

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/04/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**ESTRUTURAS DISCOIDES NA FORMAÇÃO CERRO NEGRO
(GRUPO LA PROVIDENCIA), ARGENTINA E SUAS
IMPLICAÇÕES PARA A PALEONTOLOGIA DE
MACROORGANISMOS PRÉ-CAMBRIANOS**

LUCAS INGLEZ

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Lucas Veríssimo Warren

Coorientadora: Prof^a Dr^a Fernanda Quaglio

Rio Claro - SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

LUCAS INGLEZ

ESTRUTURAS DISCOIDES NA FORMAÇÃO CERRO NEGRO
(GRUPO LA PROVIDENCIA), ARGENTINA E SUAS
IMPLICAÇÕES PARA A PALEONTOLOGIA DE
MACROORGANISMOS PRÉ-CAMBRIANOS

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

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Orientador: Prof. Dr. Lucas Veríssimo Warren
Coorientadora: Prof^a Dr^a Fernanda Quaglio

Rio Claro - SP
2018

560 Inglez, Lucas
I51e Estruturas discoides na Formação Cerro Negro (Grupo La Providencia), Argentina e suas implicações para a paleontologia de macrorganismos pré-cambrianos / Lucas Inglez dos Reis. - Rio Claro, 2018
97 f. : il., figs., gráfs., quadros, fots. + Tabela

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Lucas Veríssimo Warren
Coorientadora: Fernanda Quaglio

1. Paleontologia. 2. Discos ediacaranos. 3. MISS. 4. Pseudofósseis. 5. Escape de fluido. I. Título.

ESTRUTURAS DISCOIDES NA FORMAÇÃO CERRO NEGRO
(GRUPO LA PROVIDENCIA), ARGENTINA E SUAS IMPLICAÇÕES
PARA A PALEONTOLOGIA DE MACROORGANISMOS PRÉ-
CAMBRIANOS

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

Data da defesa: 12/04/2018

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Lucas Veríssimo Warren (Orientador)

Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild

Profa. Dra. Renata Guimarães Netto

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Lucas Warren pela orientação, paciência e solicitude demonstrada ao longo do desenvolvimento desse trabalho, bem como à CAPES e à FAPESP (Processo nº 15/24608-3) pelo financiamento sem o qual a pesquisa não seria possível.

Por discussões e conselhos nos primeiros meses da pesquisa, agradeço aos Professores Thomas R. Fairchild (IGc-USP) e Alexander Liu (*Department of Earth Sciences, University of Cambridge, UK*), cujos pontapés iniciais permitiram visualizar os caminhos a serem traçados.

À Julia Arrouy, Daniel Poiré e toda equipe das minas La Cabañita e Loma Negra (em Olavarria e Barker, Argentina, respectivamente) e da Universidade Nacional de La Plata pelo apoio na etapa de campo e discussões por ela desencadeadas. Nesse sentido, especial agradecimento à Profa. Fernanda Quaglio, cujas discussões no início da pesquisa me permitiram estar mais certo de minhas próprias convicções.

Agradeço ainda à equipe (em especial Julia e Daniel) do CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), em La Plata, Argentina pelo uso das instalações e autorização para transporte de amostras.

Ao técnico Júnior do Laboratório de Laminação (DPM) pela assistência e atenção, ao Professor Mario Assine pela autorização de uso dos equipamentos do Laboratório de Estudos Quaternários e sua equipe Patricia, Eder, Felipe, Milena e Michele, por todo auxílio fornecido.

Ao Professor Leonardo Cury (UFPR) e toda equipe dos laboratórios do LAMIR pela recepção em Curitiba e assistência na realização das minhas análises. Também à Profa. Rosemarie pela atenção e discussões nas últimas etapas da pesquisa.

À minha mãe Claudia por acreditar em mim e apoiar minhas escolhas e minha irmã pela parceria e discussões que, ao longo dos anos, auxiliaram em meu amadurecimento acadêmico.

Por fim, agradeço aos meus amigos Fernanda Menin, Natasha (Orka), Juliana e Denis pelas horas de discussões acadêmicas que me ajudaram a organizar minhas ideias. Agradeço também à própria amizade, não apenas dos quatro supracitados, mas também da Patricia, Regiane, Marol, Fênix e Mari, os quais tornaram leve e prazeroso o período de desenvolvimento desse trabalho. Nesse sentido, especiais agradecimentos à Fer, Orka, Antônio, Marcela e Dave, cuja convivência e carinho me ensinaram e ensinam tanto da vida e do universo quanto as rochas e fósseis aos quais me dedico com prazer.

Resumo

A Formação Cerro Negro, Grupo La Providencia (Região das cidades de Olavarría e Barker, Argentina), compreende uma sucessão siliciclástica marinha com idade ediacarana. A unidade é composta por uma intercalação de pelitos e arenitos ricos em estruturas microbialmente induzidas (MISS), depositada sob influência de tempestades em ambiente de inter- a inframaré. Nesse contexto, camadas de evento de arenitos finos a muito finos, ricos em estruturas de deformação por sobrecarga apresentam em seu topo centenas de estruturas discoides preservadas como relevo completo (epirelevo positivo + endorelevo + epirelevo negativo). Os discos densamente distribuídos no acamamento ocorrem como protuberâncias centimétricas (5 – 140 mm) de epirelevo liso em oposição a sua superfície inferior radialmente enrugada e marcada por uma depressão central. Tais feições, juntamente com a distribuição de frequências de tamanho e presença de deformação mútua de indivíduos em contato lateral levaram a interpretação dos discos como tafomorfos do plexus *Aspidella*. Entretanto, os contextos sedimentares e tafonômicos das estruturas discoides ornamentadas (EDO) argentinas, bem como sua morfologia interna complexa, impedem sua associação direta com o registro de macrobiotas em outras unidades ediacaranas. Assim, de modo a elucidar a gênese e preservação das ED em termos de sua natureza biótica ou abiótica, foi proposta a aplicação de uma série de técnicas analíticas, tais como: 1) contagem e medições sistemáticas das estruturas em campo, observando a distribuição de classes de tamanho em distintas populações de discos, 2) secção e escaneamento de slabs de rocha, de modo a acessar suas feições internas, 3) análise secções delgadas ao microscópio óptico e eletrônico de varredura (MEV), 4) análise por microtomografia computadorizada (Micro-CT), compondo modelos tridimensionais das estruturas. Assim, o uso combinado de diferentes técnicas permitiu discutir as EDO diante de duas hipóteses alternativas, HA-I e II, as quais compreendem: I- Uma origem biológica, de acordo com a qual, perturbações em subsuperfície seriam produzidas por uma comunidade infaunal produzindo tubos verticais simples (icnofósseis tipo-*Skolithos*), que podem ou não culminar em discos horizontalmente radiados (icnofósseis tipo-*Asterosoma*). II – Uma natureza abiótica, implicando nos discos como produtos da ascensão de sedimento fluidificado interagindo com o substrato microbialmente estabilizado. Tal hipótese explica a correlação entre os discos e as feições de liquidificação observadas, o que lhe confere maior poder de síntese. Além do mais, a HA-II independe do rompimento de paradigmas biológicos e paleontológicos, sendo compatível com a interpretação presente na literatura para ocorrências semelhantes. Dessa forma, conclui-se que as EDO sejam estruturas problemáticas, com gênese provavelmente associada a processos de fluidificação e injeção de sedimentos em interação com substratos bioestabilizados, caracterizando assim um pseudofóssil.

Palavras chave: Discos ediacaranos, MISS, Pseudofósseis, Estruturas de escape de fluido

Abstract

The Cerro Negro Formation, La Providencia Group (Olavarría and Barker municipalities Argentina) comprises a marine siliciclastic succession of ediacaran ages. The unit is composed of intercalated mudstones and sandstones rich in microbially induced structures (MISS) and deposited under the influence of storms in inter- to subtidal settings. In this context, event beds of fine to very fine sandstones are rich in overload deformation features (liquidization processes). They also commonly exhibit on its upper surface hundreds of discoidal structures preserved in full relief. The densely distributed discs occur as centimetric protuberances (5 to 140 mm) with a smooth upper surface and a radially symmetric wrinkled underside, which is marked by a central depression. These characters, along with their size frequency distribution and the occurrence of mutually deformed individuals, led to the interpretation of the discs as probable taphomorphs of the plexus *Aspidella*. However, the sedimentary and taphonomic context of the Argentinian Ornamented Discs (OD), as well as their complex internal morphology, prevent direct association with macrofossils from other Ediacaran units. Thus, in order to elucidate the genesis and preservation of the discs in terms of their biotic or abiotic nature, I proposed the application of a series of analytical techniques, including: 1) Systematic counting and measuring the discs in the field, understanding the size distribution of different disc populations; 2) sectioning and scanning rock slabs in order to observe internal features; 3) analyses of thin sections under optical and electron scanning microscopes (MEV); 4) scanning with Micro-computerized Tomography (Micro-CT) to observe the tridimensional distribution of internal features. The combined use of these techniques allowed the discussion of the OD under the light of two main alternative hypothesis, AH-I and AH-II, that comprise: AH-I) A biogenic genesis, in which subsurface perturbations were originated by an infaunal community producing simple vertical tubes (*Skolithos*-like traces), that may or may not culminate in horizontal radiated discs (*Asterosoma*-like traces). AH-II) An abiotic origin, in which the discs are the product of the ascension of fluidized sediments interacting with a microbially bounded substrate. This hypothesis explains the observed correlation between discs and the liquidization features, thereby providing it greater synthesizing power. The AH-II is also independent of the breaking of biological and paleontological paradigms and it is compatible with the interpretation of similar occurrences in the literature. As such, I consider the OD as a problematic structure probably associated to migrating fluidized sediments, trapped under a biostabilized substrate. In this interpretation, therefore, they are considered pseudofossils.

Key words: Ediacaran discs, MISS, Pseudofossils, Fluid escape structures.

Lista de Figuras

Figura 1 – Resumo esquemático da preservação de estruturas sedimentares biogênicas e suas expressões nos planos de acamamento (epirelevo ou hiporelevo - semirelevos) e no interior de camadas sedimentares). _____	16
Figura 2 - Principais modelos tafonômicos para a preservação de holdfasts discoides de organismos ediacaranos. ____	23
Figura 3 – Icnofósseis com morfologia discoide ou radial. _____	28
Figura 4 – Exemplos de estruturas sedimentares discoide de origem abiótica. _____	32
Figura 5 - Localização e unidades litoestratigráficas do Sistema Tandilia. (1989). _____	34
Figura 6 - Localização da área de estudo. _____	36
Figura 7 - Localização dos locais de estudo. _____	37
Figura 8 - Mapa geológico simplificado da região de estudo próxima ao município de Olavarría, província de Buenos Aires. _____	38
Figura 9 – Seção colunar dos depósitos da Formação Cerro Negro expostos na Pedreira La Cabañita, Olavarría. ____	43
Figura 10 - Estruturas e feições sedimentares ilustrativas de diferentes fácies sedimentares.. _____	44
Figura 11 - Estruturas de origem microbial (MISS) observadas em campo. _____	46
Figura 12 - Fotomicrografias obtidas a partir de sessões delgadas de amostras contendo estruturas microbiais. ____	48
Figura 13 – Icnofósseis da Formação Cerro Negro. _____	49
Figura 14 - Detalhes da fácies Alc. _____	50
Figura 15 – Estruturas Discoides Ornamentadas (EDO). _____	53
Figura 16 – EDO em blocos ex situ da Pedreira Loma Negra (Loc 2). _____	54
Figura 17 – Estruturas discoides em blocos ex situ na Localidade 1. _____	56
Figura 18 – EDO e estruturas discoides controle utilizadas para análise quantitativa do material estudado. _____	58
Figura 19 – Gráficos das frequências de ocorrência de diferentes classes de tamanho das populações de EDO, ILS e “Bolhas em pó de café” .. _____	59
Figura 20 - Fotomicrografias obtidas a partir de amostra de Alc. _____	61
Figura 21 - Detalhes de corte de amostra do topo da fácies Alc, observados em planta e em corte. _____	63
Figura 22 - Detalhes da estruturação interna de exemplar de EDO. _____	65
Figura 23 - Detalhes da estruturação interna de exemplar de EDO. _____	67
Figura 24 - Imagens obtidas por meio de Microtomografia Computadorizada (Micro-CT) de exemplar de EDO com padrão de enrugamento lobado. _____	68
Figura 25 – Detalhes da estruturação interna de exemplar de EDO de grandes dimensões e detalhe ao microscópio óptico de estrutura central. _____	70
Figura 26 - Detalhes da estruturação interna de exemplares de EDO em contato lateral e mutuamente deformados. _____	71
Figura 27 - Estruturas Discoides Simples (EDS) em seções polidas. _____	72
Figura 28 - Modelo genético para o desenvolvimento das estruturas discoides de Olavarría (EDO). _____	81

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Sistematização das principais informações levantadas referentes às Estruturas Discoïdes Ornamentadas (EDO) e Simples (EDS). _____ 73

Tabela 2 - Lista de caracteres observados nas Estruturas Discoïdes Ornamentadas e sua relação de afinidade (verde) ou não afinidade (vermelho) com os modelos apresentados pelas hipóteses 0, I e II. _____ 87

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Questões sobre a construção do conhecimento envolvendo estudos do Pré-Cambriano	10
2.1. Geologia e tempo profundo: como investigar o registro sedimentar e paleobiológico do Pré-Cambriano?	10
2.2. Dubiofósseis e a paleontologia do Proterozoico: uma questão de ordem epistemológica?	11
3. Paleogeobiologia do Ediacarano e o contexto de preservação de fósseis com morfologia discoide	14
3.1. Comunidades microbiais bentônicas e sua influência no desenvolvimento de estruturas sedimentares em sistemas siliciclásticos	14
3.2. Registro fóssil de macrobiotas ediacaranas de corpo mole	18
3.2.1. Macrorganismos ediacaranos com morfologia discoide.....	19
3.2.2. Modelos tafonômicos e a origem de <i>Lagerstätten</i> ediacaranos.....	20
4. Estruturas sedimentares discoides no registro geológico	24
4.1. Traços fósseis no registro sedimentar e o desenvolvimento de feições discoides	25
4.2. Processos de liquidação e o desenvolvimento de estruturas de escape de fluido	29
5. Geologia regional	33
5.1. Evolução tectônica e sedimentar do Sistema Tandilia	33
5.2 Grupo La Providencia	34
6. Área de estudo	36
7. Metodologia	39
8. Resultados	41
8.1. Contexto sedimentológico e paleobiológico	41
8.2. Estruturas discoides da Formação Cerro Negro	51
8.3. Petrografia e estruturação interna das Estruturas Discoides.....	60
9. Discussão	74
9.2. Contexto deposicional.....	74
9.2. Origem biótica vs. abiótica: gênese e preservação das estruturas discoides.....	76
9.2.1. Escape de fluido em um pavimento liquidificado - hipótese alternativa I.....	77
9.2.2. Icnitos de alimentação/excreção – Hipóteses alternativa II	82
9.2.3. Estruturas sedimentares problemáticas e a busca pela abordagem mais simples e parcimoniosa	84
10. Conclusões	89
Referências bibliográficas	90
Anexo – A	98

1. INTRODUÇÃO

Diferentes sucessões sedimentares depositadas ao final da Era Neoproterozoica em várias localidades do mundo contêm o registro excepcional das mais antigas assembleias de microfósseis, conhecidas como *Biotas Ediacaranas* (MACGABHANN 2007). Estes conjuntos de seres vivos caracterizavam-se, de modo geral, por organismos bentônicos de corpo mole, morfologicamente simples e com filogenia incerta, comumente preservados em associação com esteiras microbiais soterrados por eventos episódicos (NARBONNE & HOFMANN, 1987; SEILACHER, 1989; BUSS & SEILACHER, 1994; MACGABHANN, 2007; GEHLING & DROSER, 2009).

Comunidades microbiais bentônicas, comumente desenvolvidas em ambiente marinho raso com algum nível de estresse ecológico, foram importantes componentes dos ecossistemas da Terra durante os éons Arqueano e Proterozoico (HAGADORN & BOTJER, 1997; BOTTJER & CLAPHAM, 2006; NOFFKE 2001, 2009; BOSE et al. 2012).

Nesse contexto, as interações entre as microbiotas bentônicas e o meio físico influenciaram profundamente a dinâmica sedimentar dos sistemas deposicionais da Terra ao longo do Pré-Cambriano. Em fácies siliciclásticas, tais interações foram responsáveis pelo desenvolvimento e preservação de uma série de estruturas sedimentares características de substratos colonizados por esteiras microbiais (*Microbially Induced Sedimentary Structures – MISS sensu* NOFFKE 2001) e que evidenciam alterações na coesão de sedimentos nas frações areia fina a silte (HAGADORN & BOTTJER, 1997; NOFFKE, 2001, 2009; BOTTJER & CLAPHAM, 2006).

Na Formação Cerro Negro, Grupo La Providencia, região de Olavarría, Argentina, enigmáticas estruturas sedimentares discoides ocorrem em fácies de arenitos finos a muito finos ricas em estruturas microbiais. Tais estruturas foram atribuídas a um grupo de macrorganismos, classificados como pertencentes ao *plexus Aspidella* (*sensu* Gehling et al. 2000) e ocorrem em uma sucessão depositada em condições marinhas de águas rasas, possivelmente em ambiente de inter a inframaré (ARROUY, 2015; ARROUY et al., 2016a, b).

Com status de classificação informal e sem pretensão filogenética, o *plexus Aspidella* caracteriza-se pela presença de estruturas de fixação no substrato, comumente preservadas como moldes e impressões discoides em epi- ou hiporelevo. Entretanto, a ocorrência argentina, apesar de semelhante a depósitos contendo registro destes organismos em outras localidades, apresenta particularidades quanto a estilos de preservação e ornamentação. Desse modo, não é possível sua associação direta com fósseis ediacarnos dentro dos modelos tafonômicos e paleontológicos pré-estabelecidos (GEHLING et al., 2000; TARHAN et al., 2015; ARROUY et al., 2016).

Assim, justifica-se o desenvolvimento desse projeto considerando o potencial do material para contribuir para a compreensão não apenas da gênese e preservação das estruturas identificadas na

Formação Cerro Negro, mas o modo como estas se relacionam com ocorrências semelhantes em outras localidades. Desse modo, espera-se contribuir também para o entendimento do cenário paleoambiental e paleoecológico do Neoproterozoico terminal, especialmente no que se refere aos estilos preservacionais e biogenicidade de estruturas discoides supostamente associadas a macrobiotas ediacaranas.

Como objetivos específicos, esse projeto visou a descrição e caracterização detalhada das estruturas discoides presentes na Formação Cerro Negro, de modo a elucidar sua natureza em termos de sua gênese e preservação, dentro do contexto sedimentar e paleoambiental da unidade de estudo. Ademais, procurou-se compreender o modo como tais estruturas se relacionam com feições de MISS, às quais ocorrem associadas, estabelecendo critérios para a interpretação dos discos como estruturas de origem biótica, abiótica ou ainda influenciadas por atividade biológica.

Por fim, buscou-se contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia para o estudo de estruturas problemáticas em estratos pré-cambrianos, em especial quando inseridas no contexto paleobiológico e paleoambiental do Período Ediacarano.

10. CONCLUSÕES

Diante da pergunta inicialmente proposta em relação a gênese e natureza biótica ou abiótica das Estruturas Discoides da Formação Cerro Negro, esta pesquisa propõe mais questões do que soluções e respostas para o problema. Contudo, a utilização de análises diversificadas, que permitiram alto grau de detalhamento no estudo do material mostrou-se essencial para a compreensão das ED em sua complexidade e implicações paleoambientais e paleontológicas. Sendo assim, recomenda-se fortemente a reprodução dessa metodologia de trabalho no estudo de estruturas sedimentares problemáticas.

De modo geral, discos simples e ornamentados (EDO e EDS) caracterizam estruturas de deformação sinsedimentar, marcados pela injeção de material fluidificado e interação desse com comunidades microbiais, resultando por vezes em padrões radiais de simetria. Assim, o material aqui descrito apresenta natureza semelhante às estruturas interpretadas por Menon et al. (2015 e 2016) como estruturas tipo-*Intrites*, sendo então considerado uma Estrutura Sedimentar Microbialmente Controlada. Do mesmo modo, sugere-se que estruturas anteriormente identificadas com os gêneros *Astropolithon* e *Mawsonites* (SEILACHER et al. 2005, VAN LOON 2008), por exemplo, sejam reinterpretadas como vulcões de areia em interação com EPS microbial, e sejam também incluídas nessa mesma categoria.

A pesquisa demonstrou ainda a importância de se atentar para conceitos da filosofia da ciência na avaliação e escolha de hipóteses. No estudo da paleontologia da transição Proterozoico-Fanerozoico, tais conceitos podem ser utilizados como argumentos que justifiquem a caracterização de uma estrutura problemática como um fóssil ou pseudofóssil. Dessa maneira sugere-se que o raciocínio seja aplicado de forma parecida no estudo de casos semelhantes.

A Hipótese Alternativa II é aqui considerada menos provável. Contudo, contribui para a discussão envolvendo a evolução de metazoários no final do Neoproterozoico e sua interação com os sedimentos que culminaram na *Revolução Cambriana do Substrato*. Caso se prove verdadeiro, o modelo paleoicnológico representa descoberta paleontológica de grande impacto, recuando no tempo o aparecimento das primeiras escavações verticais. Para isso, mais estudos em seções com idades semelhantes a da Formação Cerro Negro são necessários, de modo a demonstrar a presença desses organismos em outras localidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, P. et al. Liquefaction and fluidization structures in Messinian storm deposits (Bajo Segura Basin , Liquefaction and fluidization structures in Messinian storm deposits. **Int J Earth Sci**, v. 91, p. 505–513, 2002.
- ALLABY, M. (Ed.), *Oxford Dictionary of Earth Sciences*, 2008, Disponível em <<http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199211944.001.0001/acref-9780199211944-e-93?rskey=SgucjCj&result=100>>, acessado em 20 de junho 2016.
- ALLEN, J. R. L. Earthquake magnitude-frequency, epicentral distance and soft-sediment deformation in sedimentary basins. **Sedimentary Geology**, v. 46, p. 67–75, 1986.
- ALLEN, J. R. L. Liquidization, Liquidized Sediment, and the Sedimentation of Dense Particle Dispersions. In: **Developments in Sedimentology - Sedimentary Structures their character and physical basis**. Amsterdam - Oxford - New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1982a.
- ALLEN, J. R. L. Soft-Sediment Deformation Structures. In: **Developments in Sedimentology - Sedimentary Structures their character and physical basis**. Amsterdam - Oxford - New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1982b.
- ALLEN, J. R. L. The possible mechanics of convolute lamination in graded sand beds. **Geological Society, London**, v. 134, p. 19–31, 1977.
- ALPERT, S. P. Bergaueria Prantl (Cambrian and Ordovician), a probable Actinian trace fossil. **Journal of Paleontology**, v. 47, n. 5, p. 919–924, 1973.
- ALVAREZ, W. et al. Synsedimentary deformation in the Jurassic of southeastern Utah — A case of impact shaking? n. 7, p. 579–582, 1998.
- ANDERSON, R. P. et al. Macroscopic structures in the 1.1. Ga continental copper Harbor Formation: concretions or fossils? **Palaios**, v. 31, n. 7, p. 327–338, 2016.
- ANTCLIFFE, J. B.; BRASIER, M. D. Charnia and sea pens are poles apart. **Journal of the Geological Society**, v. 164, p. 49–51, 2007.
- ARROUY, M. J. et al. Ediacaran discs from South America: probable soft-bodied microfossils unlock the paleogeography of the Clymene Ocean. **Scientific Reports**, v. 6, n. April, p. 30590, 2016.
- ARROUY, M. J. et al. Sedimentología y Estratigrafía del Grupo La Providencia (nom . nov .). **Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis**, v. 22, n. 2, p. 171–189, 2015.
- ARROUY, M. J. **Sedimentología y estratigrafía de los depósitos ediacaranos-paleozoicos, suprayacentes a las calizas del precámbrico del Sistema de Tandilia, Provincia de Buenos Aires, Argentina**. [s.l.] Universidad Nacional de La Plata, 2015.
- BOSE, P.K. ERIKSSON, P.G. SARKAR, S. WRIGHT, D.T. SAMANTA, P. MUKHOPADHYAY, S. MANDAL, S. BANERJEE, S. ALTERMANN W., Sedimentation patterns during the Precambrian: a unique record?, **Journal of Marine and Petroleum Geology**, v.33, p. 34–68, 2012
- BOTTJER, D.; HAGADORN, J. W.; DORNBOS, S. Q. The Cambrian Substrate Revolution. **Geological Society of America Today**, v. 10, p. 1–7, 2000.
- BOTTJER D.J. & CLAPHAM M.E.. Evolutionary paleoecology of Ediacaran benthic marine animals. In: Xiao S.& Kaufman A.J. (Eds.), **Neoproterozoic Geobiology and Paleobiology**, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 91–114, 2006

- BUATOIS, L. A. et al. Colonization of Brackish-Water Systems through Time : Evidence from the Trace-Fossil Record. *Palaios*, v. 20, p. 321–347, 2005.
- BUSS, L. W.; SEILACHER, A. the Phylum Vendobionta - a Sister Group of the Eumetazoa. *Paleobiology*, v. 20, n. 1, p. 1–4, 1994.
- CALLOW, R. H. T.; BATTISON, L.; BRASIER, M. D. Diverse microbially induced sedimentary structures from 1Ga lakes of the Diabaig Formation, Torridon Group, northwest Scotland. *Sedimentary Geology*, v. 239, n. 3–4, p. 117–128, 2011.
- CALLOW, R. H. T.; BRASIER, M. D. Remarkable preservation of microbial mats in Neoproterozoic siliciclastic settings: Implications for Ediacaran taphonomic models. *Earth-Science Reviews*, v. 96, n. 3, p. 207–219, 2009.
- CINGOLANI, C. A. The Tandilia system of Argentina as a southern extension of the Río de la Plata craton: An overview. *International Journal of Earth Sciences*, v. 100, n. 2, p. 221–242, 2011.
- CLOUD, P. Pseudofossils: A plea for caution. *Geology*, v. 1, n. 3, p. 123–127, 1973.
- CUADRADO, D. G. et al. Microbially-induced sedimentary structures (MISS) as record of storm action in supratidal modern estuarine setting. *Sedimentary Geology*, v. 296, p. 1–8, 2013.
- CUMMINS, H. et al. The size-frequency distribution in palaeoecology: Effects of taphonomic processes during formation of molluscan death assemblages in texas bays. *Palaeontology*, v. 29, n. 3, p. 495–518, 1986.
- DALLA SALDA, L.; BOSSI, J.; CINGOLANI, C. The Rio de la Plata Cratonic Region of Southwestern Gondwanaland. *EPISODES*, v. 11, n. 4, p. 263–269, 1988.
- DAVIES, N. S. et al. Resolving MISS conceptions and misconceptions: A geological approach to sedimentary surface textures generated by microbial and abiotic processes. *Earth-Science Reviews*, v. 154, p. 210–246, 2016.
- DE, C. Possible organisms similar to Ediacaran forms from the bhander Group, Vindhyan Supergroup, Late Neoproterozoic of India. *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 21, n. 4, p. 387–395, 2003.
- DONALDSON, J. A.; ERIKSSON, P. G.; ALTERMANN, W. Actualistic Versus Non-Actualistic Conditions in the Precambrian Sedimentary Record: Reappraisal of an Enduring Discussion. *Precambrian Sedimentary Environments: A Modern Approach to depositional Systems*, n. May, p. 1–13, 2002.
- EKDALE, A. A.; BROMLEY, R. G.; PEMBERTON, S. G. **The use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy**. Tulsa, Oklahoma: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1984.
- EL ALBANI, A. et al. The 2.1 Ga old Francevillian biota: Biogenicity, taphonomy and biodiversity. *PLoS ONE*, v. 9, n. 6, 2014.
- ERIKSSON, P. G. et al. Patterns of sedimentation in the Precambrian. *Sedimentary Geology*, v. 176, n. 1–2 SPEC. ISS., p. 17–42, 2005.
- ERWIN, D. H. et al. The Cambrian Conundrum: Early Divergence and Later Ecological Success in the Early History of Animals. *Science*, v. 334, n. 6059, p. 1091–1097, 2011.
- FAIRCHILD, T. R. et al. Evolution of Precambrian life in the Brazilian geological record. *International Journal of Astrobiology*, v. 11, n. 4, p. 309–323, 2012.

- FITZPATRICK, S., Simplicity in the Philosophy of Sciences, *The Internet Encyclopedia of Philosophy*, ISSN 2161-0002, <http://www.iep.utm.edu/>, acessado em 03 de Agosto de 2017 [199-].
- FORD, T. D. B. Y. Pre-Cambrian Fossils From Charnwood Forest. **Proceedings of the Yorkshire Geological Society**, v. 31, n. 3, p. 211–217, 1958.
- GEHLING, J. G. Microbial mats in terminal Proterozoic siliciclastics; Ediacaran death masks. **Palaios**, v. 14, n. 1, p. 40–57, 1999.
- GEHLING, J. G.; DROSER, M. L. Textured organic surfaces associated with the Ediacara biota in South Australia. **Earth-Science Reviews**, v. 96, n. 3, p. 196–206, 2009.
- GEHLING, J. G.; NARBONNE, G. M.; ANDERSON, M. M. The first named Ediacaran body fossil, *Aspidella terranovica*. **Palaeontology**, v. 43, n. 3, p. 427–456, 2000.
- GERDES, G.; KLENKE, T.; NOFFKE, N. Microbial signatures in peritidal siliciclastic sediments: A catalogue. **Sedimentology**, v. 47, n. 2, p. 279–308, 2000.
- GLAESSNER, M. F.; WALTER, M. R. Alcheringa : An Australasian Journal of Palaeontology New Precambrian fossils from the Arumbera Sandstone , Northern Territory , Australia. n. October 2014, p. 37–41, 1975.
- GOODMAN, N. Ciência e Simplicidade. In: MORGENBESSER, S. (Ed.). . **Filosofia da Ciência**. [s.l.] Editora Cultrix, 1975. p. 231–244.
- GRAZHDANKIN, D.; GERDES, G. Ediacaran microbial colonies. **Lethaia**, v. 40, n. 3, p. 201–210, 2007.
- GREB, S. F.; ARCHER, A. W. Soft-sediment deformation produced by tides in a meizoseismic area , Turnagain Arm , Alaska. **Geology**, p. 435–438, 2007.
- GUHMAN, A. I.; PEDERSON, D. T. Boiling sand springs , Dismal River , Nebraska : Agents for formation of vertical cylindrical structures and geomorphic change. **Geology**, v. 20, p. 8–10, 1992.
- HAGADORN, J. W.; BOTTJER, D. J. Wrinkle structures : Microbially mediated sedimentary structures common in subtidal siliciclastic settings at the Proterozoic-Phanerozoic transition. **Geology**, v. 25, n. 11, p. 1047–1050, 1997.
- HAGADORN, J. W.; MILLER, R. F. Hypothesized Cambrian Medusae from Saint John, New Brunswick, reinterpreted as sedimentary structures. **Atlantic Geology**, v. 47, n. May, p. 66–80, 2011.
- HALL, R.P. & HUGHES, D. J., Early Precambrian crustal development: changing styles of mafic magmatism, **Journal of Geological Society of London**, v.150, p. 625-635, 1993.
- HÄNTZSCHEL, W. **Treatise on invertebrate paleontology - Miscellanea, Trace fossils and problematica**. 2nd. ed. [s.l.] The Geological Society of America Inc., 1975.
- HARRIS, C.; URTON, J. M.; DAVIES, M. C. R. Soft-sediment deformation during thawing of ice-rich frozen soils : results of scaled centrifuge modelling experiments. **Sedimentology**, v. 47, p. 687–700, 2000.
- HOFMANN, H. J. First record of a late Proterozoic faunal assemblage in the North American Cordillera. **Lethaia**, v. 14, p. 303–310, 1981.
- HOYAL CUTHILL, J. F.; CONWAY MORRIS, S. Fractal branching organizations of Ediacaran rangeomorph fronds reveal a lost Proterozoic body plan. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 36, p. 13122–6, 2014

- HUNTLEY et al. On the Morphological History of Proterozoic and Cambrian Acritarchs *In: Xiao S. & Kaufman A.J. (Eds.), Neoproterozoic Geobiology and Paleobiology*, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 91–114, 2006
- ÍÑIGUEZ, A.M., DEL VALLE, A., POIRÉ, D, SPALLETTI, L., ZALBA, P., Cuenca Precámbrica-Paleozoico inferior de Tandilia, Provincia de Buenos Aires. *In: Chebli, G., Spalletti, L.A. (eds) Cuencas Sedimentarias Argentinas. Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica*, v.6, p. 245–263, 1989
- JAMTVEIT, B. et al. Hydrothermal vent complexes associated with sill intrusions in sedimentary basins. *In: BREITKREUZ, C.; PETFORD, N. (Eds.). Physical geology of High level Magmatic Systems*. London: Geological Society, London, Special Publications, 2004. p. 233–241.
- JENSEN, S. The Proterozoic and Earliest Cambrian Trace Fossil Record ; Patterns , Problems and Perspectives. *Integrative and Comparative Biology*, v. 43, p. 219–228, 2003.
- JENSEN, S.; DROSER, M. L.; GEHLING, J. G. A Critical Look at the Ediacaran Trace Fossil Record. *Fossils*, p. 115–157, 2006.
- JENSEN, S.; DROSER, M. L.; GEHLING, J. G. Trace fossil preservation and the early evolution of animals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 220, n. 1–2, p. 19–29, 2005.
- KAHLE, C. F. J. Subaerial gutter marks. raindrop impressions, scour marks and other sedimentary structures, silurian tymochtee dolomite, waterville, ohio. *Carbonates and Evaporites*, v. 24, n. 1, p. 33–44, 2009.
- KELLY, K. T. Ockham ’ s Razor , Truth , and Information. *Dietrich College of Humanities and Social Sciences at Research Showcase @ CMU*, p. 1–39, 2007.
- KIRKLAND, C. L. et al. Cryptic disc structures resembling ediacaran discoidal fossils from the lower Silurian Hellefjord Schist, Arctic Norway. *PLoS ONE*, v. 11, n. 10, p. 1–21, 2016.
- KNOLL, A. H.; BAMBACH, R. K. Directionality in the history of life: diffusion from the left wall or repeated scaling of the right? *Paleobiology*, v. 26, n. sp4, p. 1–14, 2000.
- KOLESNIKOV, A. V; GRAZHDANKIN, D. V; MASLOV, A. V. Arumberia-type structures in the Upper Vendian of the Urals. *Doklady Earth Sciences*, v. 447, n. 1, p. 1233–1239, 2012.
- LIU, A. G. Framboidal pyrite shroud confirms the “death mask ” model for moldic preservation of Ediacaran soft-bodied organisms. *Palaios*, v. 31, n. May, p. 259–274, 2016.
- LONGHITANO, S. G. et al. Tidal depositional systems in the rock record: A review and new insights. *Sedimentary Geology*, v. 279, p. 2–22, 2012.
- LOWE, D. R. Water escape structures in coarse grained sediments. *Sedimentology*, v. 22, n. 2, p. 157–204, 1975.
- MACEACHERN, J. A. et al. Ichnology and Facies Models. *In: JAMES, N. P.; DALRYMPLE, R. W. (Eds.). Facies Models. 4. ed. [s.l.] Geological Association of Canada*, 2011. p. 19–58.
- MACGABHANN, B. A. Discoidal fossils of the Ediacaran biota: a review of current understanding. *Geological Society, London, Special Publications*, v. 286, p. 297–313, 2007.
- MACGABHANN, B. A. There is no such thing as the “Ediacara Biota”. *Geoscience Frontiers*, v. 5, n. 1, p. 53–62, 2014.
- MÁNGANO, M. G. & BUATOIS, L. A. The Cambrian explosion, *In: MÁNGANO, M. G. & BUATOIS, L. A (Eds.), The trace-fossil record of major evolutionary events*, Topics on Geobiology, Springer, 39, 73–126, 2016.

- MARCONATO, A.; PAES, R.; ALMEIDA, D. Pre-vegetation fluvial floodplains and channel-belts in the Late Neoproterozoic – Cambrian Santa Bárbara group (Southern Brazil). *Sedimentary Geology*, v. 300, p. 49–61, 2014.
- MARGULIS, L., DOLAN, M. F., *Early Life: Evolution on the Precambrian Earth, 2^aEd. Jones and Bastlett Publishers, Sudbury, Massachusetts, 168pp., 2002*
- MARSHALL, C. R. Explaining the Cambrian “ Explosion ” of Animals. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, n. 34, p. 355–384, 2006.
- MATOS, S. A. et al. Paleoecology and paleoenvironments of Permian bivalves of the Serra Alta Formation , Brazil : Ordinary ... Alta Formation , Brazil : Ordinary suspension feeders or Late Paleozoic. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 77, p. 21–41, 2017.
- MATSUMOTO, D. et al. Truncated flame structures within a deposit of the Indian Ocean Tsunami : evidence of syn-sedimentary deformation. **Sedimentology**, v. 55, p. 1559–1570, 2008.
- MCCALL, G. J. H. The Vendian (Ediacaran) in the geological record: Enigmas in geology’s prelude to the Cambrian explosion. **Earth-Science Reviews**, v. 77, n. 1–3, p. 1–229, 2006.
- MENON, L. R. et al. The dynamic influence of microbial mats on sediments: fluid escape and pseudofossil formation in the Ediacaran Longmyndian Supergroup, UK. **Journal of the Geological Society**, v. 173, n. April, p. 177–185, 2016.
- MENON, L. R.; MCILROY, D.; BRASIER, M. D. “ Intrites ” from the Ediacaran Longmyndian Supergroup , UK : a new form of microbially-induced sedimentary structure (MISS), *In: Brasier, A. T., McIlroy, D. & McLoughlin, N. (eds) Earth System Evolution and Early Life: a Celebration of the Work of Martin Brasier. Geological Society, London, Special Publications, 448, <http://doi.org/10.1144/SP448>., 2016.*
- METZ, R. Why Not Raindrop Impressions? **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 51, n. 1, p. 265–267, 1981.
- MOCZYDŁOWSKA, M.; MENG, F. The Ediacaran *Aspidella* -type impressions in the Jinxian successions of Liaoning Province , northeastern China. v. 49, 2016.
- MORETTI, M. et al. Asymmetrical Soft-sediment Deformation Structures Triggered by Rapid Sedimentation in Turbiditic Deposits (Late Miocene , Guadix Basin , Southern Spain). **Facies**, v. 44, p. 283–294, 2001.
- MOUSSA, M. T. Rain-drop impressions? **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 44, n. 4, p. 1118–1121, 1974.
- NARBONNE, G. M. The Ediacara Biota: Neoproterozoic Origin of Animals and Their Ecosystems. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 33, n. 1, p. 421–442, 2005.
- NARBONNE, G. M.; HOFMAN, H. J. Ediacaran biota of the Wernecke Mountains, Yukon, Canada. **Palaeontology**, v. 30, n. 4, p. 647–676, 1987.
- NOFFKE, N. Erosional remnants and pockets evolving from biotic-physical interactions in a recent lower supratidal environment. **Sedimentary Geology**, v. 123, n. 3–4, p. 175–181, 1999.
- NOFFKE, N. et al. Microbially induced sedimentary structures indicating climatological, Hydrological and depositional conditions within recent and pleistocene coastal facies zones (Southern Tunisia). **Facies**, v. 44, n. 1, p. 23–30, 2001.
- NOFFKE, N. The criteria for the biogenicity of microbially induced sedimentary structures (MISS) in Archean and younger, sandy deposits. **Earth-Science Reviews**, v. 96, n. 3, p. 173–180, 2009.

- NOFFKE, N.; GERDES, G.; KLENKE, T. Benthic cyanobacteria and their influence on the sedimentary dynamics of peritidal depositional systems (siliciclastic, evaporitic salty, and evaporitic carbonatic). **Earth-Science Reviews**, v. 62, n. 1–2, p. 163–176, 2003.
- OWEN, G.; MORETTI, M.; ALFARO, P. Recognising triggers for soft-sediment deformation : Current understanding and future directions ☆. **Sedimentary Geology**, v. 235, n. 3–4, p. 133–140, 2011.
- PANKHURST, R. J.; RAMOS, A.; LINARES, E. Antiquity of the Río de la Plata Craton in Tandilia, southern Buenos Aires Province, Argentina. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 16, n. 1, p. 5–13, 2003.
- PICKERILL, R. K. On the holotype of “Astropolithon hindii”. **Maritime sediments and atlantic geology**, n. 20, p. 79–81, 1984.
- PICKERILL, R. K.; HARRIS, I. M. A reinterpretation of *Astropolithon hindii* Dawson 1878. **Journal of Sedimentary Petrology**, n. 49, p. 1029–1036, 1979.
- POINCARÉ, H. **A Ciência e a Hipótese**. 2nd. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988.
- POIRÉ Neoproterozoic/lower Paleozoic sedimentary successions of the Tandilia System, Argentina, **IGCP**, v. 478, p. 1-57, 2002
- POIRÉ, D.G., C. GAUCHER Y G. GERMS La Superficie “Barker” y su importancia regional, Neoproterozoico del Cratón del Río de La Plata. 6 Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, **Acta de Resúmenes**, Mar del Plata, v.36., 2007.
- PÕLDSAAR, K.; AINSAAR, L. Extensive soft-sediment deformation structures in the early Darriwilian (Middle Ordovician) shallow marine siliciclastic sediments formed on the Baltoscandian carbonate ramp , northwestern Estonia. **Marine Geology**, v. 356, p. 111–127, 2014.
- POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 2nd. ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1972.
- PORADA, H.; BOUOUGRI, E. H. Wrinkle structures-a critical review. **Earth-Science Reviews**, v. 81, n. 3–4, p. 199–215, 2007.
- PORADA, H.; BOUOUGRI, E. Neoproterozoic trace fossils vs. microbial mat structures: Examples from the Tandilia Belt of Argentina. **Gondwana Research**, v. 13, n. 4, p. 480–487, 2008.
- PRINGLE, J. K. et al. Sand Volcanoes of the Carboniferous Ross Formation, County Clare, Western Ireland: 3-D Internal Sedimentary Structure and Formation. **Sand injectites: Implications for hydrocarbon exploration and production**, n. 87, p. 227–231, 2007.
- REID, C. et al. Sand volcanoes in the Avon–Heathcote Estuary produced by the 2010–2011 Christchurch Earthquakes: implications for geological preservation and expression. **New Zealand Journal of Geology and Geophysics**, v. 55, n. March 2015, p. 249–254, 2012.
- RODRIGUEZ-PASCUA, M. A.; PEREZ-LOPEZ, R. POLIGENETIC SAND VOLCANOES GENERATED BY A SINGLE EVENT : THE EARTHQUAKE OF THE EMILIA ROMAGNA ... **3rd INQUA-IGCP-567 International Workshop on Active Tectonics, Paleoseismology and Archaeoseismology**, p. 165–168, 2012.
- SCHLIRF, M. Upper Jurassic trace fossils from the Boulonnais (northern France). **Geologica et Paleontologica**, n. 34, p. 145–213, 2000.
- SCHOPF, J. W. et al. Precambrian microbe-like pseudofossils : A promising solution to the problem. **Precambrian Research**, v. 179, n. 1–4, p. 191–205, 2010.
- SCHULZ, D. B. **Simplicity in science**. [s.l.] University of Iowa, 2012.

- SCORZATO, L. On the role of simplicity in science. **Synthese**, n. 190, p. 2867–2895, 2013.
- SEILACHER, A. Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten: **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie**. Monatshefte (*in German*) p. 34–39, 1970
- SEILACHER, A. Biomat-related lifestyles in the Precambrian. **Palaios**, v. 14, n. 1, p. 86–93, 1999.
- SEILACHER, A. Sedimentological classification and nomenclature of trace fossils. **Sedimentology**, v. 3, p. 253–256, 1964.
- SEILACHER, A. **Trace Fossil Analysis**. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- SEILACHER, A. Vendobionta and Psammocorallia - lost constructions of Precambrian evolution. **J. Geol. Soc. London**, n. 149, p. 607–613, 1992.
- SEILACHER, A. Vendozoa: organismic construction in the proterozoic biosphere. **Lethaia**, v. 22, p. 229–239, 1989.
- SEILACHER, A.; BUATOIS, L. A.; M??NGANO, M. G. Trace fossils in the Ediacaran-Cambrian transition: Behavioral diversification, ecological turnover and environmental shift. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 227, n. 4, p. 323–356, 2005.
- SPRIGG, R. C., Early Cambrian (?) jellyfishes from the Flinders Ranges, South Australia, **Transactions of the Royal Society of South Australia**, v.71, p. 212–224, 1947
- STRZEBONSKI, P.; UCHMAN, A. The trace fossil Gyrophyllites in deep-sea siliciclastic deposits of the Istebna Formation (Upper Cretaceous – Palaeocene) of the Carpathians : An example of biologically controlled distribution. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 426, p. 260–274, 2015.
- SUN WEIGUO, Precambrian medusoids: The Cyclomedusa plexus and Cyclomedusa-like pseudofossils. **Precambrian Research**, v. 31, n. 4, p. 325–360, 1986.
- TAJ, R. J.; AREF, M. A. M.; SCHREIBER, B. C. The influence of microbial mats on the formation of sand volcanoes and mounds in the red sea coastal plain, south Jeddah, Saudi Arabia. **Sedimentary Geology**, v. 311, n. August, p. 60–74, 2014.
- TARHAN, L. G. et al. Taphonomy and morphology of the Ediacara form genus *Aspidella*. **Precambrian Research**, v. 257, p. 124–136, 2015.
- TARHAN, L. G.; DROSER, M. L.; GEHLING, J. G. Taphonomic Controls on Ediacaran Diversity: Uncovering the Holdfast Origin of Morphologically Variable Enigmatic Structures. **Palaios**, v. 25, n. 12, p. 823–830, 2010.
- TU, C. et al. Proliferation of MISS-related microbial mats following the end-Permian mass extinction in terrestrial ecosystems: Evidence from the Lower Triassic of the Yiyang area, Henan Province, North China. **Sedimentary Geology**, v. 333, p. 50–69, 2016.
- VAN LOON, A. J. The nature of Mawsonites (Ediacara fauna). **Gondwana Research**, v. 14, n. 1–2, p. 175–182, 2008. Van Loon, A.J., 2008, The nature of Mawsonites (Ediacara fauna), *Gondwana Research*, **14**: 175–182
- VAN LOON, A. J.; MAULIK, P. Abraded sand volcanoes as a tool for recognizing paleo-earthquakes, with examples from the Cisuralian Talchir Formation near Angul (Orissa, eastern India). **Sedimentary Geology**, v. 238, n. 1–2, p. 145–155, 2011.
- VICKERS-RICH, P, FEDONKIN M.A., The background: The Archean (4500 to 2500 millions of years ago), *In*: Fedonkin, M.A., Gehling J.G., Grey, K., Narbonne, G.M., Vickers-Rich, P., *Rise of*

Animals: Evolution and diversification of the Kingdom Animalia, (Ed).The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 331pp., 2007a

VICKERS-RICH, P, FEDONKIN M.A., The background: The Proterozoic (2500 to 542 millions of years ago), *In: Fedonkin, M.A., Gehling J.G., Grey, K., Narbonne, G.M., Vickers-Rich, P., Rise of Animals: Evolution and diversification of the Kingdom Animalia*, Ed.The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 331pp., 2007b

WADE, M. Hydrozoa and Scyphozoa and other medusoids from the Precambrian Ediacara fauna, South Australia, **Palaeontology**, 1972. Disponível em: <[http://palaeontology.palass-pubs.org/pdf/Vol 15/Pages 197-225.pdf](http://palaeontology.palass-pubs.org/pdf/Vol%2015/Pages%20197-225.pdf)>

WADE, M. Medusae From Uppermost Precambrian or Cambrian Sandstones, Central Australia, **Palaeontology**, 1969.

WALTER, M. R. Tectonically deformed sand volcanoes in a Precambrian greywacke , northern territory of Australia. **Journal of the Geological Society of Australia**, v. 18, p. 395–399, 1972.

WARD, P.; BROWNLEE, D. **Rare Earth – why complex life is uncommon in the universe**, Copernicus Publishers, New York, 2003.

WESTON, T. C. Notes on concretionary structures. **transactions of the Nova Scotian Institute of Science**, p. 137–142, 1891.

YANG, H.; CHEN, Z. Q.; FANG, Y. Microbially induced sedimentary structures from the 1.64Ga Chuanlinggou Formation, Jixian, North China. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 2016.