontrados em extraclastos da Formação Urucum, Moraes et al. 2017), idades K-Ar, em diques básicos discordantes, e $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, em cristais de criptomelano nos BIF's, indicam idades deposicionais máximas e mínimas de 889 ± 44 Ma e 587 ± 7 Ma, respectivamente (Hasui & Almeida 1970, Piacentini et al. 2013).

Simultaneamente aos esforços distensivos que resultaram na formação de grabens, meio-grabens e calhas tectônicas (Trompette et al. 1998, Boggiani et al. 2010, Campanha et al. 2011, Warren et al. 2019a), eventos de expressão global relacionados à Glaciação Marinoana (~635Ma) afetaram a sedimentação nestas bacias, condicionando principalmente sua arquitetura e o estilo deposicional presente nas mesmas. Múltiplas evidências, como idades relativas e absolutas obtidas pela datação de zircões detríticos, relações estratigráficas, e valores de razões $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ e de isótopos de C de capas carbonáticas depositadas imediatamente acima de diamictitos (Freitas et al. 2011), sugerem depósitos associados ao final da glaciação ocorrida no fim do Período Criogeniano (Figura 6C, Boggiani et al. 2003, Alvarenga et al. 2004, Font et al. 2006, Caxito et al. 2012, Babinski et al. 2013). As unidades litoestratigráficas enquadradas neste contexto são (Fig. 5): 1) Formação Puga, nas porções sul e norte da Faixa Paraguai (Font et al. 2006, Babinski et al. 2013); 2) Possivelmente, camadas de afinidade glacial (Fig. 6C) na Formação Banda Alta, Grupo Jacadigo (Alvarenga & Trompette 1992, Freitas et al. 2011); 3) Formação Jequitaí e, por correlação, Formação Bebedouro, na porção sul do cráton do São Francisco (Figueiredo et al. 2009, Caxito et al. 2012, Alvarenga et al. 2014, Uhlein et al. 2016); 4) Formação Mirassol do Oeste, Grupo Araras (Nogueira et al. 2003, 2007); 5) Formação Colombo, Grupo Sierras Bayas (Gomez-Peral et al. 2014, 2017).

No que concerne à Formação Puga (Fig. 6D), interpretada como de origem glacial (Alvarenga & Trompette 1992), inexiste literatura que associe a deposição desta unidade a um evento tectono-sedimentar específico (a exceção de breve menção em Freitas et al. 2011 e Moraes et al. 2017). No entanto, o fato desta unidade apresentar distribuição irregular em mapa e ocorrer em contato erosivo sobre rochas paleoproterozoicas do embasamento, e imediatamente abaixo de unidades carbonáticas mais novas (Fm. Mirassol do Oeste do Grupo Araras e Bocaina do Grupo Corumbá, Nogueira et al. 2003, Campanha et al. 2011), permite situá-la estratigraficamente no mesmo intervalo das formações Cerradinho e Cadiuéus

(Grupo Corumbá), Vallemi (Grupo Itapucumi) e Banda Alta (Grupo Jacadigo, Fig. 5). Idades U-Pb obtidas a partir de zircões detríticos da Formação Puga indicam deposição mais nova que 706 ± 9 Ma, sugerindo possível relação com o evento de glaciação global Marinoano (730 Ma, Babinski et al. 2013). Dados U-Pb SHRIMP em zircões detríticos da Formação Vallemi revelaram idades de deposição mais antigas que 603 ± 11 Ma para a unidade basal do Grupo Itapucumi, reforçando a hipótese de que estas unidades são coevas (Warren et al. 2019a). Para a Formação Carrancas, idades máximas de deposição de 590 Ma foram obtidas a partir de grãos de zircão detrítico, demonstrando idades compatíveis com aquelas aferidas para as unidades localizadas nos crátons Amazônico e do Apa (Uhlein 2014).

Deste modo, considerando a idade da Formação Puga, bem como o intervalo em que se processaram os eventos tectônicos responsáveis pela abertura de grábens e riftes (aproximadamente entre 746 Ma e 580 Ma), sugere-se aqui que esta unidade (e também as formações Vallemi, no Paraguai, Jequitai/Carrancas, no Brasil, e Colombo, na Argentina), tenha se depositado nas pequenas bacias distensivas associadas à fragmentação de blocos oriundos de Rodínia (Hoffman 1999, Trompette 2000, Warren et al. 2019a, ver Fig. 7). Neste sentido, ainda inexistem estudos voltados à sedimentologia de detalhe de diamictitos interpretados como glaciais, bem como propostas de correlação das unidades basais das bacias ediacaranas (com exceção de Freitas et al. 2021). Considerando o regime tectônico em que estas bacias se formaram e seu estilo de preenchimento, considera-se que estes estudos seriam fundamentais para distinguir diamictitos gerados por processos glaciais daqueles associados a bordas de falha em bacias de rifte (Eyles & Januszczak 2007).

Em algumas localidades, unidades metamorfas e intensamente deformadas ocorrem invariavelmente associadas às unidades sedimentares terrígenas depositadas nas bacias distensivas, a exemplo do Grupo Cuiabá e da Formação Puga (Alvarenga & Trompette 1992, Campanha et al. 2011). O Grupo Cuiabá se caracteriza por ser uma sucessão essencialmente terrígena, composta por depósitos de afinidade glacial (Tokashiki & Saes 2008), que aflora na porção leste do Cráton Amazônico sob os grupos Corumbá e Araras (Almeida 1965). Apesar de sua idade incerta, as relações de contato entre o Grupo Cuiabá e a Formação Puga permitiram, por vezes, considerá-lo como variação lateral desta (Babinski et al. 2013). No entanto, devido ao baixo volume de dados geocronológicos e ao

conhecimento restrito da estratigrafia do Grupo Cuiabá, recomenda-se a separação lito e cronoestratigráfica destas duas unidades.

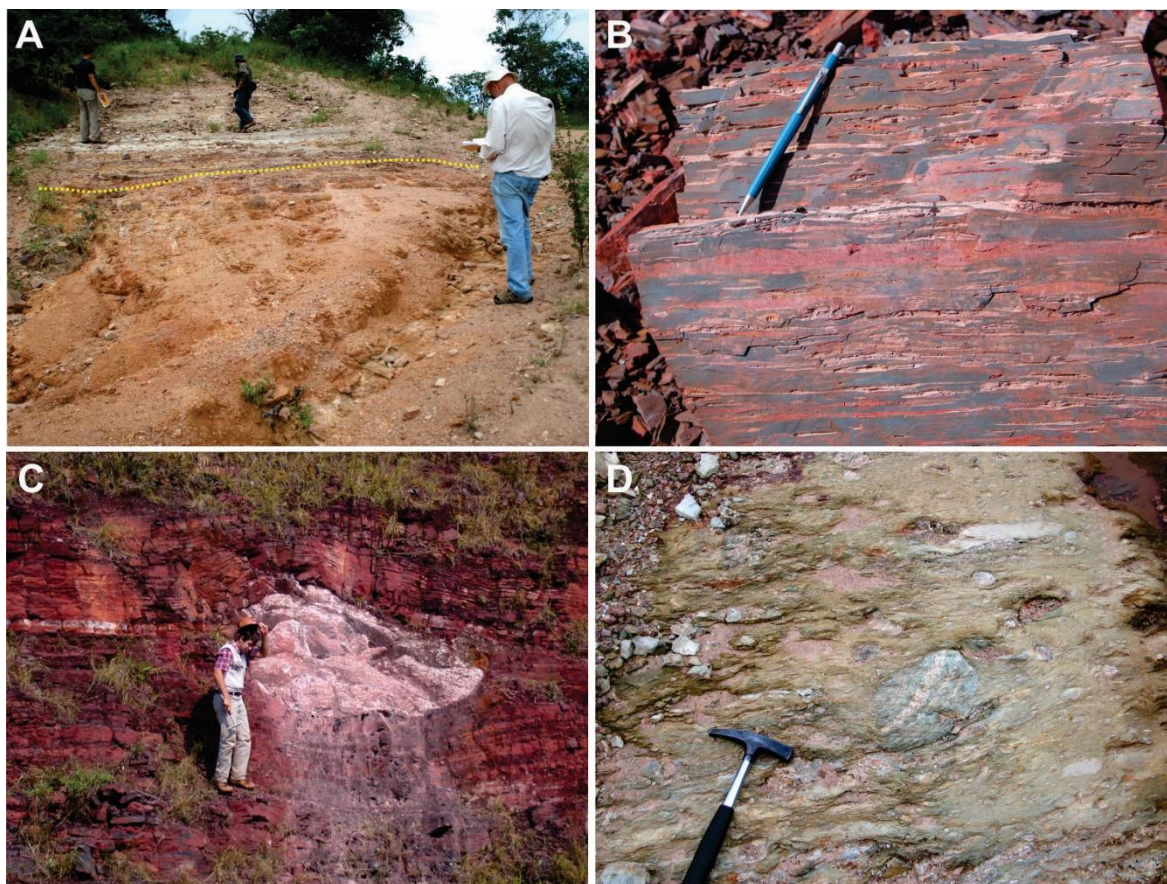


Figura 6 – Facies sedimentares características dos depósitos basais das sucessões Ediacaranas na América do Sul. A - Discordância erosiva entre o embasamento Paleoproterozoico e depósitos fluviais da Formação Cerradinho, unidade basal do Grupo Corumbá, depositada em bacias de rifte. Proximidades de Caracol, MS, Brasil. B - Detalhe de jaspilito da Formação Banda Alta, Grupo Jacadigo. Mina São Domingos, Corumbá, MS, Brasil. C - *Dropstone* em meio a jaspilitos da Formação Banda Alta, com deformação das camadas inferiores e superiores. Mina São Domingos, Corumbá, MS, Brasil. D - Detalhe de diamictito da Formação Puga interpretado como depositado em ambiente glacial. Proximidades de Bonito, MS, Brasil.

3.2 Instalação e evolução de bacias de margem passiva e bacias interiores

Os processos distensivos mais antigos que 580-600 Ma (Fig. 7) foram sucedidos por significativa subsidência térmica que propiciou a formação de extensas áreas rebaixadas de margem passiva nas bordas e porções interiores dos crátons Amazônico, Apa, São Francisco e Rio de La Plata (Hoffman 1999, Trompette 2000, Eyles & Januszczak 2004, Freitas et al. 2011, Warren et al. 2019a). A abertura de amplo espaço de acomodação possibilitou a deposição de sucessões marinhas mistas em extensas plataformas rasas que evoluíram inicialmente como rampas homoclinais cujo mergulho se direcionava ao então oceano

Clymene (Trindade et al. 2006, Warren et al. 2019a). As unidades carbonáticas e terrígenas intermediárias e de topo de diversas unidades Ediacaranas do continente sul-americano se depositaram em contexto tectono-sedimentar similar (Gaucher et al. 2003, Gomez-Peral et al. 2017, Warren et al. 2019, Fig. 5), a saber: 1) no Brasil, grupos Corumbá (formações Bocaina, Tamengo e Guaicurus, Almeida 1965, Boggiani et al. 1993, Boggiani 1998) e Araras (formações Mirassol d' Oeste, Guia, Serra do Quilombo e Nobre, Nogueira et al. 2019); 2) no Paraguai, Grupo Itapucumi (formações Camba Jhopo, Tagatiya Guazu e Cerro Curuzu, Warren et al. 2011, 2019a); 3) na Argentina, grupos Sierras Bayas e La Providencia (formações Villa Monica, Cerro Largo, Olavarria/Las Águilas, Loma Negra, Avellaneda, Alicia e Cerro Negro, Poiré & Spalletti 2005, Gómez Peral et al. 2014) e, 4) possivelmente, na Bolívia, Grupo Murciélago/Tucavaca (Formação Pororó, Litherland et al. 1986, Fernández-Ramírez et al. 2009, Sial et al. 2016).

Outras sucessões carbonáticas coevas se depositaram em contexto consideravelmente distinto, possivelmente condicionado por expressiva subsidência nas porções internas do Cráton do São Francisco, à época posicionado na região central do proto continente Gondwana (Fig. 8). Dados paleontológicos e idades radiométricas da Formação Sete Lagoas (Warren et al. 2014, Paula-Santos et al. 2015) indicam que unidades previamente interpretadas como bacias de *foreland* geradas durante a formação de Gondwana, a exemplo da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí (Dardenne 1978, Martins-Neto 2009, Uhlein et al. 2017), na realidade, são muito mais jovens do que as faixas móveis que as circundam e representam sucessões depositadas em extensas bacias interiores (Warren et al. 2014, Hippert 2018, Uhlein et al. 2019). Neste modelo, a depender da extensão da deformação litosférica, causada pela subsidência flexural ou por topografia dinâmica do manto, e da consequente conexão com o oceano, imensas áreas continentais foram inundadas pelo oceano Clymene (Trindade et al. 2006), favorecendo a deposição de sucessões intracontinentais. Idades de 520.2 ± 5.3 Ma, obtidas em zircões detríticos da Formação Serra da Saudade (estratigraficamente acima das formações Sete Lagoas, Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré), indicam que os processos de subsidência e/ou subida eustática regional que permitiram a deposição da sucessão ediacarana do Grupo Bambuí se processaram até o início do período Cambriano (Tavares et al. 2020, Moreira et al. 2020).

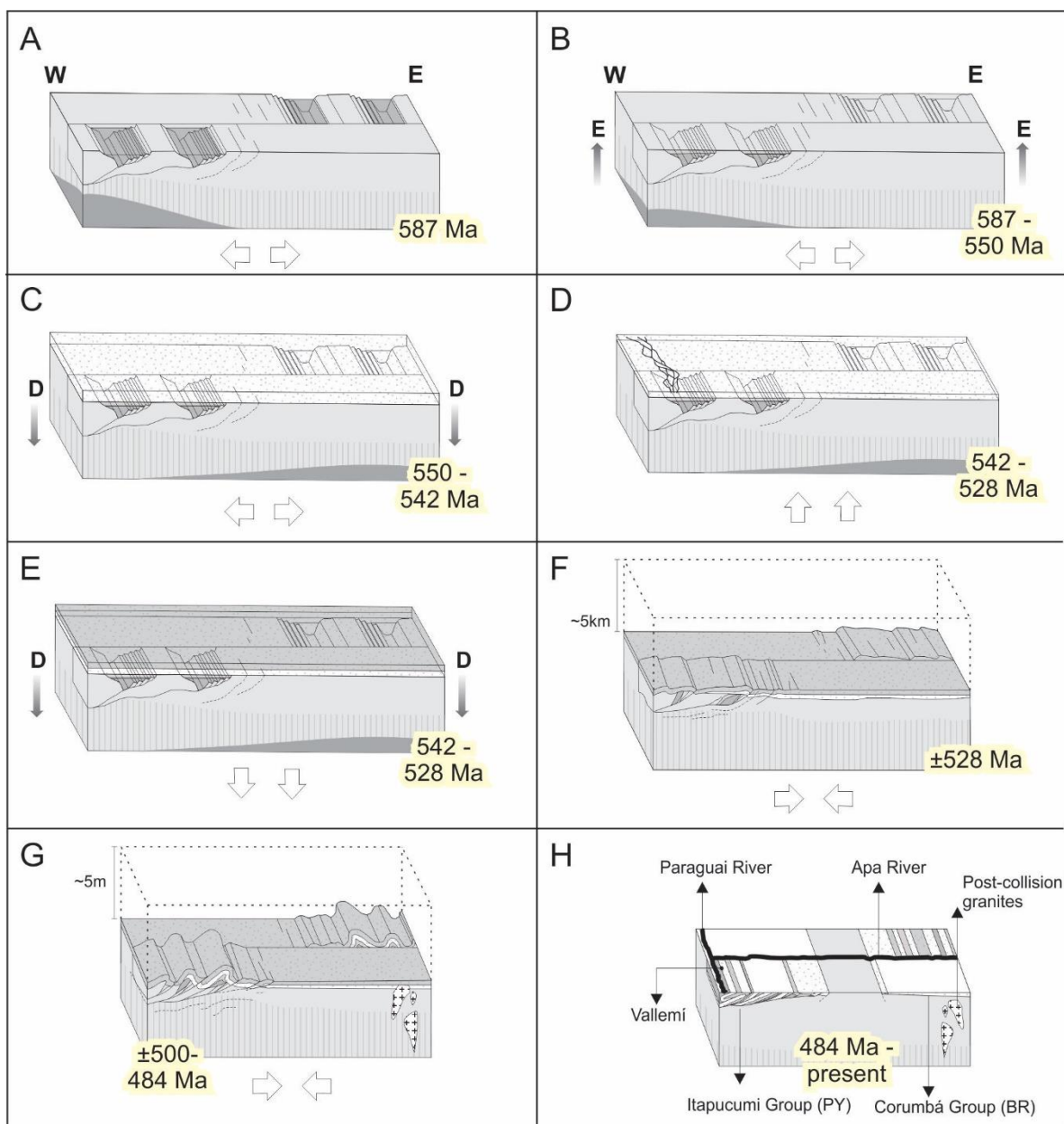


Figura 7 – Modelo de evolução tectônica e sedimentar para as bacias ediacaranas depositadas nos crátons da Amazônia/Apa (grupos Corumbá, Araras, Itapucumi e Jacadigo), marcada, inicialmente, pela deposição em pequenas bacias distensivas (A) sucedida pela instalação de extensas plataformas carbonáticas, em contexto de subsidência térmica (C, D e E). Este modelo corresponde, em linhas gerais, à evolução de grande parte das bacias ediacaranas depositadas na margem leste da massa continental denominada ProtoGondwana e dos crátons da Amazônia/Apa (veja Warren et al. 2019 para detalhes e referencias associadas).

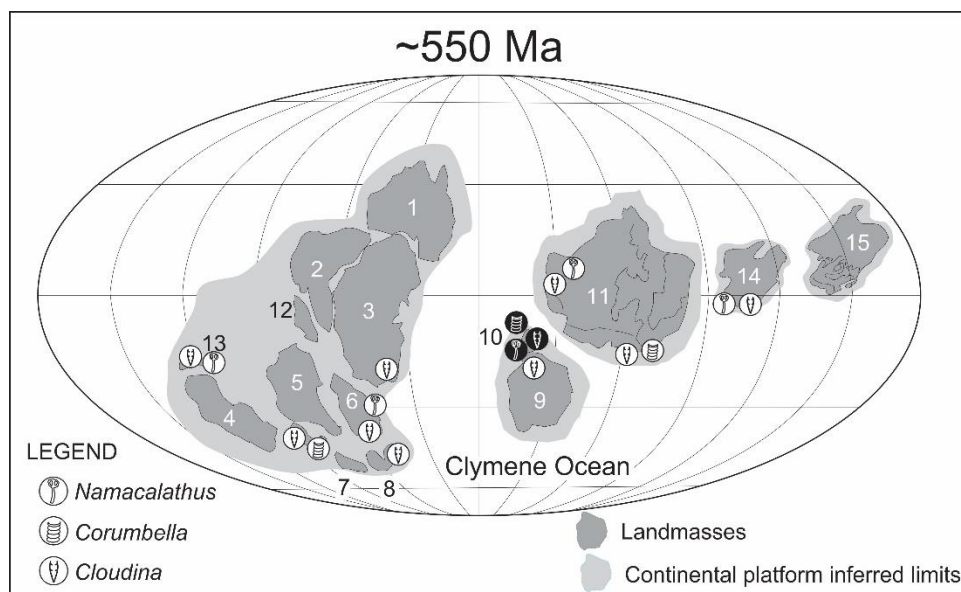


Figura 8 - Reconstrução paleogeográfica do proto continente Gondwana há 550Ma, com destaque para a ocorrência dos fósseis-guia *Cloudina*, *Corumbella* e *Namacalathus* (extraído de Warren et al. 2017. Consulte esta publicação para referências e explicações adicionais). 1 – Austrália, 2 – Índia, 3 – Antártica, 4 –África Ocidental, 5 – Congo-São Francisco, 6 – Kalahari, 7 –Paraná, 8 – Rio de la Plata, 9 – Amazônia, 10 – Rio Apa, 11 – Laurentia, 12 – Madagascar, 13 – Arábia-Nubia, 14 – Sibéria, 15 – Báltica.

Uma das características marcantes das sucessões ediacaranas marginais e intracontinentais da América do Sul é a presença de unidades essencialmente carbonáticas em sua base, as quais transicionam para sucessões mistas e, por fim, para sucessões predominantemente siliciclásticas ao topo. As sucessões carbonáticas depositadas nas margens e porções interiores dos crátons da Amazônia/Apa, São Francisco e Rio de La Plata indicam que predominava deposição em águas rasas em rampas com suave mergulho deposicional (Boggiani 1998, Poiré 2002, Gaucher et al. 2005, Warren et al. 2019a). Diversas sucessões basais das unidades carbonáticas apresentam características de capas carbonáticas pós-glaciação Marinoana (Fig. 9), com estruturas e fácies sedimentares diagnósticas, tais como: leques de aragonita e barita, *megaripples* (Fig. 9A), tubos de escape de gases (*tubestones* de Hoffman & Schrag 2002, Fig. 9B), evidências de deformação sinssedimentar em sua base (Fig. 9C, Nogueira et al. 2003) e estromatólitos de diferentes formas (Fig. 9D). No Brasil, destacam-se como capas carbonáticas Marinoanas reconhecidas (Fig. 5) as porções basais das formações Bocaina (Grupo Corumbá) e Mirassol do Oeste (Grupo Araras), sobre diamictitos da Formação Puga, e a base da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí), sobre diamictitos e rochas glaciais da Formação Jequitai e do Grupo Macaúbas

(Dardenne 1978, Nogueira et al. 2003, 2007, Vieira et al. 2007a, b, Gaucher et al. 2003, Boggiani et al. 2010, Caxito et al. 2012, Okubo et al. 2019). Em linhas gerais, as unidades carbonáticas da base das sucessões apresentam poucos metros de espessura (em geral < 10m) e representam deposição por precipitação química de carbonatos em águas relativamente profundas, durante eventos transgressivos pós-glaciação (Hoffman et al. 1998, Kennedy et al. 2001, Hoffman & Schrag 2002). As curvas de variação isotópica do carbono destas unidades também demonstram grande consistência, com valores predominantemente negativos que variam entre -8.5‰ a -1‰, e valores médios entre -5‰ e -4‰. Juntamente aos valores das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, entre 0.7074 e 0.7077, os dados isotópicos dos grupos Corumbá, Araras e Bambuí se mostram perfeitamente coerentes com dados de outras capas carbonáticas ao redor do mundo (Sial et al. 2016 e referências neste trabalho).

Ao sul da Província de Buenos Aires (AR) e a noroeste do Sistema Tandilla, dolomitos microbialíticos da Formação Villa Monica (Grupo Sierras Bayas, Fig. 9E) apresentam valores de isótopos de carbono entre -2‰ e +2.6‰ e são interpretados como associados ao evento Sturtiniano (Gómez-Peral et al. 2007, 2017). Esta unidade é sobreposta por diamictitos da Formação Colombo (Fig. 9F), supostamente relacionados à glaciação Marinoana. No entanto, são necessários estudos geocronológicos e isotópicos de detalhe para confirmar esta hipótese.

É digna de nota a suposta ocorrência de depósitos de capa associados à glaciação Gaskiers acima da discordância erosiva com a Formação Nobres, Grupo Araras (580Ma, Alvarenga et al. 2007, Figueiredo et al. 2008). A unidade denominada Formação Serra Azul seria constituída por diamictitos na base, sobrepostos por pelitos e arenitos finos com intercalações carbonáticas subordinadas. Os valores de isótopos de carbono nesta unidade são bastante negativos e oscilam entre -8‰ e -4‰, ao passo que os valores da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oscilam entre 0.7084 e 0.7088 (Figueiredo 2006). No entanto, restam muitas dúvidas acerca da real existência da Formação Serra Azul, as quais se baseiam em: 1) esta unidade ter sido definida em uma região estruturalmente complexa, na qual ocorrem duplicações devido a dobras e falhas de empurrão; 2) a unidade apresentar similaridade faciológica com o topo da Formação Puga e com a base da Formação Mirassol do Oeste, e 3) os valores dos isótopos de carbono e a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ da Formação Serra Azul serem semelhantes a aqueles aferidos para as unidades sotopostas (Nogueira et al. 2003).

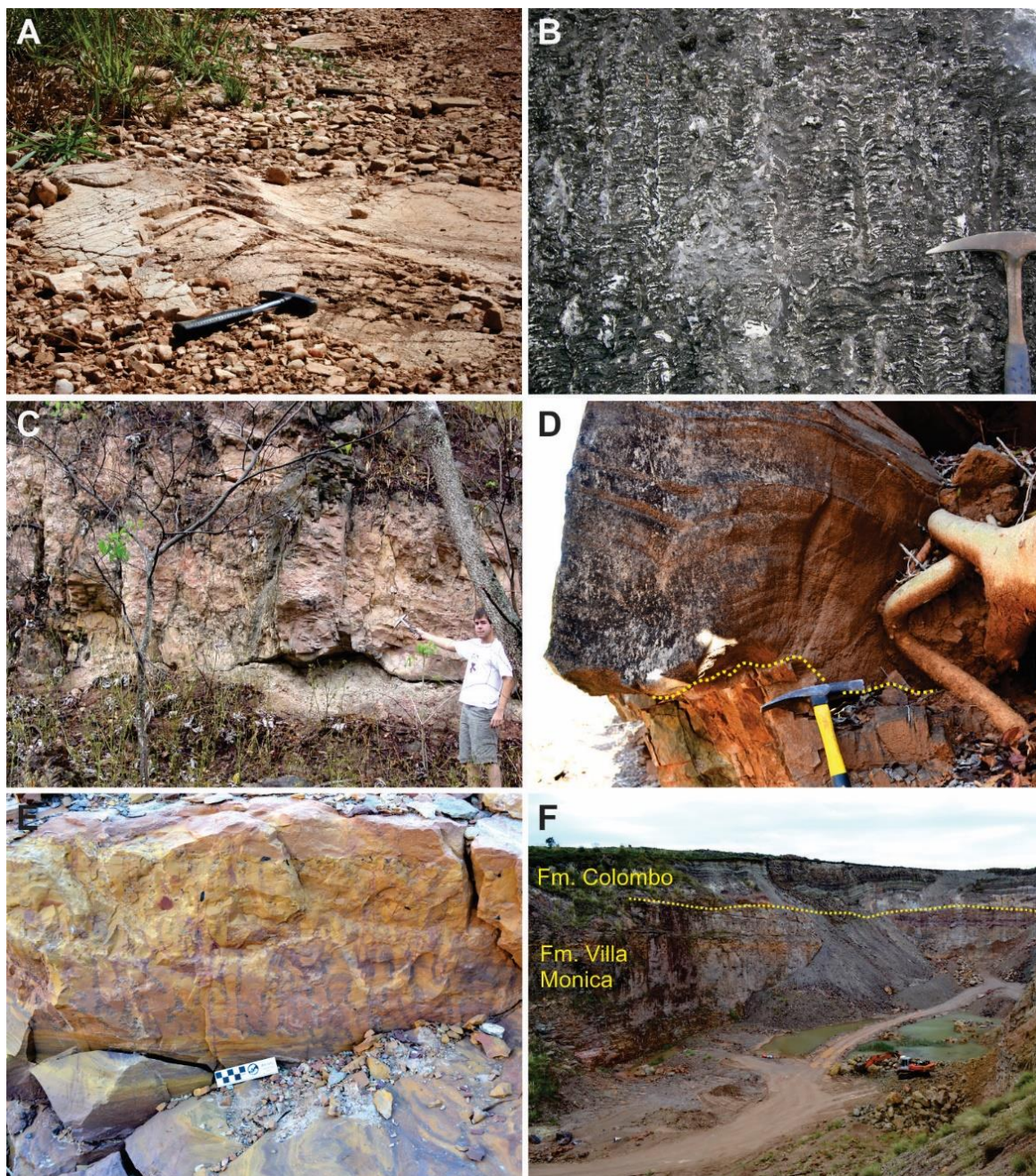


Figura 9 – Facies e estruturas sedimentares associados aos depósitos de capas carbonáticas da América do Sul. A – Possível *megaripple* em cúspide presente na base da Formação Bocaina, Grupo Corumbá. Serra da Bodoquena, MS, Brasil; B – Estromatólitos colunares associados a tubos verticalizados na base da Formação Bocaina. Morraria, MS, Brasil; C – Mega-estruturas de deformação na base da capa carbonática da Formação Mirassol do Oeste. Pedreira Terconi, Mirassol do Oeste, MT, Brasil. D – Detalhe de estromatólito dômico da Formação Sete Lagoas, em discordância erosiva sobre embasamento Paleoproterozoico. Riacho da Cruz, Januária, MG, Brasil. E – Estromatólitos colunares e ramificados da base da Formação Vila Mônica, Grupo Sierras Bayas. Pedreira Colombo, Olavarria, Província de Buenos Aires, Argentina. F – Contato da Formação Villa Monica (inferior) e Formação Colombo (superior). Pedreira Colombo, Olavarria, Província de Buenos Aires, Argentina.

Deste modo, a análise da bibliografia posterior à definição da Formação Serra Azul demonstra uma tendência ao abandono desta formação como unidade estratigráfica formal já que, possivelmente, a mesma representa um equívoco no empilhamento estratigráfico regional do Grupo Araras.

Em diversas sucessões, como nas formações Sete Lagoas (Grupo Bambuí), Tamengo (Grupo Corumbá) e Guia (Grupo Araras) (Boggiani 1998, Boggiani et al. 2010, Nogueira et al. 2003, 2007, Uhlein et al. 2019, Caetano-Filho et al. 2019), as capas basais são sobrepostas por depósitos essencialmente carbonáticos, depositadas em condições de águas rasas a medianamente profundas em rampas homoclinais ou plataformas de baixa declividade. Em quase todas as sucessões carbonáticas que recobrem as capas ou outros depósitos basais também carbonáticos (formações Sete Lagoas, Tagatiya Guazu e Tamengo), a presença de barramentos por cordões oolíticos ou biohermas trombolíticas, associados aos depósitos plataformais, configurou condição ambiental protegida ideal para o desenvolvimento de vida animal complexa (Warren et al. 2011, 2014, 2017, Caetano-Filho et al. 2019). Localmente, a presença de pseudomorfo de sal, brechas salinas e gretas de sinerese atesta deposição sob condições evaporíticas ou, ao menos, sob intensa flutuação de salinidade, a exemplo do que se observa na formações Sete Lagoas e Tagatiya Guazu (Perrela et al. 2017, Caetano-Filho et al. 2019, Okubo et al. 2019, Warren et al. 2019a).

Do ponto de vista isotópico, as sucessões carbonáticas intermediárias se caracterizam por valores de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ geralmente positivos (Fig. 5, Formação Tagatiya Guazu do Grupo Itapucumi, Formação Tamengo do Grupo Corumbá, formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré do Grupo Bambuí), que variam entre mínimos e máximos de 0‰ a 15‰ (Sial et al. 2016 e referencias neste trabalho). Estes valores são usualmente encontrados em sucessões semelhantes na Namíbia, China e Omã e são bastante consistentes com o patamar positivo no qual ocorre a biozona do fóssil-guia *Cloudina* (patamar positivo denominado *Ediacaran Positive Carbon Isotope Plateau* - EPIP, Grotzinger et al. 1995, 2000, Amthor et al. 2003, Zhou & Xiao 2007, Gómez-Peral et al. 2007, Boggiani et al. 2010, Warren et al., 2019a, Zhu et al., 2017). Valores extremamente altos encontrados localmente, como por exemplo aqueles ao redor de +15‰ das formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré, possivelmente resultam de condições paleoambientais particulares, como isolamento da bacia associado a altas taxas de evaporação e metanogênese (patamar positivo denominado *Midle Bambuí*

Excursion – MIBE, Uhlein et al. 2019, Cui et al. 2021). É importante citar que unidades carbonáticas em posição estratigráfica equivalente, como as formações Guia e Nobres (Grupo Araras) e o Grupo Tucavaca/Murciélago, apresentam valores levemente negativos de -1‰ e -1/-2‰, que destoam do padrão encontrado para as demais bacias (Alvarenga et al. 2004, Nogueira et al. 2007, Sial et al. 2016).

O amplo registro paleontológico ediacarano do continente sulamericano (Fig. 10) ocorre essencialmente nas unidades carbonáticas das bacias marginais e intracontinentais e, secundariamente, nas unidades mistas e pelíticas que compõem o topo de boa parte destas sucessões (ver Anexo 1 e Figs. 5 e 7). Destaca-se a presença de exemplares, em distintos graus de preservação, de organismos fósseis exclusivamente esqueletais da Assembleia Nama (Figs. 10A-D), considerada representativa da última fauna Ediacarana, com intervalo de ocorrência entre 550 Ma e 538 Ma (Grotzinger et al. 1995, Linnemann et al. 2018). É digna de nota a ocorrência de fósseis problemáticos de organismos discoides (*Aspidella* e *Nimbia*) e exemplares de *Palaeopascichnus* em ritmitos deltaicos e marinhos rasos da Bacia de Itajaí datados em ~563 Ma (Becker-Kerber et al. 2020). No entanto, o estado de preservação destas formas, bem como o reduzido número de indivíduos descritos não permite associar seguramente estes espécimes à organismos metazoários fósseis.

Quanto aos organismos esqueletais da Assembleia Nama, predominam diferentes espécies de cloudinideos, tais como *Cloudina lucianoi* (Figs. 10 A, C e D) e *Cloudina carinata* (tal como nos casos das formações Tamengo, do Grupo Corumbá, Sete Lagoas, do Grupo Bambuí, e Tagatiya Guazu, do Grupo Itapucumi (Beurlen & Sommer 1957, Warren et al. 2011, 2014, Adorno et al. 2019). Além de cloudinideos, o cifozoário *Corumbella wernerii* (Fig. 10B, Hahn et al. 1982, Warren et al. 2011, 2014), o possível lofoforado *Namacalathus hermanastes* (Warren et al. 2017), *Paraconulária* sp. (Van Iten et al. 2016), entre outras espécies (para lista completa, consulte Anexo 1) também são encontrados no registro fossilífero de algumas das unidades ediacaranas da América do Sul. Fósseis de organismos de corpo mole associados à Assembleia Nama (560–550 Ma) são bastante raros e se restringem a ocorrências de organismos discoides nas formações Cerro Negro (Fig. 10E, Grupo La Providencia, AR, Arrouy et al. 2016) e ocorrências secundárias nas formações Sete Lagoas e Tagatiya Guazu (Warren et al. 2011, Inglez et al. 2019). Nas unidades carbonáticas e mistas das sucessões ediacaranas supracitadas, destaca-se ainda a ocorrência de icnofósseis

simples, como escavações lineares, trilhas bilobadas e redes de tubos conectados referentes aos icnogêneros *Planolites*, *Paleophycus*, *Archaeonassa* (Fig. 10E) e *Multina mínima* (Warren et al. 2011, 2014, Parry et al. 2017). Ocorrências de acritarcas, microfósseis em forma de vaso (*Vase Shaped Microfossils*) e outros microfósseis não acantomórficos de gêneros como *Bavlinela*, *Vendotaenia* e *Leiosphaeridia* são também reportadas nas unidades carbonáticas dos grupos Corumbá, Araras e Bambuí, no Brasil, (Gaucher et al. 2003, Hidalgo 2007, Morais 2013), e Sierras Bayas e La Providencia, na Argentina, (Arrouy et al. 2019). A ocorrência de algas é bastante limitada e se restringe a exemplares de vendotaenideos (*Eoholynia corumbensis*), descritos em folhelhos da Formação Guaicurus, unidade de topo do Grupo Corumbá (Zaine 1991, Gaucher et al. 2003).

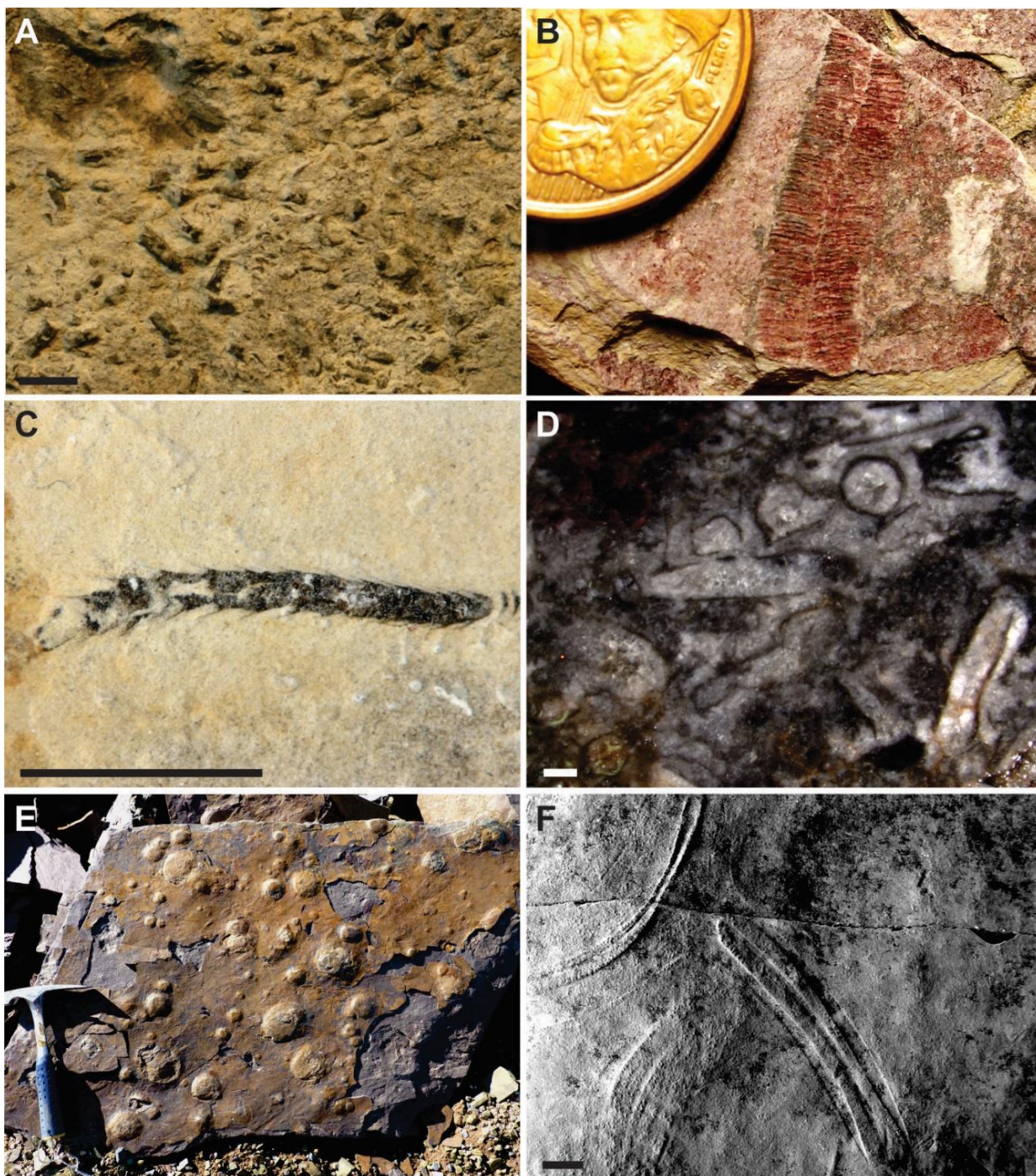


Figura 10 – Fósseis e icnofósseis Ediacaranos da América do Sul. A – Concentração paraúctone de fragmentos de *Cloudina*, Formação Tamengo, Grupo Corumbá. B – Detalhe de fragmento de carapaça de *Corumbella weneri*, Formação Tamengo, Grupo Corumbá. C – *Cloudina lucianoi* em excelente estado de preservação. Notar estrutura tipo cone-em-cone com apêndices pronunciados, Formação Tagatiya Guazu, Grupo Itapucumi. D – Lâmina petrográfica mostrando diversos fragmentos de carapaças de *Cloudina* sp. preenchidos por calcita espática, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. E – Dezenas de estruturas discóides interpretadas como pertencentes ao plexo *Aspidella*, Formação Cerro Negro, Grupo La Providencia. F – Detalhe de icnofósseis bilobados atribuídos ao icnogênero *Archaeonassa*, Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. A escala em A, C, D e F tem 1 cm de comprimento.

Sucessões mistas ou pelíticas sobre as sucessões essencialmente carbonáticas previamente citadas são observadas tanto em bacias desenvolvidas nas áreas marginais dos crátons Amazônico/Apa e Rio de La Plata, quanto nas porções internas do cráton do São Francisco. Tal disposição sugere a existência de controles tectônico e eustático de grande escala que condicionaram a arquitetura das bacias em nível continental (ver Figs. 5, 7 e 8, Warren 2011, Warren et al. 2019a). Neste sentido, os grupos Corumbá (Almeida 1965, Boggiani 1998, Gaucher et al. 2003), Araras (Alvarenga & Trompette 1992, Nogueira et al. 2019) e Bambuí (Dardenne 1978, Uhlein et al. 2019), no Brasil, o Grupo Itapucumi, no Paraguai (Harrington 1950, Warren et al. 2011, 2019a), e os Grupos Sierras Bayas/La Providencia, na Argentina (Poiré 1993, Poiré & Spalletti 2005, Gómez Peral et al. 2014) podem ser citados como exemplos de sucessões mistas presentes tanto nas bordas, como no interior das áreas cratônicas. Os eventos de transgressão responsáveis pela deposição das sequências mistas e pelíticas em regiões interiores resultaram em sucessões com arquitetura retrogradacional que marcam períodos de entrada de grandes volumes de sedimento terrígeno bacia adentro. Este aumento do aporte terrígeno resultou no afogamento final das plataformas e rampas carbonáticas previamente instaladas (Gaucher et al. 2003, Uhlein et al. 2019, Warren et al. 2019a).

Ressalta-se que, apesar do caráter essencialmente terrígeno das sucessões de topo das bacias ediacaranas, algumas unidades apresentam depósitos carbonáticos associados, como as formações Cerro Curuzu e Nobres, com valores de isótopos de carbono de 1.5‰ e -1‰, respectivamente (Nogueira et al. 2007, Warren et al. 2019a).

Dados geocronológicos recentemente publicados indicam que este evento transgressivo se estendeu até o início do período Cambriano, configurando um importante marco tectono-estratigráfico para as bacias ediacaranas da América do Sul (Warren et al. 2019b, Tavares et al. 2020, Moreira et al. 2020, ver Fig. 5). Nos casos específicos dos grupos Corumbá, Araras e Itapucumi (tentativamente, as formações Murciélagu/Tucavaca), o limite superior para a deposição das unidades terrígenas de topo é dado pela deformação da Faixa Paraguai e a intrusão do granito São Vicente, há 518 ± 4 Ma (McGee et al. 2012).

O intervalo compreendido entre o preenchimento final das bacias sedimentares ediacaranas da América do Sul e sua deformação ainda é motivo de controvérsia, no entanto, evidências recentes indicam um curto período de tempo entre estes dois processos (Cawood

& Leitch 1998, Trindade et al. 2006, Tohver et al. 2006). Atualmente, associa-se os estágios terminais da evolução destas bacias, e a subsequente formação das faixas móveis Paraguai, Brasília, Ribeira/Araçuaí e Vallemi, ao final do evento Brasileiro (650-530 Ma). Durante este evento de aglutinação de placas litosféricas em escala continental, a convergência do Bloco Rio Apa e dos crátons Amazônico, São Francisco, Paraná e Rio de La Plata (Fig. 8) culminou na colagem da porção sudoeste do supercontinente Gondwana (Trompette et al. 1998, Alkmin et al. 2001). As idades mais antigas de metamorfismo então disponíveis para as faixas Brasília e Ribeira/Araçuaí indicam início do metamorfismo há cerca de 640 Ma (ver Brito Neves & Campos Neto para uma compilação de idades), ao passo que, para a Faixa Paraguai, o início do ciclo de colisão se inicia somente entre 545-500 Ma (Trompette et al. 1998). É importante ressaltar que estas idades são consideradas menores que os limites inferiores do Ciclo Brasileiro aceito para outras regiões da Placa Sulamericana (Trompette 2000).

Trabalhos recentes baseados em dados paleomagnéticos e dados geocronológicos (Trindade et al. 2006, Tohver et al. 2006, Tohver et al. 2010) indicam que a colagem tardia entre os crátons Amazônico, Rio Apa, Pampia e o Cratón do Oeste Africano teria se iniciado somente há cerca de 528 Ma. A partir da junção entre estes crátons, teria havido o encerramento do Oceano Clymene e a deformação das sucessões sedimentares ediacaranas presentes no Gondwana ocidental. Evidências de processos orogenéticos mais recentes que o Ciclo Brasileiro presentes na porção leste do Terreno Pampeano (Ramos 1988) indicam que estes eventos de colagem poderiam ter se prolongado até 490 Ma (Cawood & Leitch 1998), constituindo a chamada “Orogênese Paraguai” (Basei & Brito Neves 1992). Tohver et al. (2010) identificaram eventos de remagnetização nas rochas da Faixa Paraguai associados aos estágios iniciais da deformação, há cerca de 528 ± 36 Ma, bastante coerentes com as idades de 525 Ma obtidas para o evento de magnetização N-S relacionado à intrusão de diques máficos da região de Itabaiana (Trindade et al. 2006). Datações $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ obtidas em ilitas indicaram idades de pico metamórfico a 490 Ma, sugerindo que a deformação inicial da Faixa Paraguai e a remagnetização de suas rochas teria se iniciado há aproximadamente 528 Ma e se processado até 490 Ma; portanto, até os estágios terminais do período Cambriano ou iniciais do Ordoviciano (Tohver et al. 2010). Este evento colisional teria sido o responsável pelo encerramento do Oceano Clymene e pela

estruturação da Faixa Paraguai, e, portanto, corresponderia ao último estágio da colagem da porção SW do supercontinente Gondwana. A faixa de dobramento Vallemi, que equivale à porção deformada do Grupo Itapucumi, teria se formado sincrônicamente a este evento e também corresponderia a uma das suturas deste paleoceano (Campanha et al. 2011).

No caso do Grupo Bambuí, as controvérsias acerca das idades de sua deformação se mantêm muito mais acirradas. A descoberta do fóssil-guia *Cloudina*, de zircões detríticos de 560 Ma na Formação Sete Lagoas (Warren et al. 2014, Paula-Santos et al. 2015), e de idades deposicionais cambrianas para a Formação Serra da Saudade (Tavares et al. 2020, Moreira et al. 2020) atestam que a deformação observada nas margens oeste e leste da Bacia Bambuí são, definitivamente, mais recentes que a deformação das faixas Brasília e Ribeira/Araçuaí. Deste modo, e considerando que a Bacia Bambuí não apresenta arquitetura compatível com bacias de *foreland*, é definitivamente inviável que o Grupo Bambuí tenha se depositado em contexto colisional (Dardenne 1978, Martins-Neto 2009). Como anteriormente apontado nesta tese, trabalhos recentes defendem que esta unidade tenha se depositado em uma bacia restrita, sob condições de mar interior, que apresentaria alguma conexão com o oceano Clymene (Warren et al. 2014, Hippert 2018, Uhlein et al. 2019, Cui et al. 2020, Caxito et al. 2021). Deste modo, sua deformação é necessariamente mais recente que 520.2 ± 5.3 Ma (Tavares et al. 2020, Moreira et al. 2020), e deve estar associada aos eventos colisionais mais tardios do Ciclo Brasileiro. Ainda que não seja a finalidade direta deste trabalho, sugere-se aqui que a deformação da Bacia Bambuí tenha se dado em condições intracontinentais em resposta aos últimos eventos responsáveis pela formação da Faixa Móvel Paraguai-Araguaia no Período Cambriano. Neste modelo preliminar, os esforços compressivos teriam se propagado adentro pela placa proto-gondwanica (cerca de 400Km de distância entre as os limites das faixas Brasília e Paraguai-Araguaia) e deformado as sucessões marginais do Grupo Bambuí. Esta hipótese ainda considera que o cráton do São Francisco atuaria como um anteparo rígido à deformação, o que explicaria, parcialmente, as vergências opostas em suas porções oeste e leste.

3.3 Bacias distensivas tardias ou Bacias do Estágio de Transição

Bacias ediacaranas de menores dimensões, tais como as bacias do Estágio de Transição da Plataforma Sul-americana (Almeida 1969, Almeida et al. 1981), apresentam,

via de regra, tamanho diminuto e constituem sucessões essencialmente siliciclásticas (Fig. 12A, à exceção da Bacia de Cajamar), que pontualmente apresentam importante contribuição vulcânica (como no caso das bacias do Itajaí e Camaquã, Almeida et al. 2010). Estas bacias constituem ocorrências geograficamente isoladas no Brasil e Uruguai e estão sempre assentadas sobre terrenos metamórficos e ígneos formados (ou retrabalhados) durante o Ciclo Brasileiro/Pan-africano (Almeida et al. 2010, Fig. 11).

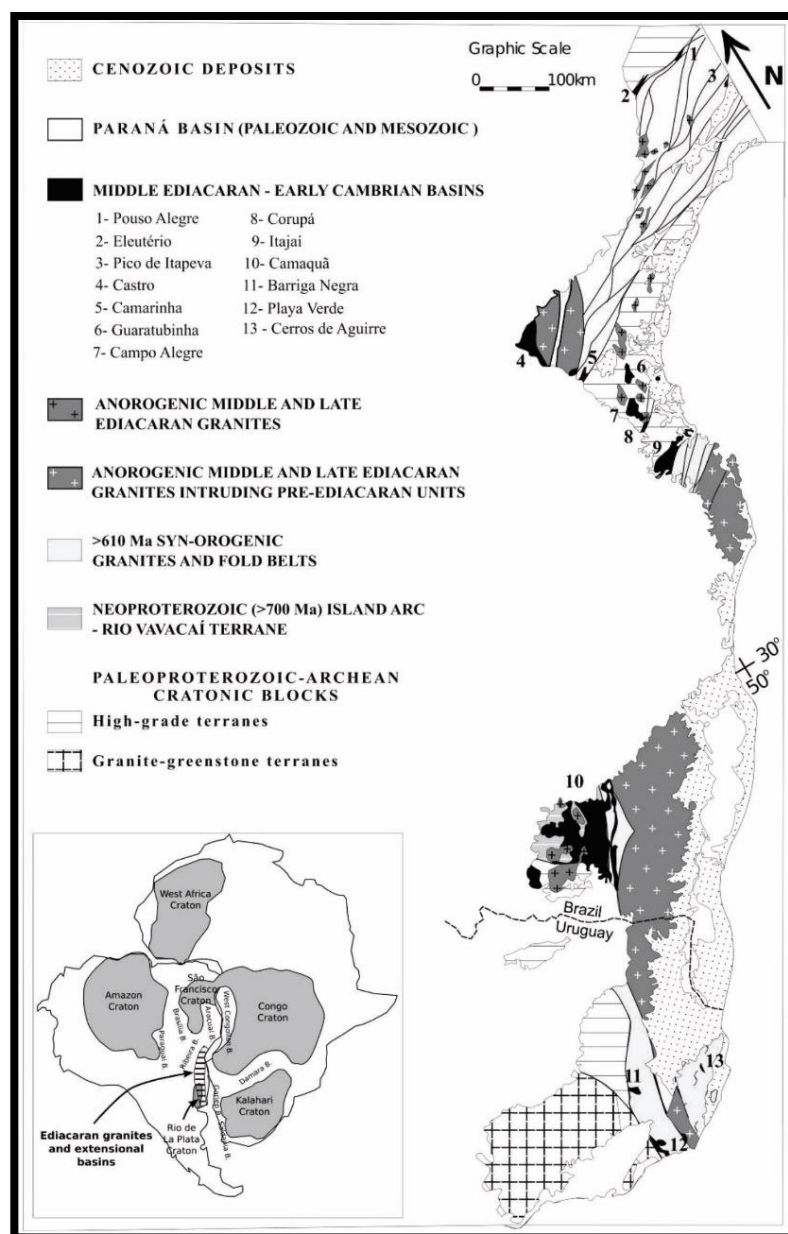


Figura 11 – Localização das Bacias distensivas tardias ou Bacias do Estágio de Transição (modificado de Almeida et al. 2010).

Devido à intrínseca relação destas bacias com os estágios finais do ciclo orogênico que resultou na consolidação da porção SW do supercontinente Gondwana, sua origem tem sido comumente atribuída a eventos de subsidência em regime compressivo, seja em contexto de bacias do tipo *foreland*, *strike-slip*, ou mesmo em riftes intracontinentais (Brito Neves et al. 1999, Basei et al. 2000, Fragoso-Cesar et al. 2000, Janikian et al. 2005). Esta variação interpretativa está diretamente relacionada ao caráter descontínuo destas bacias e ao estudo não-integrado das mesmas, a partir de uma ótica regional. Neste sentido, o trabalho de Almeida et al. (2010) apresenta um modelo integrado no qual estas unidades compõem um sistema de bacias de rifte de cerca de 1500 Km de extensão. Estas bacias seriam condicionadas por falhas normais (posteriormente reativadas como falhas transcorrentes ou inversas) geradas por um evento extensional regional associado ao enfraquecimento termal da litosfera, devido à fusão da crosta e à colocação de rochas ígneas coevas (Almeida et al. 2010). Considerando este modelo integrativo, pode-se assumir que as formações Las Ventanas, Barriga Negra e Cerros de Aguirre, no Uruguai, teriam se originado a partir de riftes (Blanco & Gaucher 2005), gerados pelo mesmo evento distensivo de escala continental.

No entanto, é bastante interessante notar que a idade de instalação destas bacias coincide com os eventos que geraram a abertura de riftes e deposição das unidades terrígenas da base dos grupo Itapucumi (PY) e Sierras Bayas (AR), concordando, inclusive, com o limite mínimo de deposição do Grupo Jacadigo (ver correlação na Fig. 5). Ainda que as idades máximas de deposição das Bacias do Estágio de Transição se situem ao redor de 600 Ma (Almeida et al. 2010, e referências associadas), ou seja, que estas sejam necessariamente mais novas que 600 Ma, é provável que o evento que as gerou não seja tão tardio quanto advogado (Brito Neves et al. 1999).

No nordeste do Brasil, as Bacias Distensivas Tardias ou Bacias do Estágio de Transição são principalmente representadas pelo sistema de riftes que se propaga a partir do Lineamento Transbrasiliano e que compõe parte do embasamento da Bacia do Parnaíba, com destaque para as bacias do Jaibaras, Cococi, Rio Jucá, Sairi, Jaguarapi, Catolé, São Julião e Iara (Fig. 12A, Oliveira & Mohriak 2003, Pedrosa Junior et al. 2015, Castro et al. 2014, 2016). Em linhas gerais, estas pequenas bacias são geocronologicamente mais novas (ver Fig. 5, Araújo et al. 2012, Cerri et al. 2021) que suas equivalentes no Sul do Brasil e Uruguai e são interpretadas como produto de eventos distensivos pós-orogênicos ocorridos no

Gondwana Ocidental após o encerramento do Ciclo Brasileiro (Brito Neves et al. 1984, Oliveira & Mohriak 2003). Segundo este modelo, posteriormente à subsidência mecânica responsável pela geração das bacias de rifte, uma intensa mudança no campo de esforços teria ocasionado o início da subsidência térmica que resultou na instalação da Bacia do Parnaíba durante o Cambriano (Milani & Thomaz Filho 2000). Neste sentido, a etapa de subsidência térmica teria sido profundamente condicionada pela reativação de estruturas rúpteis geradas na fase rifte anterior (Castro et al. 2016).

Trabalhos desta década voltados ao entendimento geodinâmico e geocronológico destas bacias parecem adotar um modelo clássico de evolução *rift-to-sag*, no qual bacias de rifte são usualmente interpretadas como precursoras de sinéclises (Pedrosa Junior et al. 2015, Castro et al. 2014, 2016, Coelho et al. 2018, Daly et al. 2018, McKenzie & Tribaldos 2018, Watts et al. 2018). No entanto, estudos recentes têm buscado definir as idades deposicionais das unidades de topo da Bacia do Jaibaras e da base da Bacia do Parnaíba (formações Aprazível e Ipu, respectivamente), com o objetivo de definir o intervalo de tempo contido na discordância entre estas duas bacias (Cerri et al. 2021). Esta nova linha investigativa busca utilizar diferentes métodos para identificar padrões e dissimilaridades na arquitetura, proveniência e dispersão sedimentar entre as duas sequências, a fim de diferenciá-las em termos da evolução de bacias. As máximas idades de deposição da Bacia do Jaibaras indicam que a Formação Parapuí se depositou seguramente antes de 550 Ma (Araújo et al. 2002), ao passo que a unidade de topo, a Formação Aprazível, seria mais jovem que 500 Ma (Cerri et al. 2021). As datações de zircões detríticos indicam que o tempo contido entre a evolução da Bacia do Jaibaras e Parnaíba é de ao menos 30 Ma e que tanto os padrões de paleocorrentes quanto as áreas fontes são completamente distintas para as duas bacias. Desta forma, reforça-se a hipótese de que se tratam de unidades com evoluções distintas e independentes (Cerri et al. 2020, 2021). Consequentemente, estes novos dados parecem indicar que não existe relação de causa e efeito entre os mecanismos geracionais das duas bacias, bem como de sua história de preenchimento (Cerri et al. 2020, 2021).

Em termos gerais, o registro paleontológico das bacias distensivas tardias ou Bacias do Estágio de Transição é bastante restrito, sendo basicamente constituído por microfósseis, formas discoides com classificação incerta, estruturas sedimentares induzidas por atividade microbiana (MISS) e pseudofósseis (Paim et al 1997, Paim et al. 2000, Zucatti da Rosa 2005,

Drefahl & Silva 2007, Netto 2012, Barroso et al. 2014, Chiniglio et al. 2015, Inglez et al. 2019). Como é detalhado no Anexo 1, estruturas que podem ser atribuídas a metazoários ediacaranos são bastante duvidosas (Inglez et al. 2019) e se restringem a formas discóides que lembram organismos pertencentes à Assembleia de *White Sea*, tais como possíveis *Palaeopascichnus*, *Aspidella*, *Cylomedusa*, *Charniodiscus* e *Beltaneliformes* (Fig. 12B, Zucatti da Rosa 2005, Drefahl & Silva 2007, Netto 2012, Barroso et al. 2014, Kerber-Becker et al., 2020). A assembleia de microfósseis apresenta baixíssima diversidade, contando apenas com formas simples não acantomórficas, como *Leiosphaeridia*, *Lophosphaeridium*, *Germinosphaera* e *Bavlinella*, as quais se restringem à Formação Freicheirinha (Chiniglio et al. 2015) e formações Maricá, Bom Jardim e Santa Barbara da Bacia do Camaquã (Lehn et al., 2021). Ocorrências isoladas e controversas de microfósseis também foram reportadas na bacia de Pico do Itapeva, Eleutério e Pouso Alegre (Teixeira 2000, Teixeira e Gaucher 2001).

É importante ressaltar que o caráter essencialmente continental destas bacias é um fator que impossibilita (ou impede) a ocorrência de organismos marinhos ediacaranos, fato este que foi parcialmente negligenciado em trabalhos focados na descrição de estruturas com suposta origem biológica (Fig. 12B, Barroso et al. 2014, por exemplo). Neste sentido, é necessário que se faça a revisão crítica do material descrito nestas bacias à luz das novas interpretações de sistemas deposicionais, morfologia de estruturas discóides de origem biótica e abiótica (nos moldes propostos por Inglez et al. 2019) e micropaleontologia.

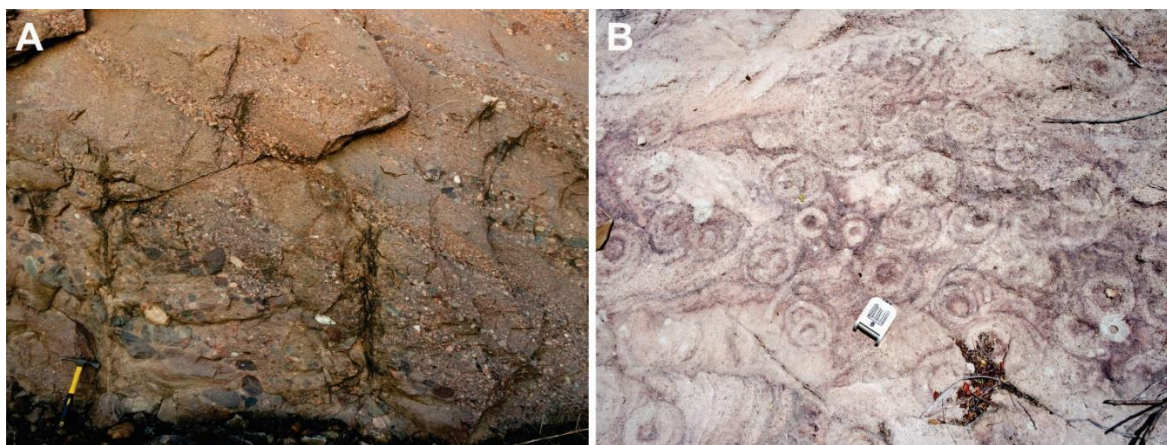


Figura 12 – Facies sedimentares e pseudofósseis da Formação Aprazível, Bacia do Jaibaras. A – Conglomerado polimítico da Formação Aprazível depositados em leques aluviais, Bacia do Jaibaras. Proximidades de Sobral, CE, Brasil. B – Concreções discóides em arenitos conglomeráticos previamente interpretadas como moldes de metazoários ediacaranos na Bacia do Araripe. Formação Ipu, Bacia do Parnaíba. Graben do Acaraú, Santana do Acaraú, CE, Brasil (veja Inglez et al. 2019 para maiores informações). O martelo em A tem 33 cm.

3.4 Unidades com idade imprecisa e conteúdo fóssilífero incerto

Bacias supostamente ediacaranas na América do Sul são relativamente abundantes e seu posicionamento cronoestratigráfico incerto se deve à ausência de datações radiométricas confiáveis, conteúdo paleontológico com aplicação bioestratigráfica e/ou restrito conhecimento lito e quimioestratigráfico. Figuram entre estas bacias algumas unidades brasileiras, como as bacias de Rio Preto, Seridó, Rio Pardo e grupos Miabas/Vaza Barris, Ubajara e Una, além de unidades uruguaias, como os Grupo Arroyo del Soldado (formações Yerbal, Polanco e Cerro Espuelitas), Barriga Negra, Cerros de Aguirre e Playa Verde.

No caso das unidades brasileiras supracitadas, pode-se dizer que seu estágio de conhecimento geológico é elementar e que, portanto, ainda há necessidade de trabalhos básicos de detalhamento estratigráfico e caracterização de possível conteúdo micro/macro paleontológico. No entanto, alguns trabalhos recentes têm apresentado dados bastante promissores quanto a aspectos lito e quimioestratigráficos gerais de algumas destas unidades, especialmente de bacias detentoras de sucessões carbonáticas. Neste sentido, apesar da carência de idades absolutas e conteúdo paleontológico de uso estratigráfico (à exceção de microbialitos diversos, como os que ocorrem na Formação Salitre e no Grupo Una, Fig. 13A), a presença de unidades glaciais na base de algumas sucessões e suas possíveis correlações por meio de curvas de isótopos de C sugerem idade Ediacarana para as seguintes unidades sedimentares: Formação São Desidério (Cinturão Rio Preto), formações Jucurutu e Seridó (Cinturão Seridó), Bacia de Rio Pardo (Serra do Paraíso), Formação Olhos d'Água (Grupos Miabas/Vaza Barris), Formação Frecheirinha (Grupo Ubajara) e Formação Salitre (Grupo Una) (Misi & Veizer 1981, Misi et al. 2011, Sial et al. 2010, 2016, Chigolino 2013, Chigolino et al. 2015).

Devido às similaridades estratigráficas e ao posicionamento geográfico, as unidades supracitadas pertencentes às bacias de Irecê, Rio Pardo e Utinga (tentativamente grupos Miaba/Vaza Barris e Ubajara), bem como as formações Salitre, Serra do Paraíso e São Desidério, são consideradas correlatas às formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré do Grupo Bambuí. Outro importante indício para esta correlação é a presença do típico padrão crescente, desde valores negativos até valores extremamente positivos, nas curvas de variação de isótopos de C de todas estas unidades (Sial et al., 2016; Uhlein et al. 2019). Deste modo, interpreta-se que estas unidades seriam correspondentes laterais depositadas em uma

mesma bacia intracontinental, desenvolvida sobre o cráton do São Francisco, com paleoextensão muito superior aos limites atuais de suas exposições (Warren et al. 2014).

Quanto às unidades uruguaias (Fig. 13B) (Grupos Arroyo del Soldado e bacias de Barriga Negra, Cerros de Aguirre e Playa Verde), ainda que pese o número relativamente alto de trabalhos focados na estratigrafia, paleontologia e geoquímica destas unidades (Gaucher & Sprechmann 1999, Gaucher et al. 2003, Gaucher et al. 2004, Gaucher et al. 2005, Gaucher et al. 2009, Blanco et al. 2009, Demarco et al. 2019), nota-se que existem algumas inconsistências importantes quanto aos dados apresentados. Primeiro, o conteúdo paleontológico de icnofósseis, micro e macrofósseis não é de boa qualidade (Aubert et al. 2014), impossibilitando sua comparação com material semelhante de outras bacias ediacaranas ao redor do mundo. Deste modo, tem-se notado na vasta bibliografia paleontológica que os supostos icnofósseis e fósseis uruguaios sequer são citados e que, em boa medida, a idade ediacarana atribuída ao Grupo Arroyo del Soldado se baseia fortemente na suposta presença de espécimes de *Cloudina* em péssimo estado de preservação (Aubert et al. 2014). Consequentemente, admitindo a ausência deste importante fóssil-guia nas sucessões uruguaias, a idade de deposição de suas unidades mais antigas (formações Yerbal e Polanco) teria de ultrapassar os 631.9 ± 3.4 Ma, seguidas pela Formação Barriga Negra, que recobre ambas as formações supracitadas em contato erosivo (Blanco et al. 2009, Demarco et al. 2019). É importante ressaltar que a Formação Barriga Negra, anteriormente reconhecida como unidade intermediária do Grupo Arroyo del Soldado (Gaucher et al. 2003), foi redefinida como uma unidade independente, muito mais jovem que o restante do grupo (Demarco et al. 2019). Ademais, as supostas ocorrências de *Cloudina riemkeae*, nas formações Yerbal e Polanco, teriam duas implicações sérias para a paleobiologia e idades deste organismo: 1) seriam as únicas do registro geológico em que este organismo fóssil ocorreria preservado em rochas siliciclásticas, destoando de todas as outras ocorrências mundiais, e 2) seriam as ocorrências mais antigas do registro geológico, já que o intervalo bioestratigráfico coberto pela ocorrência deste fóssil é muito bem estabelecido entre 550 Ma e 538 Ma (Grotzinger et al. 1995, Linnemann et al. 2018). Os icnofósseis descritos (Aceñolaza et al. 1998), para esta unidade são também muito mal preservados e constituem traços simples sem valor bio e cronoestratigráfico, que inclusive podem representar artefatos ou mesmo estruturas sedimentares induzidas por atividade microbial (MISS).

Com base no exposto, conclui-se que não é possível definir com precisão a idade do Grupo Arroyo del Soldado unicamente pelo seu suposto conteúdo paleontológico que, via de regra, deveria ser integralmente reavaliado. Com respeito à geocronologia, idades neoproterozoicas de corpos ígneos entre 633 ± 12 Ma e 583 ± 7 Ma (Arroyo Mangacha e Puntas de Santa Lucía, Hartmann et al. 2002, Gaucher et al. 2008) são confiáveis, porém as relações de contato destes plútons com o Grupo Arroyo del Soldado ainda não são claras (Demarco et al. 2019). Correlações baseadas unicamente em comparações de curvas de isótopos de C e razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,7078 em Gaucher et al. 2003, considerados muito baixos para o Ediacarano terminal), são igualmente problemáticas, pois não evidenciam nenhum padrão claro como aqueles encontrados em outras unidades ediacaranas ao redor do globo (Halverson et al. 2005, 2007; Kaufman et al. 2009, entre outros).

No caso das formações Barriga Negra e das bacias de Cerros de Aguirre e Playa Verde (neste último caso incluindo as formações Playa Hermosa, Las Ventanas e San Carlos), a característica essencialmente siliciclástica e vulcanoclástica dos depósitos, sua posição estratigráfica, a suposta presença de acritarcas não acantomórficos (Gaucher et al. 2008), e idades máximas de deposição de 631.9 ± 3.4 Ma (Demarco et al. 2019) possibilitariam atribuir idade ediacarana com mais segurança às unidades. Estes dados corroboram datações prévias realizadas por Hartmann et al. (2002), que resultaram em idades U–Pb SHRIMP de 571 ± 8 Ma para zircões obtidos em rochas vulcânicas da Formação Cerro de Aguirre. Segundo Almeida et al. (2010), o fato destas bacias se assentarem seguramente em contato erosivo e discordante sobre unidades metamórficas mais antigas que 610 Ma (ex. Grupo Lavalleya), constituiria forte argumento para a correlação das mesmas com as Bacias do Estágio de Transição presentes no sul do território brasileiro (ex. Bacia de Camaquã).

Inclui-se também como unidade com idade deposicional incerta o Grupo Tucavaca/Murciélago na Bolívia. Apesar de algumas evidências baseadas em semelhanças litológicas e estratigráficas, apontadas desde os trabalhos pioneiros de Litherland & Bloomfield (1981) e Litherland et al. (1986), inexistem dados estratigráficos, paleontológicos e geocronológicos que permitam atribuir uma idade deposicional com segurança. É digno de nota que dados geoquímicos de Fernández-Ramírez et al. (2009), ainda que escassos e com posicionamento estratigráfico pouco detalhado, apontam um certo grau de correlação do Grupo Tucavaca/Murciélago com o Grupo Corumbá no Brasil.

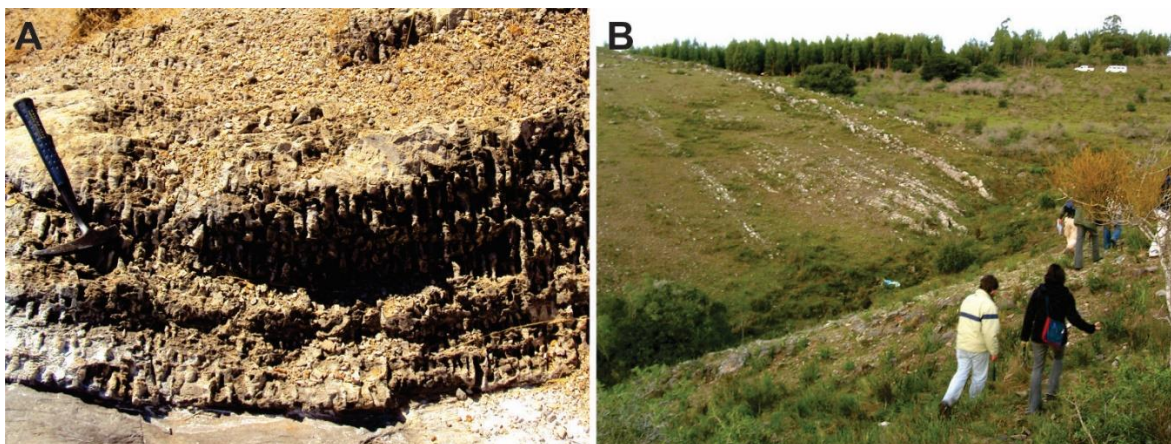


Figura 13 – Feições sedimentares de unidades sedimentares pré-cambrianas com idade incerta. A – Estromatólito colunar ramificado do tipo *Jurussia* portador de fosfato, pertencente à Formação Salitre, Grupo Una, Bacia de Irecê. Irecê, BA, Brasil. B – Vista de afloramento basculado de carbonatos da Formação Polanco, Grupo Arroyo del Soldado. Região de Minas, Uruguai. O martelo em A tem 33 cm.

4. Projetos e contribuições realizadas pelo autor

A produção científica relacionada abaixo representa as contribuições do autor ao estudo do registro sedimentar do Período Ediacarano na América do Sul, incluindo resultados relevantes de sua pesquisa especificamente concernentes à análise estratigráfica, à quimioestratigrafia, à paleontologia e à geocronologia de unidades sedimentares ediacaranas. A produção científica aqui relacionada é constituída por **10** projetos, **30** artigos científicos publicados em periódicos internacionais (**28**) e nacionais (**2**), **4** capítulos de livros, **2** resumos expandidos e **21** resumos publicados em anais de eventos nacionais e internacionais. Toda produção encontra-se devidamente documentada no volume do memorial do autor. Buscando facilitar a leitura, apresenta-se uma tabela com cores referentes às unidades ediacaranas na América do Sul que cada projeto e publicação aborda (ver Fig. 14).

LEGENDA	
● Grupo Itapucumi (PY)	● Grupo La Providencia (AR)
● Grupo Bambuí (BR)	● Grupo Jacadigo (BR)
● Grupo Corumbá (BR)	● Diversas unidades (análogos e compilações)

Figura 14 – Legenda das principais unidades ediacaranas abordadas na produção científica do candidato.

Como pode ser visto na lista de projetos e publicações do candidato, as principais contribuições para a geologia do Período Ediacarano no continente sulamericano se referem a trabalhos sobre aspectos sedimentológicos, geobiológicos, geoquímicos e geocronológicos dos grupos Itapucumi (PY) e Bambuí (BR), com destaque também para estudos sobre os grupos Corumbá (BR), Jacadigo (BR) e La Providencia (AR). Ademais, foram também publicados importantes trabalhos resultantes da compilação de dados de diversas unidades, de estudos de casos análogos e de pesquisas atualmente em execução na Formação Aprazível (Bacia do Jaibaras). O gráfico abaixo sistematiza e quantifica as diversas unidades litoestratigráficas ediacaranas estudadas e o tipo de contribuição do candidato (projetos, artigos, resumos expandidos, resumos e capítulos de livros) referentes a cada uma delas (Fig. 15).

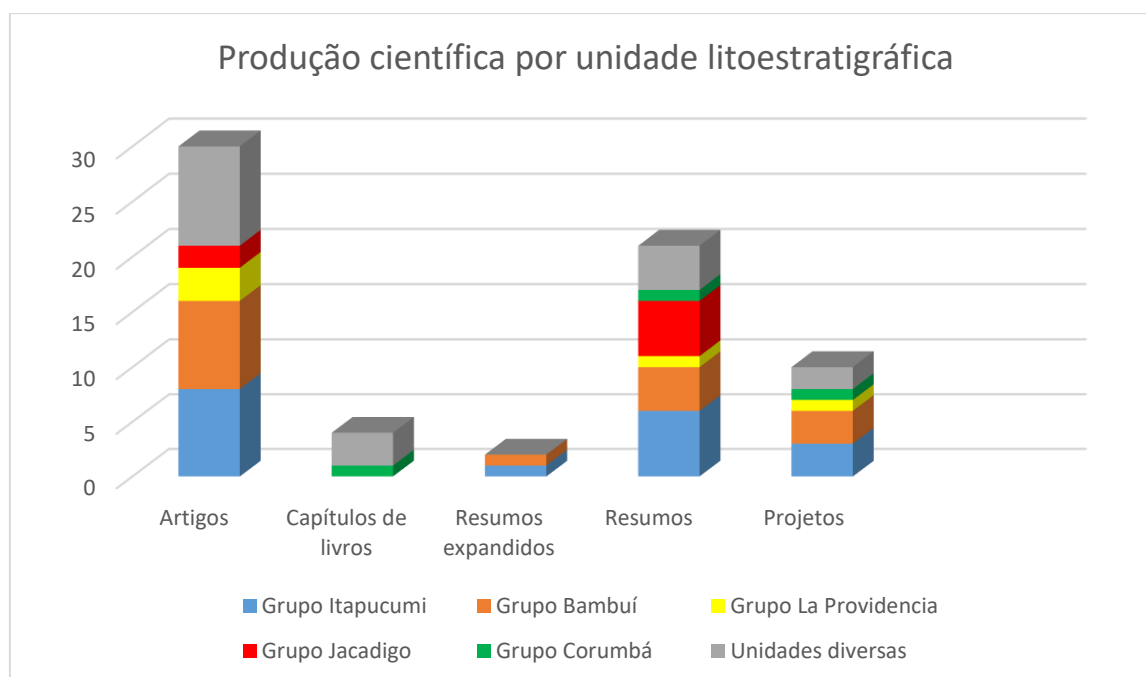


Figura 15 – Produção científica do candidato por unidade litoestratigráfica ediacarana da América do Sul.

4.1 Projetos coordenados pelo candidato ou que o candidato fez (ou faz) parte como pesquisador associado

- Título: **“Estratigrafia, geoquímica e paleontologia de ambientes paleozoicos extremos sobre o Cráton do São Francisco em Minas Gerais”** ●
 Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

Processo: APQ-02240-21

Coordenador: Prof. Dr. Gabriel Jubé Uhlein

Período: 2021 a 2021

- Título: **“Mountain Belts and the Inception of complex Life on Earth Descrição”** ●

Agência de fomento: Fundação Serrapilheira

Processo: Projeto MOBILE

Coordenador: Prof. Dr. Fabrício de Andrade Caxito

Período: 2020 a 2022

- Título: **“10 milhões de anos que transformaram o planeta: contexto paleoambiental da evolução dos primeiros animais com esqueleto no Período Ediacarano Terminal.”** ●

Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

Processo: 2018/26230-6

Coordenador: Prof. Dr. Lucas V. Warren

Período: 2019 - 2022

- Título: **“Investigação estratigráfica, quimiostратigráfica e paleontológica das formações Serra da Saudade e Três Marias do Grupo Bambuí (Ediacarano-Cambriano.”** ●

Agência de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Processo: 432556/2018-4

Coordenador: Prof. Dr. Gabriel Jubé Uhlein

Período: 2019 a 2022

- Título: **“Análise *multi-proxy* da Formação Cerro Negro, Argentina: bioestratigrafia e paleoambiente do primeiro *fossilagerstätte* Ediacarano da América do Sul.”** ●

Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

Processo: 2015/24608-3

Coordenador: Prof. Dr. Lucas V. Warren

Período: 2016 a 2018

- Título: **“Evolução sedimentar e bioestratigráfica da passagem Ediacarano-Cambriano no SW do Supercontinente Gondwana.”** ●

Agência de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Processo: 444070/2014-1

Coordenador: Prof. Dr. Lucas V. Warren

Período: 2014-2017

- Título: **“Tectônica e sedimentação do Grupo Itapucumi no contexto das plataformas carbonáticas ediacaranas: abordagem geoquímica, geocronológica, paleomagnética e bioestratigráfica.”** ●

Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Processo: 2010/19584-4

Coordenador: Prof. Dr. Claudio Riccomini

Período: 2011 – 2013

- Título: **"Isótopos Estáveis (C, O e Sr) do Grupo Itapucumi e correlações com o Grupo Corumbá (Ediacarano)."** ●

Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Processo: 2010/02677-0

Coordenador: Prof. Dr. Paulo César Boggiani

Período: 2010 a 2012

- Título: **"Correlações estratigráficas entre o Grupo Itapucumi (Paraguai) e os grupos Corumbá (Brasil) e Arroyo del Soldado (Uruguai) e Sistema Tandilia (Argentina) Ediacarano."** ●

Agência de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo: 490234/2005-4.

Coordenador: Prof. Dr. Paulo César Boggiani (coordenador)

Período: 2005 a 2008

- Título: **"Evolução geológica da porção meridional da Faixa Paraguai (Neoproterozoico III)."** ●

Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) Processo: 2004/01233-0

Coordenador: Prof. Dr. Paulo César Boggiani

Período: 2004 a 2008

4.2 Artigos completos em periódicos indexados com corpo editorial

- OKUBO, J.; KAUFMAN, A.J.; **WARREN, L.V.**; EVANS, M.N.; MARROQUÍN, S.; VARNI, M.A.; MISI, A.; BAHNIUK, A.M.; XIAO, S. 2022. The sulfur isotopic

consequence of seawater sulfate distillation preserved in the Neoproterozoic Sete Lagoas post-glacial carbonate, eastern Brazil. *Journal of the Geological Society*, Pre prof.

- **WARREN, L.V.**; VAREJÃO, F.G.; QUAGLIO, F.; INGLEZ, L.; BUCHI, F.; SIMÕES, M.G. 2021. The impact of benthic microbial communities in sediment dispersion and bedform preservation: a view from the oldest microbially induced sedimentary structures in South America. *Brazilian Journal of Geology*, **52**(2):e20200034.
- PARK, T.S.; JUNG, J.; LEE, M.; LEE, S.; ZHEN, Y.Y.; HUA, H.; **WARREN, L.V.**; HUGHES, N.C. 2021. Enduring evolutionary embellishment of cloudinids in the Cambrian. *Royal Society Open Science*, **8**:210829.
- FREITAS, B.T.; RUDNITZKI, I.D.; MORAIS, L.; CAMPOS, M.D.R.; ALMEIDA, R.P.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C.; CAETANO-FILHO, S.; BEDOYA-RUEDA, C.; BABINSKI, M.; FAIRCHILD, T.R.; TRINDADE, R.I.F. 2021. Cryogenian glaciostatic and eustatic fluctuations and massive Marinoan-related deposition of Fe and Mn in the Urucum District, Brazil. *Geology*, **49**(12):1478-1483.
- CAXITO, F.; LANA, C.; FREI, R.; UHLEIN, G.J.; SIAL, A.N.; DANTAS, E.L.; PINTO, A.G.; CAMPOS, F.C.; GALVÃO, P.; **WARREN, L.V.**; OKUBO, J.; GANADE, C.E. 2021. Goldilocks at the dawn of complex life: mountains might have damaged Ediacaran–Cambrian ecosystems and prompted an early Cambrian greenhouse world. *Scientific reports*, **11**(1), 1-15.
- YANG, B.; **WARREN, L.V.**; STEINER, M.; SMITH, E.F.; LIU, P. 2021. Taxonomic revision of Ediacaran tubular fossils: *Cloudina*, *Sinotubulites* and *Conotubus*. *Journal of Paleontology*, 1-18.
- CERRI, R.I.; **WARREN, L.V.**; VAREJÃO, F.G.; SILVA, A.J.C.S.; LANA, C.; ASSINE, M.L. 2021. So close and yet so far: U–Pb geochronological constraints of the Jaibaras Rift Basin and the intracratonic Parnaíba Basin in SW Gondwana. *Geological Magazine*, **159**:1-21.
- INGLEZ, L.; **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; NETTO, R.G.; OKUBO, J.; ARROUY, M.J.; SIMÕES, M.G.; POIRÉ, D.G. 2021. Scratching the discs: evaluating alternative hypotheses for the origin of the Ediacaran discoidal structures from the Cerro Negro Formation, La Providencia Group, Argentina. *Geological Magazine*, **159**:1-18.
- **WARREN, L.V.**; BUATOIS, L.A.; MÁNGANO, M.G.; SIMÕES, M.G.; SANTOS, M.G.M.; POIRÉ, D.G.; RICCOMINI, C.; ASSINE, M.L. 2020. Microbially induced pseudotraces from a Pantanal soda lake, Brazil: Alternative interpretations for Ediacaran simple trails and their limits. *Geology*, **48**: G472341.

- CUI, H.; **WARREN, L.V.**; OKUBO, J.; UHLEIN, G.J.; LIU, X.; PLUMMER, R.E.; BAELE, J.; GODERIS, S.; CLAEYS, P. 2020. Global or local? On the enigmatic origin of the Neoproterozoic Bambuí carbon cycle anomaly, Brazil. *Precambrian Research*, **348**:105861.
- CERRI, R.I.; **WARREN, L.V.**, VAREJÃO, F.G.; MARCONATO, A.; LUVIZOTTO, G.L.; ASSINE, M.L. 2020. Unraveling the origin of the Parnaíba Basin: testing the rift to sag hypothesis using a multi-proxy provenance analysis. *Journal of South American Earth Sciences*, **101**:e102625.
- OKUBO, J.; KLYUKIN, Y.I.; **WARREN, L.V.**; MATTHEW SUBLETT JR., D.; BODNAR, R.J.; GILL, B.C.; XIAO, S. 2020. Hydrothermal influence on barite precipitates in the basal Ediacaran Sete Lagoas cap dolostone, São Francisco Craton, central Brazil. *Precambrian Research*, **340**:105628.
- **WARREN, L.V.**; LUVIZOTTO, G.L.; VAREJÃO, F.G.; QUAGLIO, F.; UHLEIN, G.J.; ASSINE, M.L. 2020. Evidences of seismic events during the sedimentation of Sete Lagoas Formation (Bambuí Group? Ediacaran, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **98**: 102461.
- **WARREN, L.V.**; TOHVER, E.; INGLEZ, L.; OKUBO, J.; RICCOMINI, C.; XIAO, X. 2019. Calibrating the Ediacaran-Cambrian transition in the SW Gondwana. *Estudios Geologicos-Madrid*, **75**:e118.
- INGLEZ, L.; **WARREN, L.V.**; SIMÕES, M.G. 2019. Reassessing the taphonomy of in situ *Cloudina* assemblages from the Tagatiya Guazu Formation, Ediacaran Itapucumi Group, Paraguay. *Estudios Geologicos-Madrid*, **75**:e100.
- UHLEIN, G.J.; UHLEIN, A.; PEREIRA, E.; CAXITO, F.A.; OKUBO, J.; **WARREN, L.V.**; SIAL, A.N. 2019. Ediacaran paleoenvironmental changes recorded in the mixed carbonate-siliciclastic Bambuí Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology Palaeoecology*, **517**:39-51.
- ARROUY, M. J.; GAUCHER, C.; POIRÉ, D.; XIAO, S.; GOMEZ PERAL, L.E.; **WARREN, L.V.**; BYKOVA, N.; QUAGLIO, F. 2019. A new record of late Ediacaran acritarchs from La providencia group (Tandilia System, Argentina) and its biostratigraphical significance. *Journal of South American Earth Sciences*, **93**:283-293.
- **WARREN, L.V.**; FREITAS, B.T.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P.C.; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; GIORGIONI, M.; GAUCHER, C.; POIRÉ, D.; CACERES, A.A.; SIAL, A.N. 2018. Sedimentary evolution and tectonic setting of the Itapucumi Group, Ediacaran, northern Paraguay: from Rodinia break-up to West Gondwana amalgamation. *Precambrian Research*, **322**:99-121.
- INGLEZ, L.; **WARREN, L.V.**; OKUBO, J.; SIMÕES, M.G.; QUAGLIO, F.; ARROUY, M.J.; NETTO, R.G. 2018. Discs and discord: The paleontological record of Ediacaran

discoidal structures in the South American continent. *Journal of South American Earth Sciences*, **89**:319-336.

- OKUBO, J.; MUSCENTE, A.D.; LUVIZOTTO, G.L.; UHLEIN, G.J.; **WARREN, L.V.** 2019. Phosphogenesis, aragonite fan formation and seafloor environments following the Marinoan glaciation. *Precambrian Research*, **311**:24-36.
- **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; GAUCHER, C.; RICCOMINI, C.; POIRÉ, D.; FREITAS, B.T.; BOGGIANI, P.C.; SIAL, A.N. 2017. *Cloudina-Corumbella-Namacalathus* association from the Itapucumi Group, Paraguay: increasing ecosystem complexity and tiering at the end of the Ediacaran. *Precambrian Research*, **298**:79-87.
- **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; ASSINE, M.L.; ALESSANDRETTI, L.; LUVIZOTTO, G.L.; RICCOMINI, C.; STRIKIS, N.M. 2017. A Permian methane seep system as a paleoenvironmental analogue for the pre-metazoan carbonate platforms. *Brazilian Journal of Geology*, **47**:722-733.
- ARROUY, M.J.; **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; POIRÉ, D.; SIMÕES, M.G.; BOSELLI, M.; GOMEZ PERAL, L.E. 2016. Ediacaran discs from South America: probable soft-bodied macrofossils unlock the paleogeography of the Clymene Ocean. *Scientific Reports*, **6**:30590.
- SIAL, A.N.; GAUCHER, C.; MISI, A.; BOGGIANI, P.C.; ALVARENGA, C.J.S.; FERREIRA, V.P.; PIMENTEL, M.M.; PEDREIRA, J.A.; **WARREN, L.V.**; FERNÁNDEZ-RAMÍREZ, R.; GERALDES, M.; PEREIRA, N.S.; CHIGLINO, L.; CEZARIO, W.S. 2016. Correlations of some Neoproterozoic carbonate-dominated successions in South America based on high-resolution chemostratigraphy. *Brazilian Journal of Geology*, **46**:439-488.
- **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; RICCOMINI, C.; SIMÕES, M.G.; POIRÉ, D.G.; STRIKIS, N.M.; ANELLI, L.E.; STRIKIS, P. 2014. The puzzle assembled: Ediacaran guide fossil *Cloudina* reveals an old proto-Gondwana seaway. *Geology*, **44**:391-394.
- **WARREN, L.V.**; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; RICCOMINI, C.; GAUCHER, C.; ANELLI, L.E.; FREITAS, B.T.; BOGGIANI, P.C.; QUAGLIO, F. 2013. Origin and impact of the oldest metazoan bioclastic sediments. *Geology*, **41**: 507-510.
- **WARREN, L.V.**; PACHECO, M.L.F.; FAIRCHILD, T.R.; SIMÕES, M.G.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P.C.; CACERES, A. A. 2012. The dawn of animal skeletogenesis: ultra structural analysis of the Ediacaran metazoan *Corumbella wernerii*. *Geology*, **40**(8): 691-694.
- **WARREN, L.V.**; FAIRCHILD, T.R.; GAUCHER, C.; BOGGIANI, P.C.; POIRÉ, D.G.; ANELLI, L.E.; INCHAUSTI, J.C.G. 2011. *Corumbella* and in situ *Cloudina* in association with thrombolites in the Ediacaran Itapucumi Group, Paraguay. *Terra Nova*, **23**:382-389.

- FREITAS, B.T.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C.; ALMEIDA, R.P.; PIACENTINI, T. 2011. Tectono-sedimentary evolution of the Neoproterozoic BIF-bearing Jacadigo Group, SW-Brazil. *Sedimentary Geology*, **238**:48-70.
- CAMPANHA, G.A.C.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C.; GROHMANN, C.H.; CÁCERES, A.A. 2010. Structural analysis of the Itapucumí Group in the Vallemí region, northern Paraguay: Evidence of a new Brasiliano/Pan-African mobile belt. *Journal of South American Earth Sciences*, **30**(1):1-11.

4.3 Capítulos de livros

- CAXITO, F.A.; UHLEIN, G.J.; UHLEIN, A.; PEDROSA-SOARES, A.C.; KUCHENBECKER, M.; REIS, H.; SIAL, A.N.; FERREIRA, V.P.; ALVARENGA, C.J. S.; SANTOS, R.V.; VIEIRA, L.C.; DANTAS, E.; BABINSKI, M.; TRINDADE, R.; BOGGIANI, P.C.; **WARREN, L.V.**; HIPPERTT, J.P.; SOTERO, M.P.; RODRIGUES DE P.J. 2019. Isotope stratigraphy of Precambrian sedimentary rocks from Brazil: Keys to unlock Earth's hydrosphere, biosphere, tectonic, and climate evolution. *In: Stratigraphy & Timescales*. 1 ed. Elsevier, 2019, p. 73-132.
- **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; FREITAS, B.T.; ASSINE, M.L.; RICCOMINI, C. 2015. Underneath the Pantanal wetlands: a deep-time history about climatic changes, the dawn of metazoans and Gondwana formation. *In: Bergier I. & Assine M.L. (orgs). Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. 1 ed. Springer, 2015.
- SIMÕES, M.G.; **WARREN, L.V.**; MATOS, S.A.; NEVES, J.P.; MARONNA, M.M.; MARQUES, A.C. 2014. Uma visão paleontológica da evolução basal dos animais. *In: FRANZOZO, A. & FRANZOZO, M.L.N. (Org). Zoologia dos Invertebrados*. 1 ed. Editora Rocas, 2014.
- SIMÕES, M.G.; MATOS, S.A.; NEVES, J.P.; **WARREN, L.V.**; MARONNA, M.M.; MARQUES, A.C. 2014. Introdução à Origem e Evolução Basal dos Metazoa. *In: FRANZOZO, A. & FRANZOZO, M.L.N. (Org). Zoologia dos Invertebrados*. 1 ed. Editora Rocas, 2014.

4.4 Resumos expandidos publicados em anais de eventos

- OKUBO, J.; KLYUKIN, Y.I.; **WARREN, L.V.**; BODNAR, R.G.; GILL, B.C.; XIAO, X. 2019. Hydrothermal influence on barite precipitates in the basal Ediacaran Sete Lagoas cap carbonate, São Francisco Craton, central Brazil. IMECT - International Meeting on the Ediacaran and Ediacaran-Cambrian Transition, Guadalupe, Espanha. *Estudios Geologicos-Madrid*, **75**:26-28.
- **WARREN, L.V.**; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; RICCOMINI, C.; QUAGLIO, F.; BOGGIANI, P.C. 2011. The oldest fossil from Paraguay: *Cloudina-Corumbella* assemblage in the Itapucumi Group, Ediacaran. XXII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Natal, RN, Brasil. Atas, 1, p. 31-767.

4.5 Resumos publicados em anais de eventos

- PIVETTA, N.C.; CERRI, R.I.; **WARREN, L.V.**; ASSINE, M.L. 2019. Geocronologia e proveniência sedimentar da Formação Aprazível, Bacia do Jaibaras, com base em zircões detríticos. Geosudeste - 2019, Campinas, SP, Brasil. Anais do Geosudeste, 1, p. 140.
- **WARREN, L.V.**; ARROUY, M.J.; QUAGLIO, F.; POIRÉ, D.; SIMÕES, M.G. 2018. Ediacaran discoidal fossils from Argentina unlock the paleogeography of the Clymene Ocean. International Conference on Ediacaran and Cambrian Sciences, Xi'na, China. Programme Abstract, 1, p. 38.
- OKUBO, J.; MUSCENTE, D.; LUVIZOTTO, G.L.; UHLEIN, G.J.; **WARREN, L.V.**; XIAO, X. 2018. Early Ediacaran phosphogenesis, aragonite fan formation and seafloor environments following the terminal Cryogenian Marinoan Glaciation. International Conference on Ediacaran and Cambrian Sciences, Xi'na, China. Programme Abstract, 1, p. 33.
- INGLEZ, L.; OKUBO, J.; UHLEIN, G.J.; QUAGLIO, F.; ARROUY, M.J.; POIRÉ, D.; SIMÕES, M.G.; **WARREN, L.V.** 2016. New Ediacaran discoidal structures from South America and the implications for their biogenic origin. 48 Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, RS, Brasil. Anais, (digital).
- **WARREN, L.V.**; SIMÕES, M.G.; QUAGLIO, F.; RICCOMINI, C.; POIRÉ, D.; STRIISKIS, P.; BOSELLI, M. 2015. The intrinsic relationship of the first bioclastic deposits and organic-rich microbial mats in the Ediacaran Period. XXIV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Crato, CE, Brasil. Boletim de Resumos, 1, p. 151.
- BOSELLI, M.; **WARREN, L.V.** 2015. The Ediacaran paleontology record of South America: and overview. XXIV Congresso Brasileiro de Paleontologia, Crato, CE, Brasil. Boletim de Resumos, 1, p. 175.
- OKUBO, J.; **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F. 2015. Fácies sedimentares da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí) na porção norte do Cráton São Francisco. 14 Simpósio de Geologia do Sudeste, Campos do Jordão, SP, Brasil. Anais, 1. p. 14.
- **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; RICCOMINI, C.; POIRÉ, D.; STRIKIS, N.M.; ANELLI, L.E.; STRIISKIS, P. 2014. Assembling the puzzle: the earliest Gondwana seaway. 47 Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, Bahia, Brasil. Anais, 1. p. 1103.
- **WARREN, L.V.**; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; RICCOMINI, C.; POIRÉ, D.; STRIKIS, N.M.; ANELLI, L.E.; STRIISKIS, P.C. 2014. The earliest proto-gondwana seaway. 4th International Palaeontological Congress, Mendoza, Argentina. Abstract Volume, p. 122-122.

- **WARREN, L.V.**; RICCOMINI, C.; SIMÕES, M.G.; QUAGLIO, F.; FAIRCHILD, T.R. 2013. How to become a bioclast: sedimentology of Ediacaran *Cloudina* deposits. 6th Latin American Congress of Sedimentology, São Paulo, SP, Brasil. Proceedings, p. 111.
- FREITAS, B.T.; FAIRCHILD, T.R.; SANCHEZ, E.A.M.; PACHECO, M.L.F.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C. 2012. The fossil of the Neoproterozoic BIF-Bearing Jacadigo Group, SW-Brazil. 34th International Geological Congress, Brisbane, Australia. Proceedings of the 34th International Geological Congress, Brisbane: Causal Productions, p. 2710.
- **WARREN, L.V.**; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P.C.; QUAGLIO, F.; FREITAS, B.T. 2012. When bioclasticity began? Taphonomy of *Cloudina* shell concentrations, Itapucumi Group, Ediacaran, Paraguay. 46 Congresso Brasileiro de Geologia, Santos, SP, Brasil. Anais (digital).
- FREITAS, B.T.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C.; ALMEIDA, R.P.; PIACENTINI, THIAGO. 2012. As estruturas formadoras e deformadoras da Bacia Jacadigo e a relação entre as unidades neoproterozoicas Jacadigo, Corumbá e Puga na região de Corumbá, Mato Grosso do Sul. 46 Congresso Brasileiro de Geologia, Santos, SP, Brasil. Anais (digital).
- CAMPANHA, G.A.C.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C.; GROHMANN, C.H.; CACERES, A.A. 2010. Structural analysis of the Itapucumí Group in the Vallemí Region, Northern Paraguay: Evidence of a New Brasiliano / Pan-African Mobile Belt. AGU - 2010 Meeting of the Americas, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Supplement. Doc.6.27.
- POIRÉ, D.; GAUCHER, C.; BOGGIANI, P.C.; INCHAUSTI, J.C.G.; **WARREN, L.V.**; CANALICCHIO J.M.; REPETO F.G. 2010. Los estromatolitos neoproterozoicos de cuencas sedimentarias del Cratón del Río de la Plata: una visión regional. VI Congresso Uruguio de Geologia, Minas, Uruguay. Resumos do Congresso Uruguio de Geologia, 1, p. 25.
- **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C.; CAMPANHA, G.A.C.; GAUCHER, C.; POIRÉ, D.; INCHAUSTI, J.C.G.; SIAL, A.N. 2010. Stratigraphic correlation between Corumbá (Brasil) and Itapucumi (Paraguay) groups. 18th ISC (International Sedimentological Congress), Mendoza, Argentina. Abstracts Volume, p. 913-913.
- FREITAS, B.T.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C. 2010. Sedimentary evolution of the neoproterozoic BIF bearing Jacadigo Group, SW-Brazil. 18th IAS (International Sedimentological Congress), Mendoza, Argentina. Abstract Volume, p. 368.
- **WARREN, L.V.**; FAIRCHILD, T.R.; GAUCHER, C.; BOGGIANI, P.C. 2010. Extensão do registro da *Shelly Fauna* ediacarana na América do Sul (Grupo Itapucumi, Paraguai). Paleo 2010: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, Rio Claro, SP, Brasil. Boletim de Resumos, p. 25.

- CAMPANHA, G.A.C.; BOGGIANI, P.C.; **WARREN, L.V.**; GROHMANN, C.H.; CACERES, A.A. 2008. Possibilidade de uma nova faixa móvel Brasileira no norte do Paraguai. XLIV Congresso Brasileiro de Geologia, Curitiba, PR, Brasil. Anais, p. 33.
- FREITAS, B.T.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C. 2007. Caracterização sedimentológica e estratigráfica da Formação Urucum, Grupo Jacadigo (Neoproterozoico). 10º Simpósio de Geologia do Sudeste, Diamantina, MG, Brasil. Resumos, p. 25.
- FREITAS, B.T.; **WARREN, L.V.**; BOGGIANI, P.C. 2007. Análise de fácies da Formação Banda Alta, Grupo Jacadigo (Neoproterozoico). 10º Simpósio de Geologia do Sudeste, Diamantina, MG, Brasil. Resumos, p. 20.

5. Considerações finais

Na última década, os avanços na geologia e na paleontologia da Era Neoproterozoica da América do Sul foram, no mínimo, notáveis. Do ponto de vista do conhecimento paleontológico das assembleias fósseis, da geoquímica e do paleoclima, das idades e reconstituições paleogeográficas, e das correlações local, regional e global diversos trabalhos de grande importância científica foram publicados. O resultado do esforço conjunto de diversos pesquisadores colocou o conhecimento de algumas das sucessões ediacaranas sul-americanas em posição similar àquela de localidades clássicas como Namíbia (Grupo Nama), Newfoundland (Mistaken Point Formation), Austrália (Ediacara Member, Flinders Ranges) e China (formações Dengying e Doushantuo). Neste sentido, figuram como as unidades sul-americanas seguramente de idade ediacarana mais bem estudadas e conhecidas os grupos Itapucumi (Paraguai), Sierras Bayas e La Providencia (Argentina), Corumbá (Brasil) e Bambuí (Brasil). Destacam-se importantes trabalhos anteriormente citados nesta tese sobre paleontologia de organismos esqueletais, geoquímica (especialmente de isótopos de C e O, razões de Sr e nos últimos anos S), evolução estratigráfica e reconstituição paleogeográfica do Paleocontinente Gondwana.

Atualmente, os estudos conduzidos nestas sucessões por pesquisadores de diversos países têm buscado resolver problemas importantes, tais como: 1) o desaparecimento (?) da fauna típica do Ediacarano na passagem para o Cambriano; 2) a explicação de diferentes anomalias isotópicas positivas e negativas (a exemplo da anomalias da porção intermediária do Grupo Bambuí e Shuram, respectivamente); 3) variações nos graus de nutrientes e oxigenação dos oceanos que podem ter funcionado como condicionantes evolutivos para o

surgimento dos animais; 4) a evolução da microbiota protista ao longo da passagem Ediacarano-Cambriano, e 5) a possível subdivisão do Período Ediacarano em dois distintos Períodos ou Épocas com base em características geoquímicas, bioevolutivas, paleomagnéticas e/ou geotectônicas.

Acompanhando este esforço científico, é importante destacar também a formação de excelentes pesquisadores em universidades brasileiras nos âmbitos da pós-graduação. Tais profissionais têm contribuído sobremaneira na produção de ciência de qualidade e na participação em eventos nacionais e internacionais, difundindo os conhecimentos adquiridos e estabelecendo parcerias fundamentais para o avanço das pesquisas de alto nível. Inclusive, é importante ressaltar a presença de pesquisadores qualificados nas áreas de paleontologia, geocronologia, geoquímica e sedimentologia de unidades neoproterozoicas (especialmente ediacaranas) atualmente compondo os quadros de diversas universidades estaduais e federais.

Espera-se, finalmente, que nos próximos anos esta importante linha de pesquisa das geociências continue crescendo, com a publicação de novos artigos, formação de pessoal qualificado e contratação de profissionais aptos a desenvolver temas concernentes à geologia/geobiologia do final do pré-cambriano. Neste sentido, espera-se também que estes profissionais adquiram cada vez mais uma postura íntegra, altruísta e integradora, no sentido de buscar trabalhar em equipes multidisciplinares e empregar metodologias analíticas diversas, como já ocorre em grupos de pesquisa consagrados ao redor do mundo. Quanto a este último aspecto, acredita-se que somente com uma visão holística e imparcial da ciência serão obtidos resultados significativos para o entendimento deste importante e emblemático período do tempo geológico.

6. Perspectivas futuras

Atualmente, as pesquisas relativas ao tema da presente tese estão sendo desenvolvidas em sua plenitude. No ano de 2019, o candidato aprovou um projeto de auxílio à pesquisa da FAPESP intitulado “10 milhões de anos que transformaram o planeta: contexto paleoambiental da evolução dos primeiros animais com esqueleto no Período Ediacarano Terminal” (processo FAPESP 2018/26230-6), com duração estimada até abril de 2021. No momento, as atividades de pesquisa estão concentradas no estudo integrado das sucessões paraguaias ediacaranas, tema este que anteriormente tinha sido abordado na tese de doutorado

e pós-doc do candidato. Recentemente, importantes descobertas foram realizadas na sucessão de topo da Formação Tagatiya Guazu, inclusive com a descrição de diversas camadas contendo exemplares de *Treptichnus pedum*, considerado o icnofossil que marca o limite Ediacarano-Cambriano. Deste modo, este projeto busca realizar um estudo de detalhe do intervalo detentor destes traços e de exemplares da fauna ediacarana esquelética (como *Cloudina*, *Corumbella* e *Namacalathus*), no intuito de compreender as mudanças paleoambientais responsáveis pelo surgimento e desaparecimento desta assembleia de organismos. Para este fim, é proposta uma abordagem integrada utilizando diversos métodos geoquímicos (isótopos de C_{car}, C_{org}, O, S, análises de COT e elementos maiores e traços), sedimentológicos, paleontológicos e paleomagnéticos. Além disso, é importante ressaltar que estão vinculados diretamente ao desenvolvimento deste projeto uma supervisão de pós-doc e as orientações de um doutorado, um mestrado acadêmico e uma iniciação científica.

As pesquisas do candidato concernentes ao tema desta tese ainda se desenvolvem no âmbito do projeto “Investigação estratigráfica, quimiostratigráfica e paleontológica das formações Serra da Saudade e Três Marias do Grupo Bambuí (Ediacarano-Cambriano)” (processo CNPq 432556/2018-4), sob coordenação do Prof. Dr. Gabriel Jubé Uhlein (UFMG) e com duração estimada entre 2019 a 2022. Ainda que pese a situação financeira e política atual do país, as verbas parciais liberadas pelo órgão de fomento em questão têm sido utilizadas em campanhas de campo e análises diversas para amostras coletadas nas unidades de topo do Grupo Bambuí, no norte de Minas Gerais.

Destaca-se que, para os próximos anos, parte das atividades de pesquisa serão também dedicadas à *International Commission on Stratigraphy – Subcommission on Ediacaran Stratigraphy* – UNESCO, da qual o candidato é atualmente primeiro secretário. Estão sendo planejadas e coordenadas pelo candidato três viagens de campo para sucessões ediacaranas no Brasil e Argentina que seriam, inicialmente, realizadas em julho de 2020. No entanto, devido à crise de saúde pública deflagrada pelo Corona Vírus, estas viagens foram tentativamente prorrogadas para o ano de 2022. Estão ainda planejadas missões científicas para exposições ediacaranas nos EUA, Namíbia e Federação Russa, viagens estas que o candidato planeja participar como pesquisador.

É importante ressaltar que, desde o ano de 2018, há uma importante colaboração científica do candidato com pesquisadores de instituições nacionais, a saber: professores

Alcides Sial (UFPE), Gabriel Uhlein (UFMG), Alexandre Uhlein (UFMG), Fabrício Caxito (UFMG), Detlef Valde (UNB), Dermeval do Carmo (UNB), Martino Giorgioni (UNB), Criastiano Lana (UFOP), Claudio Riccomini (USP), Marcello Simões (UNESP), Luciano Alessandretti (UFU), Anelize Bahniuk (UFPR) e Leonardo Cury (UFPR). Importantes parcerias em pesquisa internacionais ocorrem nas figuras dos professores: Daniel Poiré (UNLP, Argentina), Luis Buatois (University of Saskatchewan, Canadá), Gabriela Mangano (University of Saskatchewan, Canadá), Guy Narbonne (Queen's University, Canadá), Shuhai Xiao (Virginia Tech University, EUA), James Schiffbauer (University of Missouri, EUA), Marc LaFlamme (University of Toronto, EUA), Alan J. Kaufman (University of Indiana, EUA), Iván Cortijo (Universidad de Extremadura, Espanha), Natalia Bykova (A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Federação Russa), Ben Yang (Chinese Academy of Sciences, China), Huan Cui (Free University of Brussels, Bélgica) e Tae-Yoon Park (Korea Polar Research Institute, Coreia do Sul).

A curto-médio prazo, com a aquisição dos dados da análise multi-indicadores das sucessões carbonáticas paraguaias, pretende-se proceder com a produção de artigos em parceria com pesquisadores da China, EUA e Federação Russa; países detentores de sucessões ediacaranas estudadas sob a mesma ótica (e detalhamento) que se pretende estudar o Grupo Itapucumi. Com a obtenção de idades radiométricas, espera-se também realizar estudos de correlação com outras unidades sabidamente coevas ao redor do mundo. Dados paleontológicos de unidades paraguaias, espanholas e chinesas, atualmente em aquisição, serão especialmente importantes para a definição de um protocolo tafonômico para organismos esqueletais ediacaranos. Nos próximos anos, o candidato espera também orientar, pelo menos, mais um aluno de doutorado e um de mestrado em temas relacionados à geoquímica, à estratigrafia e à paleontologia do Ediacarano em unidades brasileiras, paraguaias e, possivelmente, espanholas e chinesas.

Por fim, espera-se a médio-longo prazo contribuir ativamente para questões-chave na esfera de discussão da *Subcomission on Ediacaran Stratigraphy*, especialmente no que se refere à solução de questões que ainda permeiam a passagem Ediacarano-Cambriano e a possível subdivisão estratigráfica do Período Ediacarano.

7. Referências Bibliográficas

- ABREU-LIMA, S.A. 1997. *Facies, ambiente deposicional e aspectos diagenéticos da Formação Sete Lagoas na região norte de Minas Gerais, Bacia do São Francisco*. Dissertação de Mestrado. Escola de Minas/UFOP, Ouro Preto, 121 p.
- ACENÓLAZA, F.G.; Bettucci, L.S.; Fernicola, J.C. 1998. Ichnofossils from the Lavalleya Group, Neoproterozoic of Uruguay. *Coloquios de Paleontologia*, **49**:9-21.
- ACENÓLAZA, F.G. 2004. Precambrian–Cambrian ichnofossils, an enigmatic ‘annelid tube’ and microbial activity in the Puncoviscana Formation (La higuera; tucumán province, NW Argentina). *Geobio*, **37**:127–133.
- ADÔRNO, R.R.; DO CARMO, D.A.; GERMS, G.; WALDE, D.H.G.; DENEZINE, M.; BOGGIANI, P.C.; SOUSA E SILVA, S.C.; VASCONCELOS, J.R.; TOBIAS, T.C.; GUIMARÃES, E.M.; VIEIRA, L.C.; FIGUEIREDO, M.F.; MORAES, R.; CAMINHA, S.A.; SUAREZ, P.A.Z.; RODRIGUES, C.V.; CAIXETA, G.M.; PINHO, D.; SCHNEIDER, G.; MUYAMBA, R. 2017. *Cloudina luciano* (Beurlen & Sommer, 1957), Tamengo Formation, Ediacaran, Brazil: taxonomy, analysis of stratigraphic distribution and biostratigraphy. *Precambrian Research*, **301**:19–35.
- ADÔRNO, R.R.; WALDE, D.H.G.; ERDTMANN, B.D.; DENEZINE, M.; CORTIJO, I.; DO CARMO, D.A.; GIORGIONI, M.; RAMOS, M.E.A.F.; FAZIO, G. 2019. First occurrence of *Cloudina carinata* Cortijo et al., 2010 in South America, Tamengo Formation, Corumbá Group, upper Ediacaran of Midwestern. *Estudios Geológicos*, **75**(2):e095.
- ALKMIM, F.F.; BRITO NEVES, B.B.; CASTRO ALVES, J.A. 1993. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco - Uma revisão. In: DOMINGUEZ, J.M.L. & MISI, A. (Eds.), *O Craton São Francisco*. SBG/Núcleo BA/SE, p. 45–62.
- ALKMIM, F.F. & MARTINS-NETO, M.A. 2001. A bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C.P. & MARTINS-NETO, M.A. (Eds.). *Bacia Do São Francisco: Geologia e Recursos Minerais*, SBG/MG, Belo Horizonte-MG, p. 9–30.
- ALMEIDA, F.F.M. 1944. *Collenia itapevensis* sp. - um fóssil pré-cambriano do Estado de São Paulo. *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, **1**:89-106.
- ALMEIDA, F.F.M. 1945. Geologia do sudoeste mato-grossense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional de Produção Mineral*, **116**:1–118.
- ALMEIDA, F.F.M. 1965. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato Grosso), Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineração*, **219**:1–96.
- ALMEIDA, F.F.M. 1968. Evolução tectônica do Centro-Oeste Brasileiro no Proterozóico Superior. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **40**:225-295.
- ALMEIDA, F.F.M. 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: 23 Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, *Anais*, **1**:29-46.
- ALMEIDA, F.F.M. 1970. *Mapa Geológico do Brasil*. Escala 1:5.000.000. Departamento Nacional de Produção Mineral.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASSUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Review*, **17**:1–21.

- ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. 1984. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Brazil, Editora Edgard Blücher Ltda., 378 p.
- ALMEIDA, F.F.M. 1984. Província Tocantins, setor sudoeste. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (Coord.). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Ed. Blücher Ltda. p. 265-281.
- ALMEIDA, R.P.; JANIKIAN, L.; FRAGOSO-CESAR, A.R.S.; FAMBRINI, G.L. 2010. The Ediacaran to Cambrian Rift System of Southeastern South America: Tectonic Implications. *The Journal of Geology*, **118**:45–161.
- ALVARENGA, C.J.S. & TROMPETTE, R. 1992. Glacial influenced turbidite sedimentation in the uppermost Proterozoic and Lower Cambrian of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **92**:85–105.
- ALVARENGA, C.J.S.; SANTOS, R.V.; DANTAS, E.L. 2004. C-O-Sr isotopic stratigraphy of cap carbonates overlying Marinoan-age glacial diamictites in the Paraguay Belt, Brazil. *Precambrian Research*, **131**:1-21.
- ALVARENGA, C.J.S.; FIGUEIREDO, M.F.; BABINSKI, M.; PINHO, F.E.C. 2007. Glacial diamictites of Serra Azul Formation (Ediacaran, Paraguay belt): Evidence of the Gaskiers glacial event in Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. **23**:236–241
- ALVARENGA, C.J.S.; DARDENNE, M.A.; SANTOS, R.V.; BROD, E.R.; GIOIA, S.M.C.L.; SIAL, A.N.; DANTAS, E.L.; FERREIRA, V.P. 2008. Isotope stratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates in the Araras Group, Brazil. *Gondwana Research*, **13**:469-479.
- ALVARENGA, C.J.S.; SANTOS, R.V.; VIEIRA, L.C.; LIMA, B.A.F.; MANCINI, L.H. 2014. Meso-Neoproterozoic isotope stratigraphy on carbonates platforms in the Brasília Belt of Brazil. *Precambrian Research*, **251**:164-180.
- AMTHOR, J.E.; GROTZINGER, J.P.; SCHRÖDER, S.; BOWRING, S.A.; RAMEZANI, J.; MARTIN, M.W.; MATTER, A. 2003. Extinction of *Cloudina* and *Namacalathus* at the Precambrian-Cambrian boundary in Oman. *Geology*, **31**: 431–434.
- ANDRADA E SILVA, J.B.A. 1972. Mémoire sur les diamants du Brésil. *Annales de Chimie et Physique*, **15**:82-88
- ARAÚJO, C.E.G.; CORDANI, U.G.; BASEI, M.A.; CASTRO, N.A.; SATO, K.; SPROESSER, W.M. 2012. U–Pb detrital zircon provenance of metasedimentary rocks from the Ceará Central and Médio Coreau Domains, Borborema Province, NE-Brazil: tectonic implications for a long-lived Neoproterozoic active continental margin. *Precambrian Research*, **206**:36-51.
- ARAÚJO, C.E.G.; RUBATTO, D.; HERMANN, J.; CORDANI, U.G.; RENAUD, C.; BASEI, M.A. 2014. Ediacaran 2,500-km-long synchronous deep continental subduction in the West Gondwana Orogen. *Nature Communications*, **5**:198(5):1-8.
- ARROUY, M.J.; WARREN, L.V.; QUAGLIO, F.; POIRÉ, D.; SIMÕES, M.G.; BOSELLI, M.; GOMEZ PERAL, L.E. 2016. Ediacaran discs from South America: probable soft-bodied macrofossils unlock the paleogeography of the Clymene Ocean. *Scientific Reports*, **6**:30590.
- ARROUY, M. J.; GAUCHER, C.; POIRÉ, D.; XIAO, S.; GOMEZ PERAL, L.E.; WARREN, L.V.; BYKOVA, N.; QUAGLIO, F. 2019. A new record of late Ediacaran acritarchs from La providencia group (Tandilia System, Argentina) and its biostratigraphical significance. *Journal of South American Earth Sciences*, **93**:283-293.

- AUBET, N.R.; PECOITS, E.; HEAMAN, L.M.; VEROSLAVSKY, G.; GINGRAS, M.K.; KONHAUSER, K.O. 2014. Ediacaran in Uruguay: Facts and controversies. *Journal of South American Earth Sciences*, **55**:43-57.
- BABCOCK, L.E.; GRUNOW, A.M.; SADOWSKI, G.R.; LESLIE, S.A. 2005. *Corumbella*, an Ediacaran-grade organism from the Late Neoproterozoic of Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **220**:7–18.
- BABINSKI, M.; TRINDADE, R.I.F.; ALVARENGA, J.C.; BOGGIANI, P.C.; LIU, D.; SANTOS, R.V. 2006. Geochronological constraints on the Neoproterozoic glaciations in Brazil. In: Snowball Earth 2006. Ascona, *Proceedings*, **1**:19-20.
- BABINSKI, M.; VIEIRA, L.C.; TRINDADE, R.I.F. 2007. Direct dating of the Sete Lagoas cap carbonate (Bambuí Group, Brazil) and implications for the Neoproterozoic glacial events. *Terra Nova*, **19**(6):401-406.
- BABINSKI, M.; FANNING, C.M.; TRINDADE, R.I.F.; BOGGIANI, P.C. 2008. U-Pb SHRIMP ages from the Neoproterozoic southern Paraguay Belt: constraining the depositional age and sediment provenance of glaciogenic deposits. In: 4th SHRIMP Workshop, *Abstract Volume*, Saint Petersburg, Russia, p. 19–21.
- BABINSKI, M.; BOGGIANI, P.C.; TRINDADE, R.I.F.; FANNING, C.M. 2013. Detrital zircon ages and geochronological constraints on the Neoproterozoic Puga diamictites and associated BIFs in the southern Paraguay Belt, Brazil. *Gondwana Research*, **23**:988–997.
- BANDEIRA, J.; MCGEE, B.; NOGUEIRA, A.C.R.; COLLINS, A.S.; TRINDADE, R. 2012. Sedimentological and provenance response to Cambrian closure of the Clymene ocean: The upper Alto Paraguai Group, Paraguay belt, Brazil. *Gondwana Research*, **21**(2-3):323-340.
- BARROSO, F.R.G.; VIANA, M.S.S.; DE LIMA FILHO, M.F.; AGOSTINHO, S.M.O. 2014. First Ediacaran fauna occurrence in northeastern Brazil (Jaibaras Basin, Ediacaran-Cambrian): preliminary results and regional correlation. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **86**:1029–1042.
- BARTLEY, J.K. & KAH, L.C. 2004. Marine carbon reservoir, C_{org} - C_{carb} coupling, and the evolution of the Proterozoic carbon cycle. *Geology*, **32**:129-132.
- BASEI, M.A.S & BRITO NEVES, B.B. 1992. Características geológicas da transição Proterozoico-Fanerozóico no Brasil. In: GUTIERREZ, M.J.G & RÁBANO, I. (Eds.). *Paleozoico Inferior de Iberoamérica*. Mérida, Universidade de Extremadura, p. 331-342.
- BASEI, M.A.S.; SIGA JR, O.; MASQUELIN, H.; HARARA, O.M.; REIS NETO, J.M.; PRECIOZZI, F.P. 2000. The Dom Feliciano Belt of Brasil and Uruguay and its foreland domain, the Rio de La Plata Craton: framework, tectonic evolution and correlation with similar provinces of southwestern Africa. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (eds). *Tectonic evolution of South America*. Rio de Janeiro, p. 311–334.
- BECKER-KERBER, B.; PACHECO, M.L.A.F.; RUDNITZKI, I.D.; GALANTE, D.; RODRIGUES, F.; LEME, J.M. 2017. Ecological interactions in *Cloudina* from the Ediacaran of Brazil: implications for the rise of animal biomineralization. *Scientific Reports*, **7**:54-82.
- BECKER-KERBER, B.; PAIM, P.S.G.; CEMALE JUNIOR, F.; GIRELLI, T.J.; DA ROSA, A.L.Z.; ALBANI, A.E.; OSÉS, G.L.; PRADO, G.M.E.M.; FIGUEIREDO, M.; SIMÕES, L.S.A.; PACHECO, M.L.A.F. 2020. The oldest record of Ediacaran macrofossils in Gondwana (~563 Ma, Itajaí Basin, Brazil). *Gondwana Research*, **84**:211–228.
- BENGTSON, S. 2002. Origins and early evolution of predation. In: KOWALEWSKI M. & KELLEY P.H. (Eds.), *The fossil record of predation*. The Paleontological Society Papers **8**, p. 289–317.

- BEURLIN, K. & SOMMER, F.W. 1957. Observações estratigráficas e paleontológicas sobre o calcário Corumbá. *Boletim Divisão Geologia e Mineralogia/DNPM*, **168**:1-47.
- BLANCO, G.; RAJESH, H.M.; GAUCHER, C.; GERMS, G.J.; CHEMALE JR., F. 2009. Provenance of the Arroyo del Soldado Group (Ediacaran to Cambrian, Uruguay): implications for the paleogeographic evolution of southwestern Gondwana. *Precambrian Research*, **171**(1-4):57-73.
- BOGGIANI, P.C.; FAIRCHILD, T.R.; COIMBRA, A.M. 1993. O Grupo Corumbá (Neoproterozóico-Cambriano) na região Central da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul (Faixa Paraguai). *Revista Brasileira de Geociências*, **23**(3):301-305.
- BOGGIANI, P.C. 1998. *Análise Estratigráfica da Bacia Corumbá (Neoproterozoico) – Mato Grosso do Sul*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 181 p.
- BOGGIANI, P.C.; FERREIRA, V.P.; SIAL, A.N.; BABINSKI, M.; TRINDADE, R.I.F.; ACEÑOLAZA, G.; TOSELLI, A.J.; PARADA, M.A. 2003. The cap carbonate of the Puga Hill (Central South America) in the context of the Post-Varanger glaciation. In: 4 South American Symposium on Isotope Geology, Salvador, *Short Papers*, **1**:324-327.
- BOGGIANI, P.C.; GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; BABINSKI, M.; SIMON, C.M.; RICCOMINI, C.; FERREIRA, V.P.; FAIRCHILD, T.R. 2010. Chemostratigraphy of the Tamengo Formation (Corumbá Group, Brazil): A contribution to the calibration of the Ediacaran carbon-isotope curve. *Precambrian Research*, **182**(4):382-401.
- BORRELLO, A.V. 1966. Trazas, restos tubiformes y cuerpos fósiles problemáticos de la Formacion La Tinta, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. *Paleontografía Bonaerense*, **5**:1-150.
- BRASIER, M.D. 1990. Phosphogenic events and skeletal preservation across the Precambrian–Cambrian boundary interval. In: NOTHOLT, A.J.G. & JARVIS, I. (Eds.). *Phosphorite Research and Development*. Geological Society, *Special Publications*, **52**:289–303.
- BRITO NEVES, B.; FUCK, R.A.; CORDANI, U.G.; THOMAZ, A. 1984. Influence of basement structures on the evolution of the major sedimentary basins of Brazil: a case of tectonic heritage. *Journal of Geodynamics*, **1**(3-5):495-510.
- BRITO NEVES, B.B.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.C.G.; KAWASHITA, K. 1990. A contribution to the subdivision of the Precambrian in South America. *Revista Brasileira de Geociências*, **20**:267-276.
- BRITO NEVES, B.B.; CAMPOS NETO, M.C.; FUCK, R. 1999. From Rodinia to eastern Gondwana: an approach to the Brasileiro–Pan African cycle and orogenic collage. *Episodes*, **22**:155–166.
- BRITO NEVES, B.B.; & CAMPOS NETO, M.C. 2002. Ciclo Brasileiro: discussão prefacial. In: 41 Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa, *Anais*, p. 295.
- CAETANO-FILHO, S.; PAULA-SANTOS, G.M.; GUACANEME, C.; BABINSKI, M.; BEDOYA-RUEDA, C.; PELOSO, M.; AMORIM, K.; AFONSO J.; KUCHENBECKER, M.; REIS, H.L.S.; TRINDADE, R.I.F. 2019. Sequence stratigraphy and chemostratigraphy of an Ediacaran-Cambrian foreland-related carbonate ramp (Bambuí Group, Brazil). *Precambrian Research*, **331**:105365.
- CAMPANHA, G.A.C.; WARREN, L.V.; BOGGIANI, P.C.; GROHMANN, C.H.; CÁCERES, A.A. 2010. Structural analysis of the Itapucumí Group in the Vallemí region, northern Paraguay: Evidence of a new Brasileiro/Pan-African mobile belt. *Journal of South American Earth Sciences*, **30**(1):1-11.
- CAMPANHA, G.A.C.; BOGGIANI, P.C.; SALLUN FILHO, W.F.; ROSTIROLA DE SÁ, F.; ZUQUIM, M.P. S.; PIACENTINI, T. 2011. A faixa de dobramento Paraguai na Serra da Bodoquena e depressão do Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. *Revista de Geologia da USP*, **11**(3): 79–96.

- CASTRO, D.L.; FUCK, R.A.; PHILLIPS, J.D.; VIDOTTI, R.M.; BEZERRA, F.H.; DANTAS, E.L. 2014. Crustal structure beneath the Paleozoic Parnaíba Basin revealed by airborne gravity and magnetic data, Brazil. *Tectonophysics*, **614**:128-145.
- CASTRO, D.L.D.; BEZERRA, F.H.R.; FUCK, R.A.; VIDOTTI, R.M. 2016. Geophysical evidence of pre-sag rifting and post-rifting fault reactivation in the Parnaíba basin, Brazil. *Solid Earth*, **7**:529-548.
- CAWOOD, P.A & LEITCH, E.C. 1998. Going down: subduction initiation in the proto-Pacific and relationship to end Neoproterozoic global events. *Journal of African Earth Sciences*, **27**(1A):42.
- CAXITO, F.A.; HALVERSON, G.P.; UHLEIN, A.; STEVENSON, R.; DIAS, T.G.; UHLEIN, G.J. 2012. Marinoan glaciation in east central Brazil. *Precambrian Research*, **200–203**:38–58.
- CAXITO, F.A.; FREI, R.; UHLEIN, G.J.; DIAS, T.G.; ÁRTING, T.B.; UHLEIN, A. 2018. Multiproxy geochemical and isotope stratigraphy records of a neoproterozoic oxygenation event in the Ediacaran Sete Lagoas cap carbonate, Bambuí Group, Brazil. *Chemical Geology*, **481**:119–132.
- CAXITO, F.A.; LANA, C.; FREI, R.; UHLEIN, G.J.; SIAL, A.N.; DANTAS, E.L.; PINTO, A.G.; CAMPOS, F.C.; GALVAO, P.; WARREN, L.V.; OKUBO, J.; GANADE, C.E. 2021. Goldilocks at the dawn of complex life: mountains might have damaged Ediacaran? Cambrian ecosystems and prompted an early Cambrian greenhouse world. *Scientific Reports*, **11**:20010.
- CERRI, R.I.; WARREN, L.V.; VAREJÃO, F.G.; MARCONATO, A.; LUVIZOTTO G.L.; ASSINE, M.L. 2020. Unraveling the origin of the Parnaíba Basin: Testing the rift to sag hypothesis using a multi-proxy provenance analysis. *Journal of South American Earth Sciences*, **101**:e102625.
- CERRI, R.I.; LUVIZOTTO G.L.; TOGNOLI, F.M.W.; WARREN, L.V.; OKUBO, J.; MORALES, N. 2020. Mechanical stratigraphy and structural control of oil accumulations in fractured carbonates of the Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, **50**(3):e20190117.
- CHIGLINO, L. 2013. *Químioestratigrafia e Bioestratigrafia da Formação Frecheirinha, Grupo Ubajara - Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 101 p.
- CHIGLINO, L.; GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; FERREIRA, V.P. 2015. Acritarchs of the Ediacaran Frecheirinha Formation, Ubajara Group, Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **87**(2):635-649.
- CIGUEL, J.H.G.; GÓIS, J.R.; ACEÑOLAZA, F.G. 1992. Ocorrência de icnofósseis em depósitos molássicos da Formação Camarinha (Neoproterozóico III - cambriano Inferior), no Estado do Paraná Brasil. *Série Correlação Geológica*, **9**:157–158.
- CINGOLANI, C.A. & BONHOMME, M.G. 1982. Geochronology of La Tinta Upper Proterozoic sedimentary rocks, Argentina. *Precambrian Research*, **18**(1-2):119-122.
- CLOUD, P. & DARDENNE, M.A. 1973. Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, **84**:1673-1676.
- CLOUD, P. & MOERI, E. 1973. *Conophyton* in the Bambuí Group: What form and age? *Geology*, **1**(3):127.
- COELHO, D.L.; JULIÀ, J.; RODRÍGUEZ-TRIBALDOS, V.; WHITE, N. 2018. Deep crustal architecture of the Parnaíba basin of NE Brazil from receiver function analysis: implications for basin subsidence. *Geological Society, London, Special Publications*, **472**(1):83-100.
- CONWAY MORRIS, S.; MATTES, B.W.; CHEN, M. 1990. The early skeletal organism *Cloudina*: new occurrences from Oman and possibly China. *American Journal of Science*, **290**:245–260.

- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.; COUTINHO, M.V.J.; AMARILDO, R.S. 2010. The Rio Apa Craton in Mato Grosso do Sul (Brazil) and northern Paraguay: Geochronological Evolution, Correlations and Tectonic Implications for Rodinia and Gondwana. *American Journal of Sciences*, **310**:981-1023.
- COSTA, M.J.; FRANÇA, J.D.; LINS, C.A.C.; BACCHIEGGA, I.F.; HABEKOST, C.R.; CRUZ, W.D. 1973. Geologia da Bacia Jaibaras; Ceará, Piauí e Maranhão. Projeto Jaibaras. DNPM/CPRM. Recife. *Relatório final* (5 vol.).
- COX, G.M.; HALVERSON, G.P.; MINARIK, W.G.; HERON, D.P.LE.; MACDONALD, F.A.; BELLEFROID, E.J.; STRAUSS, J.V. 2013. Neoproterozoic iron formation: An evaluation of its temporal, environmental and tectonic significance. *Chemical Geology*, **362**:232-249.
- CRUZ, N.M.C. & NOBRE-LOPES, J. 1992. Microfósseis do Grupo Bambuí na região de Arcos, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **64**:420.
- CUI, H.; KAUFMAN, A.J.; XIAO, S.; PEEK, S.; CAO, H.; MIN, X.; CAI, Y.; SIEGEL, Z.; LIU, X.M.; PENG, Y.; SCHIFFBAUER, J.D.; MARTIN, A.J. 2016a. Environmental context for the terminal Ediacaran biomineralization of animals. *Geobiology*, **14**:344–363.
- CUI, H.; GRAZHDANKIN, D.V.; XIAO, S.; PEEK, S.; ROGOV, V.I.; BYKOVA, N.V.; SIEVERS, N.E.; LIU, X.M.; KAUFMAN, A.J. 2016b. Redox-dependent distribution of early macro-organisms: evidence from the terminal Ediacaran Khatyspyt Formation in Arctic Siberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **461**:122–139.
- CUI, H.; WARREN, L.V.; UHLEIN, G. J.; OKUBO, J.; LIU, X.; PLUMMER, R.E.; BAELE, J.; GODERIS, S.; CLAEYS, P.; LI, F. 2020. Global or regional? Constraining the origins of the middle Bambuí carbon cycle anomaly in Brazil. *Precambrian Research*, **348**:105861.
- D'AGRELLA-FILHO, M.S.; BABINSKI, M.; TRINDADE, R.I.F.; VAN SCHMUS, W.R.; ERNESTO, M. 2000. Simultaneous remagnetization and U–Pb isotope resetting in Neoproterozoic carbonates of the São Francisco craton, Brazil. *Precambrian Research*, **99**:179–196.
- DALLA SALDA, L.E & IÑIGUEZ, A.M. 1979. La Tinta, Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires. In: 7 Congreso Geológico Argentino, *Actas*, **1**:539-550.
- DALY, M.C.; FUCK, R.A.; JULIÀ, J.; MACDONALD, D.I.; WATTS, A.B. 2018. Cratonic basin formation: a case study of the Parnaíba Basin of Brazil. *Geological Society, London, Special Publications*, **472**(1):1-15.
- DARDENNE, M.A. 1978. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: 30º Congresso Brasileiro de Geologia, *Anais*, Recife, Brasil, p. 597–610.
- DARWIN, C. 1846. *Geological observations of South America: Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle during 1832-1836*. Cambridge University Press, Londres.
- DEMARCO, P.N.; MASQUELIN, H.; PEEL, E.; BETTUCCI, L.S. 2019. Stratigraphy and tectonic setting of the Barriga Negra Formation in Uruguay: an update. *Brazilian Journal of Geology*, **49**(1):e20180047.
- DREFAHL, M. & DA SILVA, R.C. 2007. Ediacaran fossils occurrence in Camarinha Formation (upper Neoproterozoic), Paraná state southeast. In: XX Congresso Brasileiro de Paleontologia, *Anais*, Búzios, Rio de Janeiro, Brasil, p. 1–10.
- DROSER, M.L. & GEHLING, J.G. 2015. The advent of animals: The view from the Ediacaran. *PNAS*, **112**(16):4865–4870.

- DORR II, J.V.N. 1945. Manganese and iron deposits of Morro do Urucum, Mato Grosso, Brazil. *Bulletin of the United States Geological Survey*, **946A**:1–47.
- ECKEL, E.B. 1959. Geology and Mineral Resources of Paraguay: a reconnaissance. *USGS Professional Papers*, **327**:1-110.
- EYLES, N. & JANUSZCZAK, N. 2004. ‘Zipper-rift’: a tectonic model for Neoproterozoic glaciations during the breakup of Rodinia after 750 Ma. *Earth Sciences Review*, **65**:1–73.
- EYLES, N. & JANUSZCZAK, N. 2007. Syntectonic subaqueous mass flows of the Neoproterozoic Otavi Group, Namibia: where is the evidence of global glaciation? *Basin Research*, **19**:179–198.
- FAMBRINI, G.L.; ALMEIDA, R.P.; FRAGOSO-CESAR, A.R.S. 2006. Estratigrafia e evolução paleogeográfica do Grupo Santa Barbara (Ediacarano) na sub-bacia Camaquã Ocidental, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **36**:550–565.
- FERNÁNDEZ-RAMÍREZ, R.; VARGAS-MATTOS, G.; MATOS, R.; GERALDES, M.C.; SIAL, A.N. 2009. Isótopos de C em carbonatos Neoproterozóicos da Bacia Tucavaca, Grupo Murciélagos, Bolívia. In: XII Congresso Brasileiro de Geoquímica, CD-ROM, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
- FIGUEIREDO, M.F. 2006. *Químioestratigrafia das rochas Ediacarianas do extremo norte da Faixa Paraguai, Mato Grosso. Dissertação de mestrado*. Universidade de São Paulo, 105 p.
- FIGUEIREDO, M.F.; BABINSKI, M.; ALVARENGA, C.J.S.; PINHO, F.E.C. 2008. Nova unidade litoestratigráfica registra glaciação ediacarana em Mato Grosso: formação Serra Azul. *Geologia USP - Serie Científica*, **8**(2):65-75.
- FIGUEIREDO, F.T.; ALMEIDA, R.P.; TOHVER, E.; BABINSKI, M.; LIU, D.; FANNING, C.M. 2009. Neoproterozoic glacial dynamics revealed by provenance of diamictites of the Bebedouro Formation, São Francisco Craton, Central Eastern Brazil. *Terra Nova*, **21**:375–385.
- FOETTERLE, F. 1854. *Golpe de Vista Geologico do Brazil e de algumas partes centraes da America do Sul*. Escala: 1:15.000.000. Instituto Geológico Imperial Austríaco.
- FONT, E.; NÉDÉLEC, A.; TRINDADE, R.I.F.; MACOUIN, M.; CHARRIÈRE, A. 2006. Chemostratigraphy of the Neoproterozoic Mirassol d’Oeste cap dolostone (Mato Grosso, Brazil): an alternative model for Marinoan cap dolostone formation. *Earth and Planetary Science Letters*, **250**:89-103.
- FRAGOSO-CESAR, A.R.S.; FAMBRINI, G.L.; ALMEIDA, R.P.; PELOSI, A.P.M.R.; JANIKIAN, L.; RICCOMINI, C.; MACHADO, R.; NOGUEIRA, A.C.R.; SAES, G.S. 2000. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to Early Cambrian sequences in southernmost Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**:438–441.
- FREITAS, B.T.; WARREN, L.V.; BOGGIANI, P.C.; ALMEIDA, R.P.; PIACENTINI, T. 2011. Tectono-sedimentary evolution of the Neoproterozoic BIF-bearing Jacadigo Group, SW-Brazil. *Sedimentary Geology*, **238**:48-70.
- FREITAS, B.T.; RUDNITZKI, I.D.; MORAIS, L.; CAMPOS, M.D.R.; ALMEIDA, R.P.; WARREN, L.V.; BOGGIANI, P.C.; CAETANO-FILHO, S.; BEDOYA-RUEDA, C.; BABINSKI, M.; FAIRCHILD, T.R.; TRINDADE, R.I.F. 2021. Cryogenian glaciostatic and eustatic fluctuations and massive Marinoan-related deposition of Fe and Mn in the Urucum District, Brazil. *Geology*, **49**:G49134.1.
- GAUCHER, C. 1999. *Sedimentology, palaeontology and stratigraphy of the Arroyo del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay)*. Tese de doutoramento, Philipps-Universitat Marburg.

- GAUCHER, C.; SPRECHMANN, P.; MONTAÑA, J. 1998. Sedimentology, paleontology and paleogeography of the Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado Group, Uruguay. *Terra Nostra*, **98/5**:43-44.
- GAUCHER, C. & SPRECHMANN, P. 2000. Upper Vendian skeletal fauna of the Arroyo del Soldado Group, Uruguay. *Beringeria*, **23**:55–91.
- GAUCHER, C.; BOGGIANI, P.C.; SPRECHMANN, P.; SIAL, A.N.; FAIRCHILD, T. 2003. Integrated correlation of the Vendian to Cambrian Arroyo del Soldado and Corumbá Groups (Uruguay and Brazil): palaeogeographic, palaeoclimatic and palaeobiologic implications. *Precambrian Research*, **120**:241–278.
- GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; BLANCO, G.; SPRECHMANN, P. 2004. Chemostratigraphy of the lower Arroyo del Soldado Group (Vendian, Uruguay) and palaeoclimatic implications. *Gondwana Research*, **7**:715–730.
- GAUCHER, C.; POIRÉ, D.G.; GÓMEZ PERAL, L.; CHIGLINO, L. 2005. Litoestratigrafía, bioestratigrafía y correlaciones de las sucesiones sedimentarias del Neoproterozoico-Cámbrico del Cratón del Río de la Plata (Uruguay y Argentina). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, **12**(2):145-160.
- GAUCHER, C.; BLANCO, G.; CHIGLINO, L.; POIRÉ, D.; GERMS, G.J.B. 2008. Acritarchs of Las Ventanas Formation (Ediacaran, Uruguay): Implications for the timing of coeval rifting and glacial events in western Gondwana. *Gondwana Research*, **13**:488–501.
- GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; HALVERSON, G.P.; FRIMMEL, H.E. 2009. *Neoproterozoic-Cambrian Tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. Developments in Precambrian Geology*, Elsevier, 466 p.
- GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; POIRÉ, D.; GÓMEZ-PERAL, L.; FERREIRA, V.P.; PIMENTEL, M.M. 2009. Chemostratigraphy. Neoproterozoic–Cambrian evolution of the Río de la Plata Palaeocontinent. In: GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; HALVERSON, G.P.; FRIMMEL, H.E. (Eds.), *Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. Developments in Precambrian Geology*. Elsevier, p. 115–122.
- GERMS, G.J.B. 1972. New shelly fossils from Nama Group, South West Africa. *American Journal of Science*, **272**(8):752–761.
- GÓMEZ-PERAL, L.E.; POIRÉ, D.G.; STRAUSS, H.; ZIMMERMANN, U. 2007. Chemostratigraphy and diagenetic constraints on Neoproterozoic carbonate successions from the Sierras Bayas Group, Tandilia System, Argentina. *Chemical Geology*, **237**:127–146.
- GÓMEZ-PERAL, L.E.; KAUFMAN, A.J.; POIRÉ, D.G. 2014. Paleoenvironmental implications of two phosphogenic events in Neoproterozoic sedimentary successions of the Tandilia System, Argentina. *Precambrian Research*, **252**:88–106.
- GÓMEZ-PERAL, L.E.; SIAL, A.N.; ARROUY, M.J.; RICHIANO, S.; FERREIRA, V.P.; KAUFMAN, A.J.; POIRÉ, D.G. 2017. Paleoclimatic and paleoenvironmental evolution of the Early Neoproterozoic basal dolomitic platform, Río de La Plata Craton, Argentina: insights from the $\delta_{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Sedimentary Geology*, **353**:139–157.
- GÓMEZ-PERAL, L.E.; KAUFMAN, A.J.; ARROUY, M.J.; RICHIANO, S.; SIAL, A.N.; POIRÉ, D.G.; FERREIRA, V.P. 2018. Preglacial paleoenvironmental evolution of the Ediacaran Loma Negra Formation, far southwestern Gondwana, Argentina. *Precambrian Research*, **315**:120–137.
- GRANT, S.W. 1990. Shell structure and distribution of *Cloudina*, a potential index fossil for the terminal Proterozoic. *American Journal of Science*, **290**:261–294.
- GRAZHDANKIN, D. & GERDES, G. 2007. Ediacaran microbial colonies. *Lethaia*, **40**:201–210.

- GROTZINGER, J.P.; BOWRING, S.A.; SAYLOR, B.Z.; KAUFMAN, A.J. 1995. Biostratigraphic and geochronologic constraints on early animal evolution. *Science*, **270**:598-604.
- GROTZINGER, J.P. & JAMES, N.P. 2000. Precambrian carbonates evolution of understanding. In: GROTZINGER, J.P. & JAMES, N.P. (Eds). *Carbonate Sedimentation and Diagenesis in the Evolving Precambrian World*. SEPM Special Publication, **67**, p. 3-20.
- GROTZINGER, J.P.; WATTERS, W.A.; KNOLL, A.H. 2000. Calcified metazoans in thrombolite stromatolite reefs of the terminal Proterozoic Nama Group, Namibia. *Paleobiology*, **26**:334–359.
- HAHN, G. & PFLUG, H. 1985. Die Cloudinidae n. fam., Kalk-Röhren aus dem Vendium und Unter-Kambrium. *Senckenbergiana lethaea*, **65**:413–431.
- HALVERSON, G.P.; HOFFMAN, P.F.; SCHRAG, D.P.; MALOOF, A.C.; RICE, A.H.N. 2005. Towards a Neoproterozoic composite carbon isotope record. *Geologic Society of America Bulletin*, **117**:1181-1207.
- HALVERSON, G.P.; DUDAS, F.Q.; MALOOF, A.C.; BOWRING, S.A. 2007. Evolution of the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Composition of Neoproterozoic Seawater. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **256**:103-129.
- HAHN, G.; HAHN, R.; LEONARDOS, O.H.; PFLUG, H.D.; WALDE, D.H.G. 1982. Kfrperlich erhaltene Scyphozoen-Reste aus dem Jungpr7kambrium Brasiliens. *Geologia et Palaeontologia*, **16**:1 –18.
- HAHN, G. & PFLUG, H.D. 1985. Die Cloudinidae n. fam., Kalk-Rfhren aus dem Vendium und Unter-Kambrium. *Senckenb. Lethaea*, **65**:413– 431.
- HARRINGTON, H. 1940. La edad de la dolomita de Olavaria y la estructura de corrimiento de las Sierras Bayas. *Revista del Museo de La Plata*, **1**, Geologia 6:233-258.
- HARRINGTON, H.J. 1950. *Geología del Paraguay Oriental*. Contribuiciones Científicas. Serie E: Geologia. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, 82 p.
- HARTMANN, L.A.; SANTOS, J.O.; BOSSI, J.; CAMPAL, N.; SCHIPILOV, A.; MAC NAUGHTON, N.J. 2002. Zircon and titanite U–Pb SHRIMP geochronology of Neoproterozoic felsic magmatism on the eastern border of the Rio de la Plata Craton, Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences*, **15**:229–236.
- HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M.de. 1970. Geocronologia do Centro-Oeste brasileiro. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **19**(1):5–26.
- HEUSSER, J.C. & CLARAZ, Y.G. 1864. Beiträge zur geognostischen und physikalischen Kenntniss der Provinz Buenos Aires. I. Der Gebirgszung zwischen dem Cap Corrientes und Tapalquen. *Neue Denkschriften der allgemeine schweizerische Gesellschaft für die gesamttenatur-wissenschaften*, **21**, 22 p.
- HIDALGO, R. 2007. *Vida após glaciações globais neoproterozoicas: um estudo microfossilífero de capas carbonáticas dos crátons do São Francisco e Amazônico*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 197 p.
- HIPPERTT, J.P.T.M. 2018. *The Fate of a Neoproterozoic Intracratonic Marine Basin: Trace Elements, TOC and Iron Speciation Geochemistry of the Bambuí Basin, Brazil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 74 p.
- HOFFMAN, P.F.; KAUFMAN, A.J.; HALVERSON, G.P.; SCHRAG, D.P. 1998. A Neoproterozoic Snowball Earth. *Science*, **81**:1342-1346.

- HOFFMAN, P.F. & SCHRAG, D.P. 2002. The snowball Earth hypothesis: testing the limits of global change. *Terra Nova*, **14**(3):129-155.
- HOFFMAN, P.F. 1999. The break-up of Rodinia, birth of Gondwana, true polar wander and the snowball Earth. *Journal of African Earth Sciences*, **28**:17–33.
- HUA, H.; PRATT, B.R.; ZHANG, L.U.Y.I. 2003. Borings in *Cloudina* Shells: Complex Predator-Prey Dynamics in the Terminal Neoproterozoic. *Palaos*, **18**(4–5):454-459.
- INGLEZ, L.; OKUBO, J.; UHLEIN, G.J.; QUAGLIO, F.; ARROUY, M.J.; POIRÉ, D.G.; SIMÕES, M.G.; WARREN, L.V. 2016. New Ediacaran discoidal structures from South America and the implications for their biogenic origin. In: 48 Congresso Brasileiro de Geologia, *Anais*, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, p. 1.
- INGLEZ, L.; WARREN, L.V.; OKUBO, J.; SIMÕES, M.G.; QUAGLIO, F.; ARROUY, M.J.; NETTO, R.G. 2018. Discs and discord: The paleontological record of Ediacaran discoidal structures in the South American continent. *Journal of South American Earth Sciences*, **89**:319-336.
- JAMES, N.P.; NARBONNE, G.M.; KYSER, T.K. 2001. Late Neoproterozoic cap carbonates: Mackenzie Mountains, northwestern Canada: Precipitation and global glacial meltdown. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **38**:1229–1262.
- JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R.P.; FRAGOSO-CESAR, A.R.S.; CORREA, C.R.A.; PELOSI, A.P.M.R. 2005. Evolução paleoambiental e sequências deposicionais do Grupo Bom Jardim e Formação Acampamento Velho (Supergrupo Camaquã) na porção norte da Sub-Bacia Camaquã Ocidental. *Revista Brasileira de Geociências*, **35**:245–256.
- KAUFMAN, A.J. & KNOLL, A.H. 1995. Neoproterozoic variations in the C-isotopic composition of seawater: stratigraphic and biogeochemical implications. *Precambrian Research*, **73**:27-49.
- KAUFMAN, A.J.; KNOLL, A.H.; NARBONNE, G.M. 1997. Isotopes, ice ages and terminal Proterozoic earth history – An example from the Olenek Uplift, northeastern Siberia. *Precambrian Research*, **73**:251-270.
- KAUFMAN, A.J.; SIAL, A.N.; FRIMMEL, H.E.; MISI, A. 2009. Neoproterozoic to Cambrian palaeoclimatic events in southwestern Gondwana. In: GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; HALVERSON, G.P.; FRIMMEL, H.E. (Eds.), *Neoproterozoic-Cambrian Tectonics, Global Change and Evolution: a focus on southwestern Gondwana*. Developments in Precambrian Geology. Elsevier, p. 369–388.
- KAWASHITA, K.; VARELA, R.; CINGOLANI, C.; SOLIANI JR., E.; LINARES, E.; VALENCIO, S.A.; RAMOS, A.V.; DO CAMPO, M. 1999. Geochronology and Chemostratigraphy of “La Tinta” Neoproterozoic Sedimentary rocks, Buenos Aires Province, Argentina. In: II South American Symposium on Isotope Geology, *Anais*, p. 403–407.
- KENNEDY, M.J.; CHRISTIE-BLICK, N.; SOHL, L.E. 2001. Are Proterozoic cap carbonates and isotopic excursions a record of gas hydrate destabilization following Earth’s coldest intervals? *Geology*, **29**:443–446.
- KIRSCHVINK, J.L. 1992. Late Proterozoic Low-Latitude Global Glaciation: the Snowball Earth. In: SCHOPF, J.W. & KLEIN, C. (Eds.). *The Proterozoic Biosphere – A Multidisciplinary Study*, Cambridge, p. 51-52.
- KNOLL, A.H. & CARROLL, S.B. 1999. Early animal evolution: emerging views from comparative biology and geology. *Science*, **284**:2129–2137.
- KNOLL, A.H. 2000. Learning to tell Neoproterozoic time. *Precambrian Research*, **100**:3-20.

- LAFLAMME, M.; DARROCH, S.A.F.; TWEEDT, S.M.; PETERSON, K.J.; ERWIN, D.H. 2012. The end of the Ediacara biota: Extinction, biotic replacement, or Cheshire Cat? *Gondwana Research*, **23**(2):558-573.
- LEHN, I.; HORODYSKI, R.S.; PAIM, P.S.G. 2019. Marine and non-marine strata preserving Ediacaran microfossils. *Scientific Reports*, **9**(1):9809.
- LINNEMANN, U.; OVTCHAROVA, M.; SCHALTEGGER, U.; GÄRTNER, A.; HAUTMANN, M.; GEYER, G.; VICKERS-RICH, P.; RICH, T.; PLESSEN, B.; HOFMANN, M.; ZIEGER, J.; KRAUSE, R.; KRIESFELD, L. & SMITH, J. 2019. New high-resolution age data from the Ediacaran-Cambrian boundary indicate rapid, ecologically driven onset of the Cambrian explosion. *Terra Nova*, **31**:49–58.
- LITHERLAND, M. & BLOOMFIELD, K. 1981. The Proterozoic history of eastern Bolivia. *Precambrian Research*, **15**:57-179.
- LITHERLAND, M.; ANNELLS, R.N.; APPLETON, J.D.; BERRANGÉ, J.P.; BLOOMFIELD, K.; BURTON, C.C.J.; DARBYSHIRE, D.P.F.; FLETCHER, C.J.N.; HAWKINS, M.P.; KLINCK, B.A.; LLANOS, A.; MITCHELL, W.I.; O'CONNOR, E.A.; PITFIELD, P.E.J.; POWER, G.; WEBB, B.C. 1986. *The geology and mineral resources of the Bolivian Precambrian shield*. British Geological Survey, Overseas Memoir, **9**, 153 p.
- LITHERLAND, M.; ANNELLS, R.N.; DARBYSHIRE, D.P.F.; FLETCHER, C.J.N.; HAWKINS, M.P.; KLINCK, B.A.; MITCHELL, W.I.; O'CONNOR, E.A.; PITFIELD, P.E.J.; POWER, G.; WEBB, B.C. 1989. The Proterozoic of Eastern Bolivia and its Relationship to the Andean Mobile Belt. *Precambrian Research*, **43**:157-174.
- LI, Z.X.; BOGDANOVA, S.V.; COLLINS, A.S.; DAVIDSON, A.; DE WAELE, B.; ERNST, R.E.; FITZSIMONS, I.C.W.; FUCH, R.A.; GLADKOCHUB, D.P.; JACOBS, J.; KARLSTROM, K.E.; LU, S.; NATAPOV, L.M.; PEASE, V.; PISAREVSKY, S.A.; THRANE, K.; VERNIKOVSK, V. 2008. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis. *Precambrian Research*, **160**:179-210.
- LOWENSTAM, H.A. & WEINER, S. 1989. *On Biomineralization*. Oxford University Press, New York, 336 p.
- MCGEE, B.; COLLINS, A.S.; TRINDADE, R.I.F. 2012. G'day Gondwana — the final accretion of a supercontinent: U–Pb ages from the post-orogenic São Vicente Granite, northern Paraguay Belt, Brazil. *Gondwana Research*, **21**(2-3):316-322.
- MCKENZIE, D. & TRIBALDOS, V.R. 2018. Lithospheric heating by crustal thickening: a possible origin of the Parnaíba Basin. *Geological Society, London, Special Publications*, **472**(1):37-44.
- MARTINS, M. & LEMOS, V.B. 2007. Análise estratigráfica das sequências neoproterozóicas da Bacia do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(4):156–167.
- MILANI, E.J. & THOMAZ FILHO, A. 2000. Sedimentary basins of South America. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Eds). *Tectonic evolution of South America*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências e Departamento Nacional da Produção Mineral, p. 389-449.
- MISI, A. & VEIZER, J. 1998. Neoproterozoic carbonate sequences of the Una Group, Irecê Basin, Brazil: chemostratigraphy, age and correlations. *Precambrian Research*, **89**:87-100.
- MISI, A.; TEIXEIRA, J.B.G.; GAUCHER, C.; REMUS, M.V.D.; BOGGIANI, P.C.; IYER, S.S.S. 2003. Chemostratigraphic Correlation of the Neoproterozoic sequences from South America. In: IV South American Symposium on Isotope Geology, *Short Papers*, Salvador, Bahia, Brasil, p. 368-371.

- MISI, A.; KAUFMAN, A.J.; VEIZER, J.; POWIS, K.; AZMY, K.; BOGGIANI, P.C.; GAUCHER, C.; TEIXEIRA, J.B.G.; SANCHES, A.L.; IYER, S.S.S. 2007. Chemostratigraphic correlation of Neoproterozoic successions in South America. *Chemical Geology*, **237**:143-167.
- MISI, A.; KAUFMAN, A.J.; AZMY, K.; DARDENNE, M.A.; SIAL, A.N.; OLIVEIRA, T.F. 2011. Neoproterozoic successions of the São Francisco Craton, Brazil: The Bambuí, Una, Vazante and Vaza Barris/Miaba groups and their glaciogenic deposits. In: ARNAUD, E.; HALVERSON, G.P.; SHIELDS-ZHOU, G. (Eds). *The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations*. Memoir 36, Chapter 48, Geological Society of London, p. 509-522.
- MOERI, E. 1972. On a columnar stromatolite in the Precambrian Bambuí Group of Central Brazil. *Eclogae Geologicae Helveticae*, **65** (1):185-195.
- MORAIS, L. 2013. *Paleobiologia da Formação Bocaina (Grupo Corumbá), Ediacarano, Mato Grosso do Sul*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 112 p.
- MORAIS, L.; FAIRCHILD, T.R.; LAHR, D.J.G.; RUDNITZKI, I.D.; J. SCHOPF, W.; GARCIA, A.K.; KUDRYAVTSEV, A.B.; ROMERO, G.R. 2017. Carbonaceous and siliceous Neoproterozoic vase-shaped microfossils (Urucum Formation, Brazil) and the question of early protistan biomineralization. *Journal of Paleontology*, **91**(3):393–406.
- MOREIRA, D.S.; UHLEIN, A.; DUSSIN, I.A.; UHLEIN, G.J.; MISUZAKI, A.M.P. 2020. A Cambrian age for the upper Bambuí Group, Brazil, supported by the first U-Pb dating of volcanoclastic bed. *Journal of South American Earth Sciences*, **99**:102503.
- MORO, R.P.X. & BRITO NEVES, B.B. 2005. Nota explicativa do mapa geológico da Formação Camarinha – PR. *Boletim Paranaense de Geociências*, **55**:43-51.
- NÁGERA, J.J. 1940. *História física de la Provincia de Buenos Aires, Tandilia*. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Humanidades, Ciencias y Educación, La Plata, 24 p.
- NARBONNE, G.M. 1998. The Ediacara biota: A terminal Neoproterozoic experiment in the evolution of life: *GSA Today*, **8**:1–6.
- NARBONNE, G.M. 2005. The Ediacara biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **33**:421–442.
- NETTO, R.G.; PAIM, P.S.G.; MARTINI DA ROSA, C.L. 1992. Informe preliminar sobre a ocorrência de traços fósseis nos sedimentitos das Bacias do Camaquã e Santa Bárbara. In: 1st Workshop Sobre as Bacias Molássicas Brasileiras. *Anais*, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil, p. 90–96.
- NETTO, R.G. 2012. Evidences of life in terminal Proterozoic deposits of southern Brazil. *Synthesis*:15–26.
- NOBRE-LOPES, J. 1995. *Faciologia e gênese dos carbonatos do Grupo Bambuí na região de Arcos, Estado de Minas Gerais*. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 166 p.
- NOBRE-LOPES, J. & COIMBRA, A.M. 2000. Microfitólitos associados a construções estromatolíticas do Grupo Bambuí, Proterozóico Superior, na região de Arcos - MG. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**:589–592.
- NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C.; SIAL, A.N.; MOURA, C.A.V.; FAIRCHILD, T.R. 2003. Soft sediment deformation at the base of the Neoproterozoic Puga cap carbonate (southwestern Amazon craton, Brazil): confirmation of rapid icehouse to green- house transition in snowball Earth. *Geology*, **31**:613–616.

- NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C.; SIAL, A.N.; MOURA, C.A.V.; TRINDADE, R.I.F.; FAIRCHILD, T.R. 2007. C and Sr isotope fluctuations and paleoceanographic changes in the Late Neoproterozoic Araras carbonate platform, southern Amazon craton, Brazil. *Chemical Geology*, **237**:168–190.
- NOGUEIRA, A.C.R.; ROMERO, G.R.; SANCHEZ, E.A.M.; DOMINGOS, F.H.G.; BANDEIRA, J.; DOS SANTOS, I.M.; SOARES, J.L.; LAFON, J.M.; AFONSO, J.L.P.; SANTOS, H.P.; RUDNITZKI, I.D. 2019. The Cryogenian-Ediacaran boundary in the Southern Amazon Craton. *Geophysical Monograph Series*, 89–114.
- OKUBO, J. 2019. *Evolução sedimentar e paleoambiental da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí, norte de Minas Gerais) no contexto das bacias sedimentares do período Ediacarano terminal*. Tese de doutoramento, 185 p.
- OKUBO, J.; MUSCENTE, A.D.; LUVIZOTTO, G.L.; UHLEIN, G.J.; WARREN, L.V. 2019. Phosphogenesis, aragonite fan formation and seafloor environments following the Marinoan glaciation. *Precambrian Research*, 311:24-36.
- OKUBO, J.; KLYUKIN, Y.I.; WARREN, L.V.; MATTHEW SUBLETT JR., D.; BODNAR, R.J.; GILL, B.C.; XIAO, S. 2020a. Hydrothermal influence on barite precipitates in the basal Ediacaran Sete Lagoas cap dolostone, São Francisco Craton, central Brazil. *Precambrian Research*, **340**:105628.
- OKUBO, J.; WARREN, L.V.; LUVIZOTTO, G.L.; VAREJÃO, F.G.; QUAGLIO, F.; UHLEIN, G.J.; ASSINE, M.L. 2020b. Evidences of seismic events during the sedimentation of Sete Lagoas Formation (Bambuí Group? Ediacaran, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **98**:102461.
- OLIVEIRA, D.C. & MOHRIAK, W.U. 2003. Jaibaras trough: an important element in the early tectonic evolution of the Parnaíba interior sag basin, Northern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, **20**(3):351–383.
- PACHECO, M.L.A.F.; LEME, J.M.; MACHADO, A.F. 2011. Taphonomic analysis and geometric modeling for the reconstitution of the Ediacaran metazoan *Corumbella werneri* Hahn et al., 1982 (Tamengo Formation, Corumbá Basin, Brazil). *Journal of Taphonomy*, **9**:269–283.
- PACHECO, M.L.A.F.; GALANTE, D.; RODRIGUES, F.; LEME, J.M.; BIDOLA, P.; HAGADORN, W.; STOCKMAR, M.; HERZEN, J.; RUDNITZKI, I.D.; PFEIFFER, F.; MARQUES, A.C. 2015. Insights into the skeletonization, lifestyle, and affinity of the unusual Ediacaran fossil *Corumbella*. *PlosOne*, **10**(3):114–219.
- PAIM, P.S.G.; LEIPNITZ, I.; DA ROSA, A.L.Z.; DA ROSA, Á.A.S. 1997. Preliminary report on the occurrence of *Chancelloria* sp. in the Itajaí basin, southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **27**:303–308.
- PAIM, P.S.G.; CHEMALE, F.JR.; LOPES, R.C. 2000. A Bacia do Camaquã. In: HOLTZ, M., & DE ROS, L.F. (Eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, CIGO/UFRGS, p. 231–274.
- PARK, T. ; JUNG, J. ; LEE, M. ; LEE, S. ; ZHEN, Y. ; HONG, H. ; WARREN, L.V. ; HUGHES, N. 2021. Enduring evolutionary embellishment of cloudinids in the Cambrian. *Royal Society Open Science*, **8**:210829.
- PARRY, L.A.; BOGGIANI, P.C.; CONDON, D.J.; GARWOOD, R.J.; LEME, J.M.; MCILROY, D.; BRASIER, M.D.; TRINDADE, R.; CAMPANHA, G.A.C.; PACHECO, M.L.A.F. 2017. Ichnological evidence for meiofaunal bilaterians from the terminal Ediacaran and earliest Cambrian of Brazil. *Nature Ecology and Evolution*, **1**:1455.
- PAULA-SANTOS, G.M.; BABINSKI, M.; KUCHENBECKER, M.; CAETANO-FILHO, S.; TRINDADE, R.I.; PEDROSA-SOARES, A.C. 2015. New evidence of an Ediacaran age for the Bambuí Group in southern

- São Francisco craton (eastern Brazil) from zircon U-Pb data and isotope chemostratigraphy. *Gondwana Research*, **28**:702–720.
- PAULA-SANTOS, G.M.; CAETANO-FILHO, S.; BABINSKI, M.; TRINDADE, R.I.; GUACANEME, C. 2017. Tracking connection and restriction of West Gondwana São Francisco Basin through isotope chemostratigraphy. *Gondwana Research*, **42**:280–305.
- PAULA-SANTOS, G.M.; CAETANO-FILHO, S.; BABINSKI, M.; ENZWEILER, J. 2018. Rare earth elements of carbonate rocks from the Bambuí Group, Southern São Francisco Basin, Brazil, and their significance as paleoenvironmental proxies. *Precambrian Research*, **305**:327–340.
- PENNY, A.M.; WOOD, R.; CURTIS, A.; BOWYER, F.; TOSTEVIN, R.; HOFFMANN, K.H. 2014. Ediacaran metazoan reefs from the Nama Group, Namibia. *Science*. **344**:1504–1506.
- PEDROSA JUNIOR, N.C.; VIDOTTI, R.M.; FUCK, R.A.; OLIVEIRA, K.M.L.; BRANCO, R.M.G.C. 2015. Structural framework of the Jaibaras Rift, Brazil, based on geophysical data. *Journal of South American Earth Sciences*, **58**:318–334.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; BABINSKI, M.; NOCE, C.; MARTINS, M.; QUEIROGA, G.; VILELA, F. 2011. The Neoproterozoic Macaúbas Group (Araçuaí orogen, SE Brazil) with emphasis on the diamictite formations. In: ARNAUD, E.; HALVERSON, G.P.; SHIELDS-ZHOU, G. (Eds), *The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations*. Geological Society, London, *Memoirs*, **36**:523–534.
- PIACENTINI, T.; VASCONCELOS, P.M.; FARLEY, K.A. 2013. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ constraints on the age and thermal history of the Urucum Neoproterozoic banded iron formation, Brazil. *Precambrian Research*, **228**:48–62.
- POIRÉ, D.G.; DEL VALLE, A.; REGALÍA, G.M. 1984. Trazas fósiles en cuarcitas de la Formación Sierras Bayas (Precámbrico) y su comparación con las de la Formación Balcarce (Cambro-Ordovícico), Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. In: 9 Congreso Geológico Argentino, *Actas*, **4**:249–266.
- POIRÉ, D.G. 1987. *Mineralogía y sedimentología de la Formación Sierras Bayas en el núcleo septentrional de las sierras homónimas, Partido de Olavarría, Provincia de Buenos Aires*. Tese de Doutorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 271 pp.
- POIRÉ, D.G. 1989. Stromatolites of the Sierras Bayas Group, Upper Proterozoic of Olavarría, Sierras Septentrionales, Argentina. *Stromatolite Newsletter*, **14**:58–61.
- POIRÉ, D.G. 1993. Estratigrafía del Precámbrico sedimentario de Olavarría, Sierras Bayas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. In: XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, *Actas* **2**:1–11.
- POIRÉ, D.G. 2002. The Precambrian/Lower Paleozoic sedimentary cover of Tandilia System, Argentina. In: GAUCHER, C. & POIRÉ, D.G. (Eds.). *Field trip Guide of II International Colloquium Vendian-Cambrian of W-Gondwana*, II International Colloquium Vendian-Cambrian of W-Gondwana – UNESCO, Montevideo.
- POIRÉ, D.G. & SPALLETTI, L.A. 2005. La cubierta sedimentaria precámbrica/paleozoica inferior del Sistema de Tandilia. In: DE BARRIO, R.E.; ETCHEVERRY, R.O.; CABALLÉ, M.F.; LLAMBÍAS, E. (Eds.). *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata.
- POIRÉ, D.G. & GAUCHER, C. 2009. Lithostratigraphy Neoproterozoic-Cambrian evolution of the Río de la Plata Palaeocontinent. In: GAUCHER, C.; SIAL, A.N.; HALVERSON, G.P.; FRIMMEL, H.E. (Eds). *Neoproterozoic-Cambrian Tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. Developments in Precambrian Geology*, Elsevier, **16**:87–101.

- POIRÉ, D.G.; GÓMEZ-PERAL, L.E.; ARROUY, M.J. 2018. Glaciations in South America. In: SIEGESMUND, S.; BASEI, M.A.S.; OYHANTÇABAL, P.; ORIOLO, S. (Eds.), *Geology of Southwest Gondwana*. Special Publication of Springer Nature, p. 527–541.
- PRATT, B.R. 1982. Stromatolite decline - A reconsideration. *Geology*, **10**:512–515.
- QUADROS, M.L.D.E.S. 1996. *Estudo tectono-sedimentar da Bacia de Jaibaras, na região entre as cidades de Pacujá e Jaibaras, noroeste do estado do Ceará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, 141 p.
- RAMOS, V.A. 1988. Late Proterozoic-early Paleozoic of South America – A collisional history. *Episodes*, **11**(3):168-174.
- RAPALINI, A.E.; TRINDADE, R.I.; POIRÉ, D.G. 2013. The la Tinta pole revisited: paleomagnetismo of the Neoproterozoic sierras Bayas Group (Argentina) and its implications for Gondwana and Rodinia. *Precambrian Research*, **224**:51–70.
- RAPELA, C.W.; PANKHURST, R.J.; CASQUET, C.; FANNING, C.M.; BALDO, E.G.; GONZÁLEZ-CASADO, J.M.; GALINDO, C.; DAHLQUIST, J. 2007. The Río de la Plata craton and the assembly of SW Gondwana. *Earth-Science Reviews*, **83**: 49–82.
- RASMUSSEN, B.; BEKKER, A.; FLETCHER, I.R. 2013. Correlation of Paleoproterozoic glaciations based on U–Pb zircon ages for tuff beds in the Transvaal and Huronian Supergroups. *Earth and Planetary Science Letters*, **382**:173-180.
- RIDING, R. 2006. Microbial carbonate abundance compared with fluctuations in metazoan diversity over geological time. *Sedimentary Geology*, **185**:229–238.
- ROBERTS, N.M.W. 2013. The boring billion? - Lid tectonics, continental growth and environmental change associated with the Columbia supercontinent. *Geoscience Frontiers*, **4**:681-691.
- ROGERS, J.J.W. & SANTOSH, M. 2003. Supercontinents in Earth History. *Gondwana Research*, **6**(3):357-368.
- ROMERO, G.A.S.; LAFON, J.M.; NOGUEIRA, A.C.R.; SOARES, J.L. 2012. Sr isotope geochemistry and PB-PB Geochronology of the Neoproterozoic cap carbonates, Tangará da Serra, Brazil. *International Geology Review*, **55** (2):185-203.
- ROSTIROLLA, S.P. 1991. *Tectônica e sedimentação da Bacia do Itajaí – SC*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, 131 p.
- ROSTIROLLA, S.P.; ALKMIM, F.F.; SOARES, P.C. 1992. O Grupo Itajaí, Estado de Santa Catarina, Brasil: exemplo de sedimentação em uma bacia flexural de antepaís. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, **6**:109-122.
- ROSTIROLLA, S.P.; AHRENDT, A.; SOARES, P.C.; CARMIGNANI, L. 1999. Basin analysis and mineral endowment of the Proterozoic Itajaí Basin, southeast Brazil. *Basin Research*, **11**:127-142.
- SANCHEZ, E.A.M. 2014. *O registro paleontológico da Formação Sete Lagoas como documento da história geológica do Neoproterozoico brasileiro*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 108 p.
- SANSJOFRE, P.; ADER, M.; TRINDADE, R.I.F.; ELIE, M.; LYONS, J.; CARTIGNY, P.; NOGUEIRA, A.C.R. 2011. A carbon isotope challenge to the snowball Earth. *Nature*, **478**:93–97.

- SANSJOFRE, P.; TRINDADE, R.I.F.; ADER, M.; SOARES, J.L.; NOGUEIRA, A.C.R.; TRIBOVILLARD, N. 2014. Paleoenvironmental reconstruction of the Ediacaran Araras platform (Western Brazil) from the sedimentary and trace metals record. *Precambrian Research*, **241**:185-202.
- SCHOLL, W.U. 1976. Sedimentologia e geoquímica do Grupo Bambuí na parte sudeste da Bacia do São Francisco. In: 29 Congresso Brasileiro de Geologia, *Anais*, p. 207–231.
- SIAL, A.N.; GAUCHER, C.; SILVA FILHO, M.A.; FERREIRA, V.P.; PIMENTEL, M.M.; LACERDA, L.D.; SILVA FILHO, E.V.; CEZARIO, W. 2010. C-, Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. *Precambrian Research*, **182**:351–372.
- SIAL, A.N.; GAUCHER, C.; MISI, A.; BOGGIANI, P.C.; ALVARENGA, C.J.S.; FERREIRA, V.P.; PIMENTEL, M.M.; PEDREIRA, J.A.; WARREN, L.V.; FERNÁNDEZ-RAMÍREZ, R.; GERALDES, M.; PEREIRA, N.S.; CHIGLINO, L.; CEZARIO, W.S. 2016. Correlations of some Neoproterozoic carbonate-dominated successions in South America based on high-resolution chemostratigraphy. *Brazilian Journal of Geology*, **46**:439-488.
- SOMMER, F.W. 1971. Microfósseis do calcário Bambuí, de Pedro Leopoldo, Estado de Minas gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **43**:135–139.
- SOMMER, F.W. 1982. Mais oncólitos do calcário Bambuí de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **54**:343–349.
- TAVARES, T.D.; MARTINS, M.D.S.; ALKMIM, F.F.; LANA, C. 2020. Detrital zircons from the Upper Três Marias Formation, São Francisco basin, SE Brazil: Record of foreland deposition during the Cambrian? *Journal of South American Earth Sciences*, **97**:102395.
- TEIXEIRA, AL. 2000. Análise das bacias da transição Proterozóico-Fanerozóico do Estado de São Paulo e adjacências. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 158 p.
- TEIXEIRA, AL. & Gaucher, C. 2001. Litoestratigrafia, Paleontologia y correlaciones de las cuencas de Eleutério, Pouso Alegre, Pico de Itapeva y Cajamar (Vendiano-Cámbrico), Brasil. In: 11 Congreso Latinoamericano de Geología, Montevideo, *Actas*, 4 p.
- TOHVER, E.; VAN DER PLUIJM, B.A.; SCANDOLÂRA, J.E.; ESSENE, E.J. 2005. Late Mesoproterozoic Deformation of SW Amazonia (Rondônia, Brazil): Geochronological and Structural Evidence for Collision with Southern Laurentia. *The Journal of Geology*, **113**(3):309-323.
- TOHVER, E.; D'AGRELLA-FILHO, M.S.; TRINDADE, R.I.F. 2006. Paleomagnetic record of Africa and South America for the 1200–500 Ma interval, and evaluation of Rodinia and Gondwana assemblies. *Precambrian Research*, **147**:193-222.
- TOHVER, E.; TRINDADE, R.I.F.; SOLUM, J.G.; HALL, C.M.; RICCOMINI, C.; NOGUEIRA, A.C. 2010. Closing the Clymene Ocean and bending a Brasiliano belt: Evidence for the Cambrian formation of Gondwana, southeast Amazon craton. *Geology*, **38**(3):267-270.
- TOHVER, E.; CAWOOD, P.A.; ROSSELLO, E.A.; JOURDAN, F. 2012. Closure of the Clymene Ocean and formation of West Gondwana in the Cambrian: Evidence from the Sierras Australes of the southernmost Rio de la Plata craton, Argentina. *Gondwana Research*, **21**:394–405.
- TOKASHIKI, C.C. & SAES, G.S. 2008. Revisão estratigráfica e faciologia do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé', baixada Cuiabana, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geociências*, **38**(4):661–675.
- TRINDADE, R.I.F.; D'AGRELLA FILHO, M.S.; EPOF, I.; NEVES, B.B.B. 2006. Paleomagnetism of Early Cambrian Itabaiana mafic dikes (NE Brazil) and the final assembly of Gondwana. *Earth and Planetary Science Letters*, **244**:361-377.

- TROMPETTE, R.; ALVARENGA, C.J.S.; WALDE, D. 1998. Geological evolution of the Neoproterozoic Corumbá graben system (Brazil). Depositional context of the stratified Fe and Mn ores of the Jacadigo Group. *Journal of South American Earth Sciences*, **11**:587-597.
- TROMPETTE, R. 2000. Gondwana evolution: its assembly at around 600 Ma. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **330**:305-315.
- UHLEIN, G.J. 2014. *Proveniência sedimentar e estratigrafia das formações Carrancas e Lagoa Formosa e a evolução do Grupo Bambuí (635-570 Ma) em Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 147 p.
- UHLEIN, G.J.; UHLEIN, A.; HALVERSON, G.P.; STEVENSON, R.; CAXITO, F.A.; COX, G.M.; CARVALHO, V.J.F.M.G. 2016. The Carrancas Formation, Bambuí Group: a record of pre-Marinoan sedimentation on the southern São Francisco craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **71**:1-16.
- UHLEIN, G.J.; UHLEIN, A.; STEVENSON, R.; HALVERSON, G.P.; CAXITO, F.A.; COX, G.M. 2017. Early to late Ediacaran conglomeratic wedges from a complete foreland basin cycle in the southwest São Francisco Craton, Bambuí Group, Brazil. *Precambrian Research*, **299**:101-116.
- UHLEIN, G.J.; UHLEIN, A.; PEREIRA, E.; CAXITO, F.A.; OKUBO, J.; WARREN, L.V.; SIAL, A.N. 2019. Ediacaran paleoenvironmental changes recorded in the mixed carbonate-siliciclastic Bambuí Basin, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **517**:39-51.
- URBAN, H.; STRIBRNY, B.; LIPPOLT, H. 1992. Iron and manganese deposits of the Urucum district, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Economic Geology*, **87**:1375-1392.
- VALERIANO, C.M. 1992. *Evolução tectônica da extremidade meridional da Faixa Brasília, região da Represa de Furnas, sudoeste de Minas Gerais*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo 192 p.
- VAN ITEN, H.; MARQUES, A.C.; LEME, J.D.M.; PACHECO, M.L.A.F.; SIMÕES, M.G. 2014. Origin and early diversification of the phylum Cnidaria Verrill: Major developments in the analysis of the taxon's Proterozoic-Cambrian history. *Palaeontology*, **57**:677-690.
- VAN ITEN, H.; LEME, J.M.; PACHECO, M.L.A.F.; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; RODRIGUES, F.; GALANTE, D.; BOGGIANI, P.C.; MARQUES, A.C. 2016. Origin and Early Diversification of Phylum Cnidaria: Key Macrofossils from the Ediacaran System of North and South America. In: GOFFREDO, S. & DUBINSKY, Z. (Eds). *The Cnidaria, Past, Present and Future*, Berlin, p. 31-40.
- VIEIRA, L.C.; ALMEIDA, R.P.; TRINDADE, R.I.F.; NOGUEIRA, A.C.R.; JANIQUIAN, L. 2007a. A Formação Sete Lagoas em sua área-tipo: fácies, estratigrafia e sistemas deposicionais. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(4):1-14.
- VIEIRA, L.C.; TRINDADE, R.I.F.; NOGUEIRA, A.C.R.; ADER, M. 2007b. Identification of a Sturtian cap carbonate in the Neoproterozoic Sete Lagoas carbonate platform, Bambuí Group, Brazil. *Comptes Rendus - Geosciences*, **339**:240-258.
- WAGGONER, B. 2003. The Ediacaran biotas in space and time. *Integrative and Comparative Biology*, **43**:104-113.
- WALKER, G. 2003. *Snowball Earth: The Story of a Maverick Scientist and His Theory of the Global Catastrophe That Spawned Life As We Know It*. Broadway Books, 288 p.
- WARREN, L.W. 2011. *Tectônica e sedimentação do Grupo Itapucumi (Ediacarano, Paraguai Setentrional)*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 215 p.

- WARREN, L.V.; FAIRCHILD, T.R.; GAUCHER, C.; BOGGIANI, P.C.; POIRÉ, D.G.; ANELLI, L.E.; INCHAUSTI, J.C.G. 2011. *Corumbella* and in situ *Cloudina* in association with thrombolites in the Ediacaran Itapucumi Group, Paraguay. *Terra Nova*, **23**:382-389.
- WARREN, L.V.; PACHECO, M.L.F.; FAIRCHILD, T.R.; SIMÕES, M.G.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P.C.; CACERES, A.A. 2012. The dawn of animal skeletogenesis: ultra-structural analysis of the Ediacaran metazoan *Corumbella weneri*. *Geology*, **40**(8): 691-694.
- WARREN, L.V.; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; RICCOMINI, C.; GAUCHER, C.; ANELLI, L.E.; FREITAS, B.T.; BOGGIANI, P.C.; QUAGLIO, F. 2013. Origin and impact of the oldest metazoan bioclastic sediments. *Geology*, **41**: 507-510.
- WARREN, L.V.; QUAGLIO, F.; RICCOMINI, C.; SIMÕES, M.G.; POIRÉ, D.G.; STRIKIS, N.M.; ANELLI, L.E.; STRIKIS, P. 2014. The puzzle assembled: Ediacaran guide fossil *Cloudina* reveals an old proto-Gondwana seaway. *Geology*, **44**:391-394.
- WARREN, L.V.; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; FREITAS, B.T.; ASSINE, M.L.; RICCOMINI, C. 2015. Underneath the Pantanal wetlands: a deep-time history about climatic changes, the dawn of metazoans and Gondwana formation. In: BERGIER I. & ASSINE M.L. (Eds.). *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. 1 ed. Springer, p. 1-21.
- WARREN, L.V.; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; GAUCHER, C.; RICCOMINI, C.; POIRÉ, D.; FREITAS, B.T.; BOGGIANI, P.C.; SIAL, A.N. 2017. *Cloudina-Corumbella-Namacalathus* association from the Itapucumi Group, Paraguay: increasing ecosystem complexity and tiering at the end of the Ediacaran. *Precambrian Research*, **298**:79-87.
- WARREN, L.V.; FREITAS, B.T.; RICCOMINI, C.; BOGGIANI, P.C.; QUAGLIO, F.; SIMÕES, M.G.; FAIRCHILD, T.R.; GIORGIONI, M.; GAUCHER, C.; POIRÉ, D.; CACERES, A.A.; SIAL, A.N. 2019a. Sedimentary evolution and tectonic setting of the Itapucumi Group, Ediacaran, northern Paraguay: from Rodinia break-up to West Gondwana amalgamation. *Precambrian Research*, **322**:99-121.
- WARREN, L.V.; TOHVER, E.; INGLEZ, L.; OKUBO, J.; RICCOMINI, C.; XIAO, X. 2019b. Calibrating the Ediacaran-Cambrian transition in the SW Gondwana. *Estudios Geologicos-Madrid*, **75**:e118.
- WATTS, A.B.; TOZER, B.; DALY, M.C.; SMITH, J. 2018. A comparative study of the Parnaíba, Michigan and Congo cratonic basins. *Geological Society, London, Special Publications*, **472**(1):45-66.
- WILLIAMS, H.; HOFFMAN, P.F.; LEWRY, J.F.; MONGER, J.W.H.; RIVERS, T. 1991. Anatomy of North America: thematic geologic portrayal of the continents. *Tectonophysics*, **187**:117-134.
- WIENS, F. 1986. *Zur lithostratigraphischen, petrographischen und strukturellen entwicklung des Rio Apa-Hochlandes, Nordost-Paraguay*. Clausthaler Geowissenschaftliche Dissertationen, Herausgegeben von den Geowissenschaftlichen Instituten, Technischen Universität Clausthal, 280 p.
- WOOD, R.A. 2011. Paleoecology of the earliest skeletal metazoan communities: Implications for early biomineralization. *Earth-Science Reviews*, **106**:184-190.
- YANG, B.; WARREN, L.V.; STEINER, M.; SMITH, E.F.; LIU, P. 2021. Taxonomic revision of Ediacaran tubular fossils: *Cloudina*, *Sinotubulites* and *Conotubus*. *Journal of Paleontology*, 1-18.
- YOUNG, G.M.; VON BRUNN, V.; GOLD, D.J.C.; MINTER, W.E.L. 1998. Earth's oldest reported glaciation: physical and chemical evidence from the Archean Mozaan Group (~2.9 Ga) of South Africa. *Journal of Geology*, **106**:523-538.

- YOUNG, G.M. 2013. Evolution of Earth's climatic system: evidence from ice ages, isotopes and impacts. *GSA Today*, **23**:4-10.
- YOUNG, G.M. 2015. Did prolonged two-stage fragmentation of the supercontinent Kenorland lead to arrested orogenesis on the southern margin of the Superior province? *Geoscience Frontiers*, **6**:419-435.
- YOUNG, G.M. 2018. Precambrian glacial deposits: their origin, tectonic setting, and key role in earth evolution. In: MENZIES J. & VAN DER MEER J. (Eds.). *Past Glacial Environments*, Elsevier, Amsterdam, p. 17-45.
- ZAINE, M.F. 1991. *Análise dos fosseis de parte da Faixa Paraguai (MS, MT) e seu contexto temporal e paleoambiental*. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, São Paulo, 218 p.
- ZAINE, M.F. & FAIRCHILD, T.R. 1985. Comparison of *Aulophycus luciano* Beurlen & Sommer from Ladário (MS) and the genus *Cloudina* Germs, Ediacaran of Namibia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **57**(1):130.
- ZAINE, M.F. & FAIRCHILD, T.R. 1987. Novas considerações sobre os fósseis da Formação Tamengo, Grupo Corumbá', SW do Brasil. In: X Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio de Janeiro, *Anais*, p. 797– 806.
- ZHOU, C. & XIAO, S. 2007. Ediacaran $d^{13}C$ chemostratigraphy of South China. *Chemical Geology*, **237**:89–108.
- ZUCATTI DA ROSA, A.L. 2005. *Evidências de vida no Ediacarano inferior da Bacia do Itajaí, SC*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 56 p.
- ZHU, M.; ZHURAVLEV, A.Y.; WOOD, R.A.; ZHAO, F.; SUKHOV, S.S. 2017. A deep root for the Cambrian explosion: Implications of new bio- and chemostratigraphy from the Siberian Platform. *Geology*, **45**:459-462.

ANEXO 1

Compilação dos dados lito, bio e cronoestratigráficos, conteúdo fóssil, isótopos de C e O, razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e idades radiométricas para as unidades ediacaranas da América do Sul.

Ocurrences	Litostratigraphic units		Facies association	Thickness (m)	Environmental interpretation	Radiometric ages (Ma) (method)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰ PDB)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Biozone thickness (m)	Taphonomic features	Microbialite association	Fossil assemblage								Algae	References	
												Metazoans	Ichnofossils	Vendotaenids	Microfossils							
															Foraminifera	Acritarch	Coccolids	Bacteria	Incertae sedis			
ARGENTINA	Sierras Bayas Group	Cerro Negro Formation	Marl to pelites. Heterolithic facies.	170	Shallow marine. Epicontinental.	-	-	-		-	-	Aspidella plexus	Skolithos isp.			Leiosphaeridia jacutica, Leiosphaeridia minutissima Leiosphaeridia tenuissima Leiosphaeridia crassa Synsphaeridium sp. Chuaria circularis Siphonophycus robustum Siphonophycus typicum Siphonophycus solidum					Arrouy et al. 2016, 2019	
		Loma Negra Formation	Micritic sandstones organic matter rich and karst surface.	40		600 to 550 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Melezhik 2001 global curve)	+2 to +4	0,7060 to 0,7070		Poorly preserved. Solved and recrystallized.	-	Cloudina riemkeae (?)	Helminthopsis isp.								Gomez-Peral et al. 2017, 2018	
		Cerro Largo Formation	Pelite. Diamictite and pelite to quartz sandstone.	75		-	-	-		-	-	Palaeophycus isp., Didymaulichnus isp.	-								Chuaria circularis, Leiosphaeridia minutissima, Leiosphaeridia tenuissima, Paleorivularia ontarica (maybe pirite framboids) Synsphaeridium sp.	Gaucher et al 2005
		Villa Mónica Formation	Stromatolitic diamictite. Quartz sandstone.	50		793 ± 32 to 805 ± 28 (Rb/Sr)	-0,58 to +2,2	0,7068 to 0,7070		Colonial habit Acritarchs.	Stromatolites (Conophyton resseti, Cryptozoon fm., Kotuikania fm., Katavia fm., Minjaria fm., Gymnosoleen fm., Jurusonia cf., Nisvensis, Inzeria fm., Kussiella fm., Parmites cf., Concrescens, Jacutophyton fm., Colonella fm., Gongylina fm., Stratifera fm.)	-	Ichnofossils (?)								Leiosphaeridia minutissima, Leiosphaeridia tenuissima, Synsphaeridium sp.	Gomez-Peral et al. 2007
																					Gaucher et al 2005	
																					Poiré & Spalletti 2005	
																					Poiré 2002	
																					Poiré 1989	
																					Poiré 1987	

Ocurrences	Litostratigraphic units		Facies association	Thickness (m)	Environmental interpretation	Radiometric ages (Ma) (method)	δ ¹³ C (‰ PDB)	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	Biozone thickness (m)	Taphonomic features	Microbialite association	Fossil assemblage							Algae	References	
												Metazoans	Ichnofossils	Vendotaenids	Microfossils						
															Foraminifera	Acritarch	Coccoids	Bacteria			Incertae sedis
BOLÍVIA	Murciélago Group	Pororó Formation	Thin laminated limestones. Dolomites.	500	Shallow marine to intertidal.	550 to 500 (K/Ar)	-0.9 to -1.8	-	-	-	Domal and laminar stromatolites	-	-	-	-	-	-	-	-	Sial et al. 2016 Fernandez-Ramirez et al 2009 Litherland et al. 1989 Litherland et al. 1986 Litherland & Bloomfield 1981	
PARAGUAY	Itapucumi Group	Tagatiya Guazu Formation	Carbonates exhibiting massive, cross-stratified grainstones and ooid grainstones, oncoids, mudstones and heterolithic facies intercalated with breccias and microbialites.	120	Shallow evaporitic lagoonal environment.	549 to 538 (<i>Cloudina</i> index fossil age)	0,21 to 3,84	0,7085 to 0,7095	20 m	Apparently <i>in situ</i> and associated with thrombolites (<i>Cloudina</i>). Parauchthonous/alochthonous bioclasts	Microbialites, thrombolitic biostromes.	<i>Cloudina luciano</i> , <i>Corumbella werneri</i> <i>Namacalathus</i>	<i>Archaeonassa</i> <i>Discoidal</i> structures	-	-	-	-	-	-	-	Warren et al.2019a, b Inglez et al. 2018 Warren et al 2017 Warren et al 2013 Warren et al 2012 Warren et al. 2011 Campanha et al. 2011 Boggiani 1994 Eckel 1959 Harrington 1950

Occurrences	Litostratigraphic units		Facies association	Thickness (m)	Environmental interpretation	Radiometric ages (Ma) (method)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰ PDB)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Biozone thickness (m)	Taphonomic features	Microbialite association	Fossil assemblage								Algae	References
												Metazoans	Ichnofossils	Vendotaenids	Microfossils						
															Foraminifera	Acritarch	Coccoids	Bacteria	Incertae sedis		
BRAZIL	Araras Group	Nobres Formation	Fine dolomites, dolomite sandstone, oolitic dolomites, sandstones and pelites.	150	Peritidal carbonates.	-	-2 to +1	0.7081	-	-	Laminar, oncrites and columnar stromatolites. Brain like stromatolites.	-	-	-	-	<i>Cavaspina</i> , <i>Ericiasphera</i> sp., <i>Appendisphera barbata</i> , <i>Tanarium</i> sp., <i>Micrhystridium pisinnum</i>	-	Cyanobacteria fragments <i>Chlorogloeapss</i> sp. <i>Obruchevela</i> sp.	-	-	Hidalgo 2007 Nogueira & Riccomini 2006 Siga Jr. et al 2003 Nogueira 2003

Occurrences	Litostratigraphic units		Facies association	Thickness (m)	Environmental interpretation	Radiometric ages (Ma) (method)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰ PDB)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Biozone thickness (m)	Taphonomic features	Microbialite association	Fossil assemblage								Algae	References
												Metazoans	Ichnofossils	Vendotaenids	Microfossils						
															Foraminifera	Acritarch	Coccolids	Bacteria	Incertae sedis		
BRAZIL	Bambuí Group	Lagoa do Jacaré Formation	Intercalation of black-colored shale, siltstone and carbonate	140 m	Confined shallow ramp under evaporitic conditions	-	Locally up to +15‰	0.7075	-	-	Domal and laminated stromatolites	-	-	-	-	-	-	-	-	Uhlein et al. 2019 Paula-Santos et al. 2017 Sial et al. 2016 Dardenne 1979	
		Serra de Santa Helena Formation	greenish rhythmite, shale with intercalations of fine-sandstone, grainstone and marl	200 m	Mixed shallow platform (drowned) during regional transgression	-			-	-	MISS Rare thrombolites	-	-	-	-	-	-	-	-	Uhlein et al. 2019 Sial et al. 2016 Dardenne 1979	
		Sete Lagoas Formation	Laminated calcareous grainstone facies, followed by wavy and hummocky cross-stratified grainstones.	100	Carbonate ramp with sand barriers (evaporitic).	550 to 538 Ma (<i>Cloudina</i> index fossil age) 557 Ma (U/Pb) 870 to 520Ma (Pb/Pb)	-3,7 to -5	0,7074 to 0,7081	~20 m	Allochthonous to Parautochthonous accumulation	Stromatolites (<i>Gymnosolen</i> , <i>Conophyton</i> , <i>Boxia</i> , <i>Stratifera undata</i>) Microbialites Oncolites Phytolites Microphytolites Thrombolites	<i>Cloudina</i> sp. <i>Corumbella werneri</i>	<i>Paleophycus</i> <i>Archaeonassa</i> <i>Planolites</i> <i>Diplocraterion</i> <i>Rhizocrallium</i> <i>Kinneyia lucianoi</i>	-	-	<i>Leiosphaeridia</i> sp., Acanthomorphic acritarch, <i>Bambuites erichsenii</i> , <i>Kildinosphaera</i> , <i>Trachyphaeridium</i> , <i>Stictosphaera</i> , <i>Protosphaeridium</i> , <i>Cymatiosphaeroides</i> , <i>Leiosphaeridia minutissima</i> , <i>Leiosphaeridia crassa</i> , <i>Tanarium</i>	Unidentified species.	Cyanobacteria filaments <i>Eosynechococcus medius</i> <i>Eosynechococcus moorei</i> <i>Huroniospora</i> sp.	-	<i>Siphonophycus</i> , <i>Myxococcoides</i> sp.	Uhlein et al. 2019 Okubo et al. 2020a, b Okubo et al. 2019 Caxito et al. 2018 Paula-Santos et al. 2017 Sial et al. 2016 Paula-Santos et al. 2015 Warren et al 2014 Caxito et al. 2012 Sanchez 2014 Hidalgo 2007 Vieira et al. 2007 Nobre & Coimbra 2000 Dardenne 1979 Sommer 1982 Sommer 1971

	Corumbá Group	Guaicurus Formation	Olive-gray shale and lime mudstone.	10 to 15	Deep marine-shelf.	-	-	-	-	Parautochthonous accumulation (<i>Vendotaenids</i>)	-	-	meiofaunal ichnofossils	<i>Eoholynia corumbensis</i> sp. nov. <i>Tawuia</i> sp.		<i>Leiosphaeridia tenuissima</i> , <i>Leiosphaeridia</i> sp.	-	-	<i>Soldadophycus bossii</i>	<i>Siphonophycus robustum</i>	Parry et al. 2017 Gaucher et al. 2003 Boggiani 1998
		Tamengo Formation	Rudstone, oncoidal rudstone, ooidal grainstone (sometimes dolomitized), thin-bedded shales with microphosphoritan layers, dark gray lime mudstone, intraformational breccia and quartz sandstone.	80 to 100	Passive margin Sshallow marine platform	545 ± 6 to 543 ± 2 Ma (U-Pb)	-2,5 to -3,3 up section: +5,8	0.7086	0.4	Parautochthonous and allochthonous accumulations (coquinas)	-	<i>Cloudina luciano</i> <i>Corumbella werner</i> <i>Protoconularia</i>	Meiofaunal burrows	<i>Vendotaenia antiqua</i> <i>Tyrasotaenia</i> sp.		<i>Bavlinella faveolata</i>	-	<i>Sphaerocongreus variabilis</i>	<i>Soldadophycus bossii</i>	<i>Myxococcoides</i> sp.	Parry et al. 2017 Adorno et al. 2017 Van Iten et al. 2014 Sial et al. 2016 Warren et al. 2015 Pacheco et al 2011 Babcock et al 2005 Gaucher et al 2003 Babinski et al 2008 Boggiani et al 2010 Misi et al 2003 Boggiani 1998 Boggiani et al 1993 Hahn & Pflug 1985
		Bocaina Formation	Light colored carbonates, mostly lime mudstone, ooidal rudstone and carbonate breccia, with thin intercalated shale beds and phosphatic layers in places.	10 to 15	Shallow marine, mainly intertidal deposition.	555-542 Ma (U-Pb)	-5,5 to zero	-	-	-	Laminar and domal stromatolites	-	-	<i>Vendotaenia antiqua</i> (?)	<i>Titanotheca coimbrae</i> (?)	-	Unidentified species.	-	-	-	Morais 2013 Gaucher et al 2003 Boggiani 1998 Boggiani et al 1993
		Cerradinho Formation	Carbonate grainstone, shale, lithic sandstone and arkose.	15 to 20	Shallow marine shelf to distal alluvial plain.	-	-	-	-	-	-			<i>Vendotaenia antiqua</i>	-	<i>Bavlinella faveolata</i>	-	-	<i>Soldadophycus bossii</i>	<i>Myxococcoides</i> sp.	Gaucher et al 2003 Boggiani 1998
	Jacadiço Group	Banda Alta Formation	Banded iron formation with punctual occurrence of turbidites and exotic clasts Manganese deposits	250	lake/gulf offshore	587 ± 7 Ma. (40Ar/39Ar)	-	-	-	-	<i>Microbialite as extraclasts in the Urucum Formation</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Morais et al. 2017 Piacentini et al. 2013 Freitas et al. 2011 Alvarenga & Trompette 1992 Dorr II 1945

	Jaibaras Basin	Aprazível, Pacujá and Massapé formations	Arcose, greywacke, siltstones and shales. Breccias and polimitic conglomerates with fine grained arcoses intercalated.	240	Continental rift Conglomeratic fans Lakes and rivers related to deltaic systems.	598 to 550 Ma (U-Pb) 630 to 542 Ma (U-Pb) 535 ± 27 (Rb/Sr)	-	-	-	The bioturbation presents typical unbranched Ediacaran ichnogenera with little depth in the substrate (after reinterpreted as pseudofossils for Inglez et al. 2019)	-	<i>Charniodiscus arboreus</i> , <i>Charniodiscus concentricus</i> , <i>Cyclomedusa davidi</i> , <i>Ediacaria flindersi</i> , <i>Kimberella quadrata</i> , <i>Medusinites asteroides</i> , <i>Palaeophragmodictya reticulata</i> , <i>Parvancorina minchami</i> , <i>Pectinifrons abyssalis</i> (after reinterpreted as pseudofossils for Inglez et al. 2019)	<i>Arenicolites</i> <i>Palaeophycus</i> <i>Planolites</i> (after reinterpreted as pseudofossils for Inglez et al. 2019)	-	-	-	-	-	-	-	Inglez et al. 2019 Castro et al. 2016 Chiglino et al. 2015 Barroso et al 2014 Oliveira & Mohriak, 2003. Araújo et al. 2012 Quadros 1996 Costa et al. 1973
	Camarinha Formation		Conglomerates, breccias, sandstones, siltstones, mudstones and immature rhythmites.	1000	Continental rift Fan deltas. Coastal marine	-	-	-	-	-	-	<i>Beltanelliformis</i> <i>Gordia</i> <i>Arcuata</i> <i>Skolithos</i> <i>Cubicinia</i>	-	-	-	-	-	-	-	Netto 2012 Drefahl & Silva 2007 Moro & Brito Neves 2004 Ciguel et al 1992	
	Camaquã Supergroup	Pedra do Segredo Formation	Sandstones and conglomerates.	8000	Continental rift Ephemeral river systems, distal fluvial plains and eolian deposits.	600 to 470	-	-	-	-	MISS?	-	<i>Intrites</i> (?)	-	-	-	-	-	-	-	Netto 2012 Almeida et al. 2010 Fambrini et al 2006 Fragoso-Cesar et al. 2000 Paim et al. 2002 Netto et al 1992
		Arroio Umbu Formation	Siltstones with intercalated sandstones.																		
		Serra dos Lanceiros Formation	Sandstones and conglomerates.																		
		Seival Formation	Fine sandstones with mica and siltstones.																		
		Estância Santa Fé Formation	Conglomerates and sandstones and siltstones with sandstones.																		

Occurrences	Litostratigraphic units	Facies association	Thickness (m)	Environmental interpretation	Radiometric ages (Ma) (method)	δ ¹³ C (‰ PDB)	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ⁸⁶	Biozone thickness (m)	Taphonomic features	Microbialite association	Fossil assemblage							Algae	References	
											Metazoans	Ichnofossils	Vendotaenids	Microfossils						
														Foraminifera	Acritarch	Coccolids	Bacteria			Incertae sedis
URUGUAY	Las Ventanas Formation	Polymictic orthoconglomerates - cross bedding and normal grading. Arkoses with hummocky cross-stratification. Laminated siltstones	4900	Alluvial fan-dominated environment to shallow marine conditions with occasional storms. Rift basin	615 ± 30 (K-Ar) to 520 ± 5 (Rb-Sr)	-	-	-	-	-	-	Vendotaenia antiqua	-	Leiosphaeridia minutissima, Leiosphaeridia tenuissima, Lophosphaeridium sp.	-	-	Soldadophycus bossii, Soldadophycus major, Soldadophycus sp.	-	Gaucher et al 2008	

	Arroyo del Soldado Group	Cerro Espuelitas Formation	Dark shales, thick chert-deposits and oxide-facies. BIF.	1200	Continental platform. Passive margin.	633 ± 12 (U/Pb SHRIMP) to 532 ± 11 (Rb/Sr)	-3,6				Stromatolites				-	<i>Bavlinella faveolata</i>	-		<i>Soldadophycus</i>	-	Gaucher et al. 2009 Gaucher et al. 2005 Gaucher et al. 2004 Gaucher et al. 2003 Gaucher & Sprechmann 1999.	
		Barriga Negra Formation	Conglomerates and arkoses. Glauconite.	1500			-1,7				-	-			-	<i>Bavlinella faveolata</i>	-		<i>Soldadophycus</i>	-		
		Polanco Formation	Bluish gray to black limestone-dolostone rhythmites, frequent carbonatic tempestites, pure calcisiltites and dolosiltites and rare oolitic calcarenites.	900			-3 to +5.5	0.7073 to 0.7085				<i>Cloudina riemkeae (?)</i>				<i>Titanotheca coimbrae</i>	<i>Leiosphaeridia-Lophosphaeridium</i>	<i>Glenobotrydion aenigmatis</i>	-	<i>Soldadophycus bossii, Soldadophycus major</i>		<i>Siphonophycus solidum</i>
		Yerbal Formation	BIFs; Banded siltstones; Green siltstones; Thin conglomerates and arkoses.	1500			+1,167 to +2,154				Stromatolites	<i>Cloudina riemkeae (?)</i>				<i>Titanotheca coimbrae, Waltheria marburgensis</i>	<i>Bavlinella faveolata, Leiosphaeridia tenuissima, Dictyotidium</i> sp.		<i>Soldadophycus bossii, Soldadophycus major</i>	<i>Siphonophycus solidum</i>		

Anexo 1 – Compilação dos dados lito, bio e cronoestratigráficos, conteúdo fóssil, isótopos de C e O, razões ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr e idades radiométricas para as unidades ediacaranas da América do Sul.