

# MICROBIALITOS DA FORMAÇÃO NOBRES (EDIACARANO) SUL DO CRÁTÓN AMAZÔNICO

Guilherme Romero<sup>1</sup>, Renan Santos<sup>2</sup>, Afonso Nogueira<sup>2</sup>, Isaac Rudnitzki<sup>3</sup>;  
Leandro Sepeda<sup>2</sup>; Pedro Oliveira<sup>2</sup>; Thomas Fairchild<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo - USP;

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará - UFPA;

<sup>3</sup>Universidade Federal do Ouro Preto - UFOP

([graffaeli@gmail.com](mailto:graffaeli@gmail.com); [renan.santos@ig.ufpa.br](mailto:renan.santos@ig.ufpa.br); [anogueira@ig.ufpa.br](mailto:anogueira@ig.ufpa.br); [idregeo@gmail.com](mailto:idregeo@gmail.com);  
[leandro.silva@ig.ufpa.br](mailto:leandro.silva@ig.ufpa.br); [pedro.oliveira@ig.ufpa.br](mailto:pedro.oliveira@ig.ufpa.br); [brtrfairch@usp.br](mailto:brtrfairch@usp.br))

## RESUMO

A biosfera do Proterozoico foi dominada por comunidades microbianas em ambientes marinhos rasos e entremarés, como comprovado por um registro robusto de microbialitos em rochas carbonáticas. O Grupo Araras, localizado no sudeste do Crátón Amazônico, contém importantes ocorrências de microbialitos nas formações Mirassol d'Oeste e Nobres, indicando uma colonização significativa de ambientes marinhos rasos após os Eventos de *Snowball Earth* (~635 Ma). A Formação Nobres é analisada neste estudo, com foco nas características faciológicas em afloramentos que revelam ambientes carbonatos de intermaré, como planícies de maré e Sabkha. Foram identificados 15 níveis de microbialitos, com diferentes formas e associações morfológicas. Os microbialitos da Formação Nobres se dispõem em ciclos, indicando que as zonas superiores de planície de maré, principal área de colonização, apresentava estabilidade, proporcionando a colonização e o crescimento das esterias ao longo da evolução paleoambiental. Apesar disso, a presença de material siliciclástico no topo da unidade, sugere variações sazonais marcadas por pulsos de detritos que influenciaram na morfologia das esterias. O registro de microbialitos na Formação Nobres não apresenta tendências evolutivas ou declínio aparente, mas é interrompido pela discordância Ediacarano-Cambriano no topo do Grupo Araras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Grupo Araras; Estromatólitos; Morfotipos; Sabkha.

## INTRODUÇÃO

Microbialitos são estruturas biogênicas oriundas da interação das comunidades microbianas bentônicas com os processos sedimentares do ambiente (Burne e Moore, 1987; Dupraz *et al.*, 2009; Riding, 2011) configurando excelentes *proxies* paleoambientais e paleoceanográficas (Burne e Moore, 1987; Grotzinger e Knoll, 1999; Pruss *et al.*, 2010; Bosak *et al.*, 2013; Romero *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2021; Nogueira *et al.*, 2022). As sucessões Neoproterozoicas no sudeste do Crátón Amazônico, representadas por rochas carbonáticas do Grupo Araras, apresentam um excelente registro de microbialitos, em sua base, associados à colonização marinha rasa da capa dolomítica, na Formação Mirassol D'Oeste (~627 Ma) (Nogueira *et al.*, 2003, 2022; Font *et al.*, 2010; Soares *et al.*, 2020; Romero *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2021). No entanto as ocorrências

de microbialitos na sucessão carbonática-siliciclástica da Formação Nobres, Unidade superior desse Grupo Araras, a descrição pormenorizada e o entendimento paleoambiental ainda é incipiente. Portanto, neste trabalho são descritas 15 ocorrências de microbialitos na Formação Nobres que permitiram a reconstrução paleoambiental de ambientes *peritidal* carbonáticos, associados ao topo das planícies de maré e ciclos de *sabkha* que demonstram a influência paleoambiental na diversificação de morfotipos de microbialitos na bacia Araras-Alto Paraguai.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os microbialitos da Formação Nobres foram descritos em três afloramentos próximos a Cáceres, no estado de Mato Grosso (Fig. 1B), na pedreira Emal-Camil (16°12'8.44" S/57°34'42.61" O) e nos afloramentos nos quilômetros 689 (16°14'57.79" S/57°31'0.96" O) e 700 da rodovia BR-070 (16°14'42.12" S/57°29'16.39" O). Estas estruturas biossedimentares foram descritas escalas macroscópicas, mesoscópicas e microscópicas, conforme proposto por Hofmann (1969), Shapiro (2000) e Fairchild e Sanchez (2015).

## RESULTADOS

### Associações de morfotipos de microbialitos

A morfologia e a abundância de microbialitos na Formação Nobres diferem em cada fase de sedimentação do paleoambiente de supramaré. Os microbialitos foram observados em 15 níveis e são agrupados em quatro associações de morfotipos (AM-I a AM-IV) com base em sua morfologia e contexto deposicional definido pela associação de fácies (Tabela 1). Todos os microbialitos observados apresentam estruturas laminada e fixa ao substrato, portanto todas as estruturas são estromatólitos que ocorrem em camadas silicificadas onde se destacam por sua cor cinza média a escura em contraste com a cor avermelhada ou cinza clara das rochas encaixantes. As associações AM-I a AM-III são biostromas enquanto a AM-IV é um bioherma.

A associação AM-I ocorre na base da Formação Nobres, apresentando aproximadamente 61 cm de espessura e 2,1 m de comprimento, dentro de depósitos submaré de um ciclo de raseamento ascendente. Esse ciclo é composto por dolomito maciço com camadas silicificadas, seguido por intercalações de *megarriples* em dolomito arenoso e arenito dolomítico fino com laminação ondulada, *megarriples*, clastos arrancados e nódulos de sílex. A exposição da MA-II é um complexo de camadas colunares-laminadas com aproximadamente 34 cm de espessura e 1,60 m de comprimento. A ocorrência do AM-II ocorre apenas na parte superior de um ciclo de raseamento ascendente em um paleoambiente de supramaré composto por camadas heterolécitas de dolomito arenoso, com níveis centimétricos de um nódulo em formato de *chicken-wire* produzido por intensa nodulação evaporítica. AM- II apresenta porções estratiformes na base e no topo, com uma preservação moderada e perfil laminar plano. Os biostromas da associação AM-III, ocorrem com espessuras de 8-15 cm, ocorrem no topo de ciclos de redução da profundidade em 12 níveis e, portanto, são a associação mais abundante na Formação Nobres. Esses biostromas sobrepõem-se a dolomitos maciços e dolomitos arenosos com camadas de megarrastos associadas ao paleoambiente intermaré. A laminação é indistinguível na sílica escura e evidente apenas em algumas porções dos afloramentos e amostras de mão. A associação AM-IV, por sua vez, está restrita ao último nível de microbialitos da Formação Nobres, em

depósitos predominantemente supramaré/sabkha siliciclásticos. Ele ocorre em biohermas domais subcirculares isolados com aspecto “cerebroide” de até 30 cm de diâmetro, que cobrem brechas intraclásticas com clastos em formato de *tepee* e imbricados. Eles apresentam boa preservação, com uma aparente alternância laminar entre cinza claro e cinza escuro. A base do bioherma é composta por estromatólitos colunares sem ramificação lateral que ramifica pra estruturas pseudo-colunares em contato brusco com a rocha encaixante

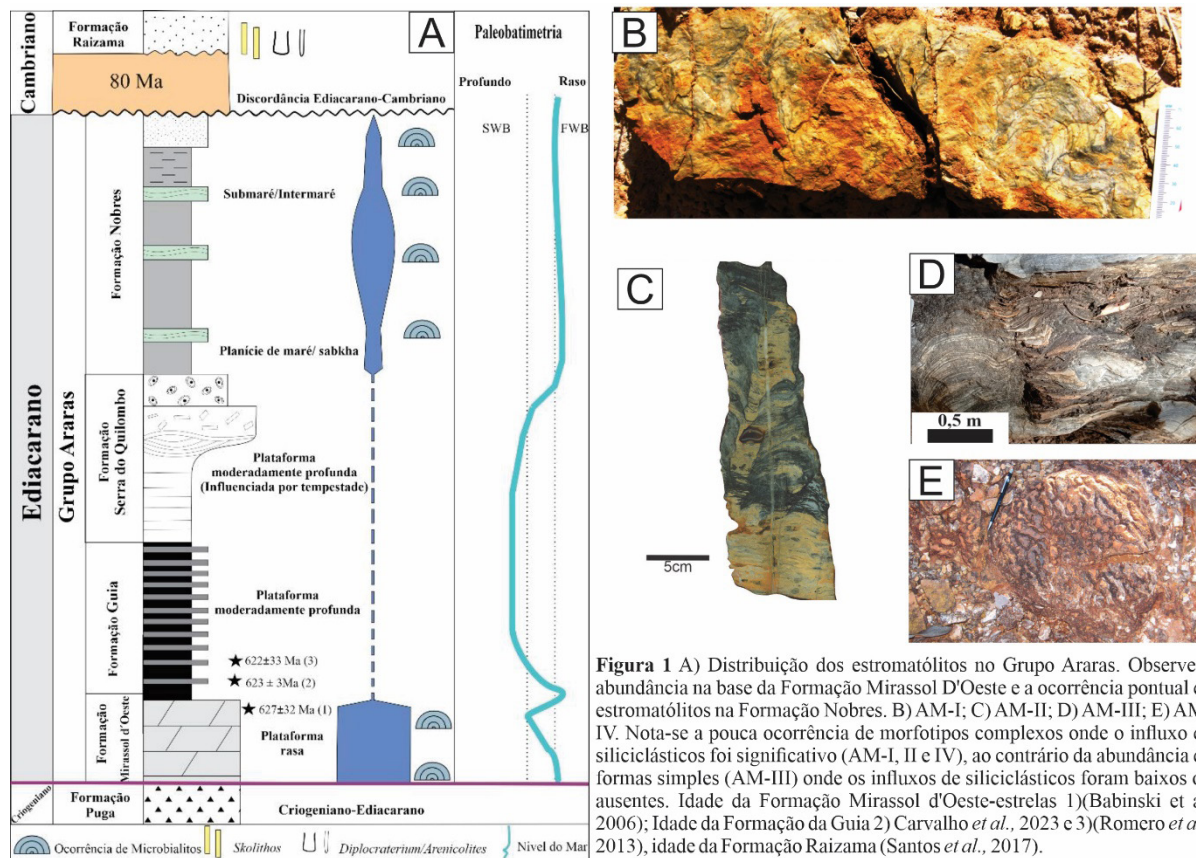
## DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Ciclos de raseamento são relacionados a um ambiente deposicional de planície de maré árido (Nogueira *et al.*, 2007; Rudnitzki *et al.*, 2016) representaram condições ideais para o desenvolvimento de microbialitos na Formação Nobres (Tabela 1)

Associação de Morfotipos	Morfotipos	Posição Estratigráfica na Formação Nobres	Paleoambiente
AM-IV	<b>Cerebroides, Colunares, Estratiformes e Pseudo-Colunares</b>	<b>Seção Superior</b>	<b>Supramaré/Sabkha</b>
AM-III	<b>Estratiformes com Domes Raros</b>		<b>Supramaré/Sabkha</b>
AM-II	<b>Complexo Colunar-laminado</b>	<b>Seção Inferior</b>	<b>Submaré e Intermaré Misto</b>
AM-I	<b>Estratiformes, Pseudo-Colunares, Colunares e Bulbosos</b>		<b>Intermaré</b>

**COLOCAR LEGENDA DA TABELA NA PARTE SUPERIOR.**

Os microbialitos estão preservados como sílex, onde observa-se que a silicificação ocorreu posterior a um processo de dolomitização, indicado pela de oxidação da matéria orgânica, provavelmente ocorridos durante a diagênese inicial. Como exposto anteriormente, as ocorrências foram divididas em associações de morfotipo de acordo com sua forma e composição faciológica, dentro de ciclos progradação e com contribuições siliciclásticas, ocorrem morfotipos complexos restritos a ambientes de maré (AM-I e II) ou a ambientes supramaré/sabkha (AM IV). Por outro lado, em ciclos retrogradacionais sem a presença de siliciclásticos, o morfotipo AM-III ocorre com um número significativo de ocorrências (12) observadas na interface de transição intermarés em geral, limitando o topo dos ciclos de planície de maré. O influxo siliciclástico observado na parte superior da Formação Nobres é interpretado como variações sazonais que causam turbidez nas águas rasas, resultando em uma diversificação da morfologia dos microbialitos. A recorrência da ciclicidade dos microbialitos indica um tempo de residência às variações hidrodinâmicas e climáticas que produzem mudanças morfológicas mínimas. A relação entre as condições paleoambientais e os tipos de associações morfológicas indicam que o desenvolvimento, distribuição e abundância de microbialitos ao longo das planícies de maré de Nobres correspondem a fatores sedimentológicos influenciados pela mudança relativa no nível do mar. Os fatores de maior expressão incluem 1) energia hidrodinâmica em função da variação da coluna de água; 2) topografia do substrato onde os microbialitos se desenvolvem; e 3) progradação/retrogradarão da planície de maré. Embora a discordância do Ediacarano-Cambriano médio trunque o topo do Grupo Araras, nossas observações indicaram que a vida microbiana não foi perturbada por fatores alógenicos durante o Ediacarano Inferior.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Babinski, M., Trindade, R. I. F. D., Alvarenga, C. J. S., Boggiani, P. C., Liu, D., Santos, R. V., & Brito Neves, B. D. (2006). Chronology of Neoproterozoic ice ages in central Brazil. In *South American Symposium on Isotope Geology* (Vol. 5, pp. 223-226).
- Bosak, T., Knoll, A.H., Petroff, A.P., 2013. The meaning of stromatolites. *Annu. Rev. Earth Planet Sci.* 41, 21–44
- Brazil. *Int. Geol. Rev.* 55 (2), 185–203
- Burne, R.V., Moore, L.S., 1987. Microbialites: organosedimentary deposits of benthic microbial communities. *Palaios* 2 (3), 241–254
- Carvalho, D. F., Nogueira, A. C., Macambira, M. J., Lana, C. C., dos Santos, R. F., Guélard, J., & Sansjofre, P. (2023). Constraining the diagenesis of the Puga cap carbonate from U–Pb in-situ dating of seafloor crystal fans, southern Amazonian craton, Brazil. *Terra Nova*.
- Dupraz, C., Pattisima, R., Verrecchia, E.P., 2006. Translation of energy into morphology: simulation of stromatolite morphospace using A stochastic model. *Sediment. Geol.* 185 (3), 185–203
- Fairchild, T.R., Sanchez, E.A.M., 2015. Microbialitos No brasil: panor^amica de ocorr^encias E Guia de caracterização morfológica. ' In: *Microbialitos Do Brasil Do Pr' eCambriano Ao Recente: Um Atlas*/Fairchild, T.R.; Rohn, R.; Dias-Brito, D. Rio Claro: Unesp-Igce-Unespetro, Obra 2, 2015 392p.:Il., Fig., Fots.. Mapas.

- Font, E., N´ edelec, A., Trindade, R.I.F., Moreau, C., 2010. Fast or slow melting of the marinoan snowball Earth? The cap dolostone record. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeocology* 295 (1), 215–225
- Grotzinger, J.P., Knoll, A.H., 1999. Stromatolites in precambrian carbonates: evolutionary Mileposts or environmental Dipsticks? *Annu. Rev. Earth Planet Sci.* 27(1), 313–358.
- Hofmann, H.J., 1969. Stromatolites from the Proterozoic Animikie and Sibley Groups. *Geological Survey Of Canada*, pp. 1–77. Paper 68-69.
- Nogueira, A.C.R., Riccomini, C., Sial, A.N., Moura, C.A.V., Trindade, R.I.F., Fairchild, T. R., 2007. Carbon and strontium isotope fluctuations and paleoceanographic changes in the late neoproterozoic Araras carbonate platform, southern Amazon Craton, Brazil. *Chem. Geol.* 237 (1), 168-190.
- Pruss, S., Bosak, T., Macdonald, F.A., McLane, M., Hoffman, P.F., 2010. Microbial facies in a Sturtian cap carbonate, the Rasthof Formation, Otavi Group, northern Namibia. *Precambrian Res*
- Riding, R., 2011. Microbial, stromatolites and thrombolites. In: Reitner, J., Thiel, V.(Eds.), *Encyclopedia of Geobiology*. Springer, Berlin, pp. 635–654.
- Romero, G.R., Sanchez, E.A.M., Soares, J.L., Nogueira, A.C.R., Fairchild, T.R., 2020. Waxing and waning of microbial laminites in the aftermath of the marinoan glaciation at the margin of the Amazon Craton (Brazil). *Precambrian Res.* 348, 105856.
- Romero, J.A.S., Lafon, J.M., Nogueira, A.C.R., Soares, J.L., 2013. Sr isotope geochemistry and Pb-Pb geochronology of the neoproterozoic cap carbonates, tangara´ da Serra,
- Rudnitzki, I.D., Romero, G.R., Hidalgo, R., Nogueira, A.C.R., 2016. High frequency peritidal cycles of the upper Araras group: implications for disappearance of the neoproterozoic carbonate platform in southern Amazon Craton. *J. S. Am. Earth Sci.* 65, 67–78
- Santos, H.P., Mangano, ´ G., Soares, J.L., Nogueira, A.C.R., Bandeira, J., Rudnitzki, I.D., 2017. Ichnologic evidence of A cambrian age in the southern Amazon Craton: implications for the onset of the western gondwana history. *J. S. Am. Earth Sci.* 76,482–488.
- Santos, R.F., Nogueira, A.C.R., Romero, G.R., Soares, J.L., Bandeira, J., 2021. Life in the aftermath of marinoan glaciation: the giant stromatolite evolution in the Puga cap carbonate, southern Amazon Craton, Brazil. *Precambrian Res.* 354, 106059.
- Shapiro, R.S., 2000. A comment on the systematic confusion of thrombolites. *Palaios* 15, 166–169.
- Soares, J.L., Nogueira, A.C.R., Santos, R.F., Sansjofre, P., Ader, M., Truckenbrodt, W., 2020. Microfacies, diagenesis and hydrocarbon potential of the neoproterozoic cap carbonate of the southern Amazon Craton. *Sediment. Geol.* 406, 105720