



Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Programa de Pós-Doutoramento

Relatório Científico Final

Editais 13/2022 - Programa UNESP de Pós-Doutorado - Apoio a Grupos de Pesquisa (AGRUP)

Mudanças climáticas e inovações evolutivas que mudaram o planeta: bioestratigrafia da transição Ediacarano-Cambriano no SW do Supercontinente Gondwana.

Pós-doutoranda: Luana Pereira Costa de Moraes

Supervisor: Lucas Veríssimo Warren (IGCE-UNESP)

Rio Claro – SP

2024

1. Resumo – Sucessões neoproterozoicas têm sido reconhecidas como a mais importante fronteira do conhecimento para a investigação da evolução da vida, especialmente na transição Ediacarano-Cambriano, na qual revoluções bióticas representadas por organismos eucariontes unicelulares precedem a irradiação de eumetazoários como àqueles pertencentes ao grupo dos Lophotrochozoa e Bilateria. A América do Sul se destaca nesse contexto, com unidades que marcam essa transição. A unidade fossilífera Ediacarana da Fm. Tagatiya Guazu, Grupo Itapucumi, Paraguai, é palco de recentes descobertas de raríssimos microfósseis dos primeiros animais com carapaças (Assembleia Nama), além de icnofósseis, preservados em rochas que datam cerca de 550Ma. Embora a unidade possua sólido arcabouço estratigráfico, geoquímico e paleontológico, ela ainda carecia de uma investigação microfossilífera, ou seja, voltada ao reconhecimento dos organismos microscópicos que habitavam os antigos mares Ediacaranos. À exemplo de outras unidades ao redor do mundo (e.g. China, Namíbia, Omã e Rússia), a caracterização da assembleia microfossilífera no continente sulamericano foi fundamental para a correta definição da transição Ediacarano-Cambriano, considerada a mais emblemática passagem do tempo geológico. Considerando esse panorama, este projeto propôs a investigação microfossilífera da unidade Ediacarana terminal Formação Tagatiya Guazú, Grupo Itapucumi. O estudo foi balizado pela integração dos dados estratigráficos, geocronológicos, geoquímicos e paleogeográficos já disponíveis, e pela inédita preparação e caracterização palinológica e petrográfica de amostras sabidamente detentoras de conteúdo microfossilífero. A assembleia microfossilífera dos carbonatos e siliciclasticos da Formação Tagatiya Guazú foi comparada com outras unidades temporalmente correlatas da Faixa Paraguai Sul e mostrou-se muito mais diversa, como é possível observar no manuscrito em preparação, anexado a este relatório. A investigação auxiliou no entendimento da evolução paleoambiental e paleobiológica das bacias na transição Ediacarano-Cambriano em todo mundo, auxiliando na definição das forças evolutivas relacionadas aos importantes eventos geoquímicos e paleoclimáticos extremos ocorridos ao final do Período Ediacarano.

Além do manuscrito principal em anexo, a pós-doutoranda apresenta um **(A)** resumo das atividades desenvolvidas no período (trabalho de campo, preparação e análise de amostras, resultados obtidos); **(B)** Descrição e avaliação do apoio institucional no período e **(C)** atividades complementares que se apresentam em forma de colaboração ou primeira autoria de artigos científicos publicados ou em revisão, onde se destacam: (i) **autora principal** de um artigo em revisão na Scientific reports - Nature (Anexo); (ii) **co-autora** de cinco artigos internacionais publicados: (1) Hippertt et al., 2023 (Sedimentology); ; (2) Toniollo et al., 2023 (Journal of Micropaleontology); (3) Antunes et al., 2023 (Journal of South America Earth Sciences); (4) Fernandes et al., 2024 (Journal of South America Earth Sciences); (5) Hippertt et al., 2024 (Precambrian research); e (iii) **co-autora** de um artigo em revisão (PNAS). Importante ressaltar que a pós-doutoranda deu à luz ao seu filho Antônio de Moraes Freitas, em 03 de agosto de 2023.

Palavras-chave: Bioestratigrafia, Microfósseis, mudanças climáticas, evolução, Fm. Tagatiya Guazú.

A) Atividades realizadas no período

A1. Trabalho de campo

Um trabalho de campo teve duração de sete dias, entre os dias 30 de novembro e 7 de dezembro de 2023, em pedreiras e rodovias que interligam os municípios de San Lázaro/Vallemi e Concepción, Paraguai. Nesta etapa foi feito o levantamento de uma nova seção colunar detalhada (PLV), além da reamostragem de seções já levantadas em campanhas anteriores (PLI, PLIII); , com o objetivo de investigar o conteúdo microfossilífero de camadas sabidamente detentoras de metazoários (Warren et al., 2017; 2019). Os dados obtidos em campo foram organizados através de (i) documentação fotográfica (Figura 1), (i) montagem de seções colunares em escala de detalhe (figura 2, do manuscrito em preparação anexado) e (iii) amostragem detalhada, de metro em metro.

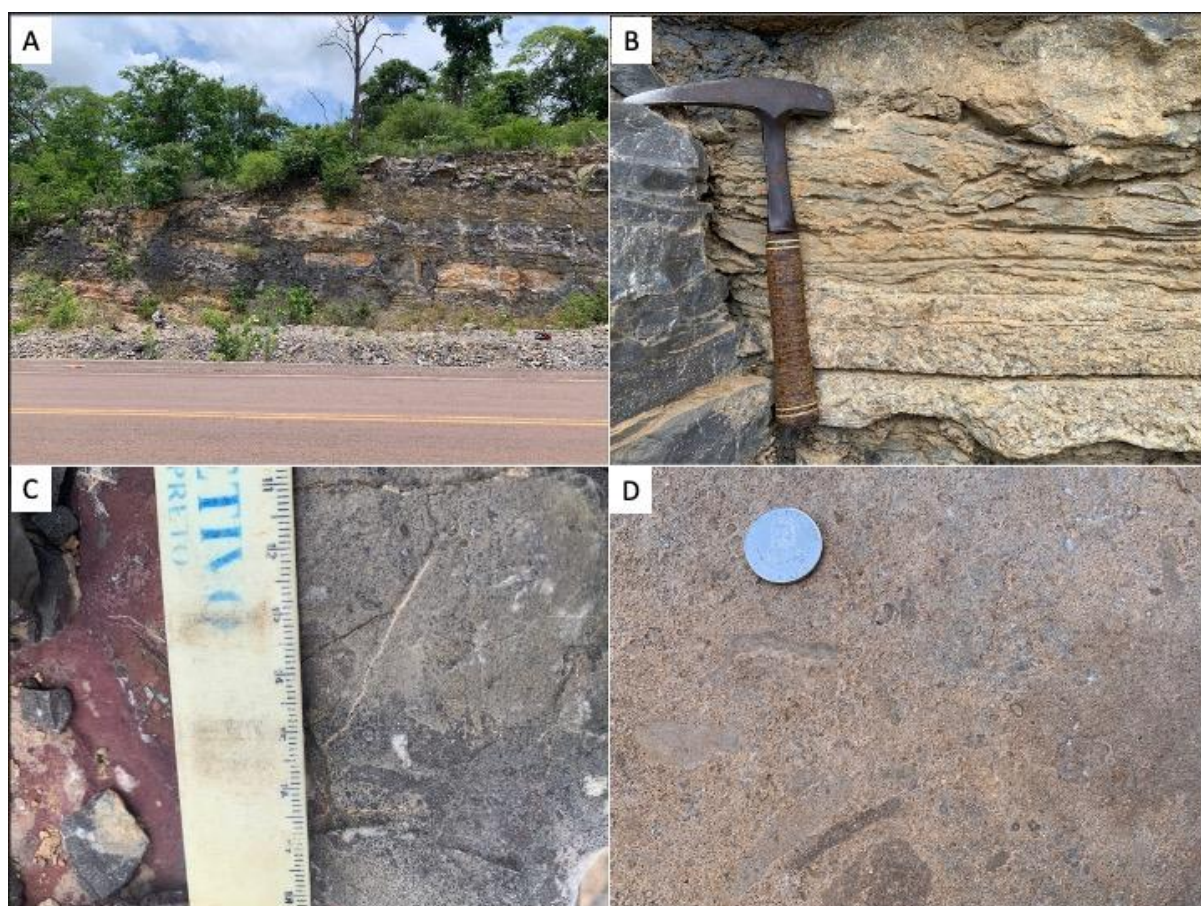


Figura 1. Imagens de campo. (A) Afloramento fossilífero identificado como PLIII. (B) Zoom do afloramento com destaque para as estruturas sedimentares. (C-D) Zoom de nível fossilífero com bioclastos semelhantes a Fauna Tomotiana.

A2. Preparação e análise de amostras

Um total de 157 amostras foram coletadas, sendo pelo menos 21 delas portadoras de microfósseis investigados aqui (ver manuscrito em preparação anexado ao relatório). O prazo de um ano não permitiu que todas as amostras fossem investigadas. Elas se encontram em processo de análise e servirão para confecção de manuscritos futuros. A seleção das amostras investigadas com prioridade foi baseada em conteúdo fossilífero previamente conhecido (Warren et al., 2017; 2019).

Parte das amostras forneceram 22 lâminas petrográficas e 20 lâminas palinológicas. As lâminas petrográficas foram confeccionadas no IGCE, UNESP- Rio Claro. Já as lâminas palinológicas foram confeccionadas pela pós-doc nas dependências do Laboratório de microfósseis da UNESPETRO, com o auxílio de Mitsuru Arai. De vinte duas lâminas petrográficas, dezesseis são detentoras de microfósseis, enquanto todas as lâminas palinológicas mostraram algum conteúdo fossilífero (Tabela 1, ver figuras 3-6 do manuscrito anexado a este relatório).

Amostras com maior ou menor conteúdo terrígeno foram fragmentadas e dissolvidas com ácido clorídrico a 10% para dissolução de carbonato. Amostras siliciclásticas passaram por tratamento adicional com ácido fluorídrico a 70% para a dissolução de sedimentos siliciclásticos presentes na rocha. Ao final da reação, os resíduos foram neutralizados e posteriormente utilizados para a montagem de lâminas palinológicas (Tabela 1).

Tabela 1. Conteúdo fossilífero encontrado em diferentes níveis em cada afloramento.

1. PLIII and PY are from same point																
2. (PC) Procariotes; (SA) Sphaeromorph acritarch; Acantomorph acritarch (AA); (VSMs) Vase-shaped microfossils; (SP) Spicule; (AOM) Amorphous organic matter; (AG) Algae; (FG) Fungi; (CD) Cloudina; (SN) Sinotubulites; (TB) Trilobite; (IC) Ichnofossil																
3. (PL) palynological residue; (PT) petrographic thin section																
Locality	Sample	PL	PT	PC	SA	AA	VSM	SP	AOM	AG	FG	CD	SN	TB	IC	Meter
PLIII/PY	PLIII-02	x		x	x											
	PLIII-2BI3	x			x	x				x	x					
	PLIII-05	x			x	x				x						
	PLIII-005A		x									x				

	PLIII-18	x				x									18
	PLIII-19		x								x		x		19
	PLIII-25		x								x	x			25
	PLIII-27		x								x		x		27
	PLIII-28		x								x		x		28
	PLIII-C		x								x	x	x		?
	PY04-6	x			x										6
	PY04-19	x		x											19
	PY04-25	x		?									?		25
	PY22-18.5		x		x	x	x				x	x	x		18.5
PLV	PLV-0	x	x	x	x		x	?	x			x	?	?	0
	PLV-1	x	x	x	x	x	x	?	x			x			1
	PLV-2.30A	x		x			x								2.30
	PLV-2.30D		x		x	x!	x					x		x	2.30
	PLV-2.60B	x	x	x	x	x!								x	2.60
	PLV-3	x	x		x	x			x			x			3
	PLV-3.30A	x		x	x										3.30
	PLV-4.30	x	x		x	x			x			?			4.30
	PLV-6.30	x	x		x		x					x			6.30
	PLV-7.30		x		x										7.30
	PLV-8.30	x			x										8.30
	PLV-10A		x				x								10
	PLV-12		x				x				?				12
	PLV-13	x	x		x		x								13
	PLV-14	x			x					x					14
	PLV-15	x	x		x	x!			x			x!			15
	PLV-17		x	x											17
	PLV-19		x		x							x		?	19
	PLV-21	x		x!						x					21
	PLV-30		x	x!	x	x				x					30

B) Descrição e avaliação do apoio institucional no período

O Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP, Campus de Rio Claro, prestou todo o suporte operacional necessário para a execução do presente projeto no período de 01/11/2022 a 01/03/2024. É relevante destacar que todas as etapas preparatórias para a preparação de amostras e a obtenção de lâminas petrográficas foram realizadas nas instalações do Laboratório de Laminação do referido instituto. O processamento palinológico para a análise dos espécimes fósseis ocorreu no Centro de Ciências Naturais Aplicadas – UNESPETRO, especificamente no Laboratório de Preparação de Amostras Micropaleontológicas (LPA-MP), enquanto a captura de imagens das lâminas petrográficas foi conduzida no Laboratório de Bioestratigrafia e Fotomicrografia. A obtenção de imagens de alta resolução e o mapeamento elementar dos fósseis foram realizados no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura. É importante salientar que a pós-doutoranda engravidou durante o período de desenvolvimento do projeto e recebeu total apoio da UNESP, por meio do AGRUP, incluindo uma extensão de prazo para a conclusão da pesquisa e a prorrogação da bolsa de pós-doutorado.

C) Atividades complementares

Além das atividades realizadas no âmbito deste projeto, a pós-doutoranda também apresenta comprovação de atividades complementares, como a publicação e preparação de artigos internacionais:

(i) Artigo como autora principal em revisão

1. **Morais, L.**; Freitas, B. T.; Fairchild, T. R.; Clavijo-Arcos, R. E.; Guillong, M.; Vance, D.; de Campos, M. R.; Babinski, M.; Pereira, L. G.; Leme, J.; Boggiani, P. C.; Osés, G. L.; Rudnitzki, I. D.; Galante, D.; Rodrigues, F.; Trindade, R. I. F. - **Diversified microfossils dominated by skeletal remains at ~ 571 Ma**. Scientific Reports - Nature (Anexo 1).

Abstract: The global fossil record across the Ediacaran–Cambrian transition documents a critical stage in the diversification of animals, including the appearance of non-biomineralized small carbonaceous fossils and skeletal metazoan remains, as cloudinomorphs and small shelly fossils, assignable to multiple metazoan phyla between ~550 and 530 Ma. Here, we

report diverse microfossils in thin sections and hand samples from the Ediacaran Bocaina Formation, Brazil, separated into five descriptive categories: elongated solid structures (ES); elongated filled structures (EF); two types of equidimensional structures (EQ 1 and 2) and elongated hollow structures with coiled ends (CE). These specimens, interpreted as candidate metazoans, predate the latest Ediacaran biomineralized index macrofossils in the overlying Tamengo Formation. An updated stratigraphic setting of the Bocaina and Tamengo formations along the South Paraguay Belt is presented, including new cloudinomorph occurrences in the Tamengo Formation. We also present new carbonate U-Pb ages for the Bocaina Formation, positioning the novel fossil record at 571 ± 9 Ma (weighted mean age). Thus, our data point to diversification of metazoans, including biomineralized specimens reminiscent of sections of cloudinids, protoconodonts, anabaritids, and hyolithids, in addition to organo-phosphatic superficial covering of animals, demonstrably earlier than the record of the *Cloudina-Corumbella-Namacalathus* biozone in Central South America.

(ii) Artigos Publicados

1. Hippertt, J. P. T. M.; Rudnitzki, I. D.; **Morais, L.**; Freitas, B. T.; Romero, G. R.; Fernandes, H. A.; Leite, M. G. P.; Leme, J.; Boggiani, P. C.; Trindade, R. I. F. 2023 - **Sedimentary evolution and sequence stratigraphy of Ediacaran high-grade phosphorite–dolomite-shale successions of Bocaina Formation (Corumbá Group), Central Brazil: Implications for the Neoproterozoic phosphogenic event** - Sedimentology. DOI: [10.1111/sed.13125](https://doi.org/10.1111/sed.13125).

Abstract: Extensive phosphorite deposition is observed in the Neoproterozoic after a prolonged hiatus during most of the Mesoproterozoic era. This event is thought to represent an important record of major palaeoenvironmental, palaeoceanographic and biotic changes that shaped Neoproterozoic ecosystems, suggesting close relationships between phosphogenesis and the preservation of key Ediacaran biotas. However, high-grade Ediacaran phosphorite deposits are relatively uncommon, diminishing the opportunity to test current phosphate mineralization-deposition models and their implications for Neoproterozoic research. In this scenario, widespread Ediacaran phosphorite–dolomite–shale successions of Bocaina Formation (Corumbá Group – Central Brazil) are poorly explored in international literature. Nevertheless, recent advances in phosphate exploration gave access to continuous drill core sections and freshly opened mine pits, revealing an unprecedented record of complex phosphatic successions featuring the occurrence of Ediacaran microfossils assigned

to the Doushantuo–Pertatataka assemblages. This work seeks to constrain main lithofacies, sequence stratigraphy and depositional settings from these phosphatic successions in order to analyze the sedimentary evolution of the unit under the current Neoproterozoic phosphorite research framework. These results indicate that Bocaina Formation records secular sustained phosphate deposition. These deposits are related to unprecedented, microbialite reef rim phosphorites deposited during a lower accretionary rimmed platform stage, followed by the deposition of Doushantuo-like, whole platform phosphorites associated with a later, drowned platform stage, therefore, reinforcing the evidence for the operation of strong allogeneic controls on phosphate mineralization-concentration. In addition, this study concludes that fossiliferous Ediacaran phosphatic deposits such as the Bocaina Formation are important to understanding Neoproterozoic phosphogenic events, because they may record the transition from a Precambrian to Phanerozoic-like phosphogenesis associated with the instauration of the Ediacaran–Cambrian phosphatic taphonomic window. This evidence hints that the growing dataset from the Bocaina Formation may bring new, exciting perspectives for Neoproterozoic research as a whole.

2. Toniollo, T. F.; Leme, J. M.; Carmo, D. A.; Fairchild, T. R.; **Morais, L.**; Trindade, R. I. F. 2023 - **Artifacts resembling Ediacaran or Cambrian fossils: how to identify them and avoid their generation** - Journal of Micropaleontology. [DOI: 10.5194/jm-42-83-2023](https://doi.org/10.5194/jm-42-83-2023)

Abstract: The generation of artifacts during sample preparation must be considered in paleobiological studies, particularly during the Ediacaran and Cambrian, since such artifacts can assume forms similar to those of cloudinids and other problematic taxa commonly described in samples from these systems. Chemical reactions between hydrogen peroxide and sulfides from the samples can lead to the formation of tubular and vase-shaped structures. The visual description alone does not allow a conclusion about whether their origin is organic or inorganic. In these cases, chemical composition and ultrastructure analysis are tools that help to distinguish artifacts from bona fide fossils. Scanning electron microscopy can be successfully employed to characterize and differentiate fossils from artifacts. The presence or absence of these structures in thin sections is also an essential piece of information to discuss their biogenicity. Furthermore, not using hydrogen peroxide avoids the risk of formation of the artifacts described here.

3. Antunes, G. C.; Warren, L. V.; Okubo, J.; Freitas, B. T.; Inglez, L.; Caetano-Filho, S.; **Morais, L. 2023. Assessing the correlation between Ediacaran-Cambrian units of SW Gondwana: The Tagatiya Guazú (Itapucumi Group, Paraguay) and Tamengo (Corumbá Group, Brazil) formations** - Journal of South America Earth Sciences. [DOI: 10.1016/j.jsames.2023.104577](https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104577).

Abstract: The Tagatiya Guazú (PY) and Tamengo (BR) formations are South-American Ediacaran-Cambrian carbonate units that share striking similarities between their sedimentological, paleontological, and geochemical records. The Tagatiya Guazú Formation is mainly composed of grainstone and abundant microbial facies, bearing a diverse fossil content represented by autochthonous to parautochthonous remains of late Ediacaran tubular skeletal taxa, such as Cloudina, Corumbella, and Namacalathus, in addition to complex trace fossils indicative of the Ediacaran-Cambrian transition. The Tagatiya Guazú Formation is interpreted as deposited in a protected inner ramp setting. The Tamengo Formation is constituted by grainstone, packstone, wackestone, mudstone, marl, shale, and microbialite facies, also containing Cloudina and Corumbella as allochthonous and parautochthonous remains, respectively. The possible recognition of hummocky and swaley cross-stratification in the Brazilian unit, led to the interpretation of deposition in a storm-dominated middle to outer ramp setting in slightly deeper conditions than the Tagatiya Guazu Formation. Both units display the characteristic late Ediacaran Positive Carbon Isotope Plateau (EPIP) detected in terminal Ediacaran successions worldwide, commonly interpreted as a result of an intensely redox-stratified ocean, which is probably responsible for a decreasing $\delta^{13}\text{C}$ trend from inner to outer ramp settings. The existence of this gradient can be inferred between the Tagatiya Guazú Formation and its lateral correlate, the Camba Jhopo Formation. On the other hand, the Tamengo Formation shows an unexpected opposite pattern (i.e., increasing $\delta^{13}\text{C}$ values from inner to outer ramp settings). The limited size of the putative hummocky and swaley cross-stratifications, together with the problematic occurrence of parautochthonous skeletal fossils in deep (and probably anoxic) waters and the inverse $\delta^{13}\text{C}$ isotopic gradient, suggest some inconsistencies in the Tamengo Formation depositional model. The reinterpretation of these deep-water facies as deposited in a shallower setting would solve (or reduce) the isotopic gradient problem and provide a better fit between the Tamengo Formation redox model and the ones interpreted for other units worldwide. Finally, multiple lines of evidence indicate that both the Tagatiya Guazú and Tamengo formations represent

coeval successions (with the former being slightly younger) deposited in similar, shallow water depths in carbonate ramps opened to the Clymene Ocean.

4. Fernandes, H. A.; Boggiani, P. C.; Viana, A. Z.; Caetano-Filho, S.; Pereira, L. G.; Freitas, B. T.; Hippertt, J. P.; **Morais, L.**; Trindade, R. I. F. 2024. **New advances on the carbon isotope and rare earth elements chemostratigraphy of the late Ediacaran Tamengo Formation (Corumbá Group, Brazil)** - Journal of South America Earth Sciences. [DOI: 10.1016/j.jsames.2023.104696](https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104696).

Abstract: The Tamengo Formation (Corumbá Group, midwest Brazil) is a carbonate-dominated succession of major importance to unravel the environmental and biological changes during the Ediacaran–Cambrian transition in Gondwana. Although it has been extensively studied in terms of sedimentology, isotope geochemistry, biostratigraphy, and geochronology, these studies are constrained to the Corumbá region. This work presents new sedimentological, C and O isotope chemostratigraphy, and rare earth elements (REE) plus yttrium (REY) data of four sections of the Tamengo Formation in the Serra da Bodoquena region, approximately 200 km south of Corumbá, discussing how these new data are related to the type sections. The sections present ooid grainstones, with hummocky, swaley, and wavy structures, interbedded with mudstones and shales, indicating deposition of fine particles by suspension fallout in-between periods of high-energy, with reworking by storm waves. The $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ curves show positive plateaus with minor, short-lived negative excursions linked to facies variations, which are related to a large $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ depth gradient in a redox-stratified water column. The REY profiles present middle REE (MREE)-bulge patterns and absent to slightly positive Ce anomalies, consistent with MREE adsorption onto Fe–Mn oxyhydroxides in the water column followed by release in pore waters. Subsequently, REY remobilization during anoxic diagenetic stages resulted in the MREE-bulge pattern and overprinted some of the original seawater REY features, including the Ce anomalies. The Tamengo Formation in the Serra da Bodoquena region represents a storm-dominated carbonate ramp, as previously interpreted for this unit in the Corumbá region. Nevertheless, there is a significant shift of 2 ‰ in the peaks of $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ data between both localities, which may be related to differences in the overall sector of the carbonate ramp. There are also substantial variations in the $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ record of the Tamengo Formation and other coeval Gondwana basins, such as the Nama and Itapucumi groups, with different peak values, which

may be related to latitudinal differences on the inorganic carbon isotope composition or to the degree of basin restriction.

5. Hippertt, J. P. T. M.; Rudnitzki, I. D.; **Morais, L.**; Freitas, B. T.; Romero, G. R.; Fernandes, H. A.; Leite, M. G. P.; Leme, J.; Boggiani, P. C.; Trindade, R. I. F. (no prelo) - **Assessing chemostratigraphic and biostratigraphic correlation of Ediacaran phosphorites (Bocaina, Khesen and Doushantuo Formations): Diachronic, local signals of the Neoproterozoic phosphogenic-taphonomic event** - Precambrian Research. [DOI](#).

(iii) Artigos em revisão (co-autoria)

6. Porfirio-Sousa, A. L.; Tice, A. K.; **Morais, L.**; Ribeiro, G. M.; Blandenier, Q.; Dumack, K.; Eglit, Y.; Fry, N. W.; Souza, M. B. G.; Henderson, T.; Kleitz-Singleton, F.; Singer, D.; Brown, M. W.; Lahr, D. J. G. **Amoebozoan testate amoebae illuminate the diversity of heterotrophs and the complexity of ecosystems throughout geological time** - Preprint, mas também em revisão pela PNAS. [DOI: 10.1101/2023.11.08.566222](#).

Abstract: Heterotrophic protists are vital in Earth's ecosystems, influencing carbon and nutrient cycles, occupying key positions in food webs as microbe predators. Fossils and molecular data suggest the emergence of predatory microeukaryotes and the transition to a eukaryote-rich marine environment by 800 million years ago (mya). Neoproterozoic vase-shaped microfossils (VSMs) linked to Arcellinida testate amoebae represent the oldest evidence of heterotrophic microeukaryotes. This study explores the phylogenetic relationship and timing of diversification of Arcellinida and related taxa using a relaxed molecular clock approach. We estimate the timing of early diversification of Arcellinida during the Neoproterozoic (1054 - 661 mya) and the divergence of their infraorders postdating the Silurian. Our results corroborate heterotroph diversification (eg. Arcellinida) during the Neoproterozoic, likely aiding eukaryotic survival through Cryogenian glaciations. Moreover, we infer that Arcellinida most likely already inhabited terrestrial habitats during the Neoproterozoic, coexisting with terrestrial Fungi and green algae, before land plant diversification. More recent Arcellinida groups diversified from the Silurian Period, alongside other groups like Fungi and flowering plants. These findings shed light on heterotrophic microeukaryotes' evolutionary history and ecological significance in Earth's ecosystems, using testate amoebae as a proxy.

Referências

- Cortijo, I., Mus, M. M., Jensen, S., & Palacios, T. (2015). Late Ediacaran skeletal body fossil assemblage from the Navalpino anticline, central Spain. *Precambrian Research*, 267, 186-195.
- Osmólska, H. (1973). Tournaisian trilobites from Dalnia in the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, 23(1), 61-82.
- Warren, L. V., Quaglio, F., Simões, M. G., Gaucher, C., Riccomini, C., Poiré, D. G., ... & 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., ... & Sial, A. N. (2019). 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.
- Ver demais referências no manuscrito anexado ao relatório.