



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E
GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 576

**PALEOAMBIENTE E EVOLUÇÃO DOS
ESTROMATÓLITOS GIGANTES DA CAPA
CARBONÁTICA MARINOANA DO
CRÁTON AMAZÔNICO, TANGARÁ DA SERRA-MT**

Dissertação apresentada por:

RENAN FERNANDES DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira (UFPA)

**BELÉM - PARÁ
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237p Santos, Renan Fernandes dos

Paleoambiente e evolução dos estromatólitos gigantes da capa carbonática marinoana do Cráton Amazônico, Tangará da Serra- MT / Renan Fernandes dos Santos. — 2020.

xiv, 34 f.: il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

1. Geologia estratigráfica. 2. Estromatólito Gigante. 3. Capa Carbonática. 4. Marinoana (635Ma). 5. Ediacarano. I. Título.

CDD 560.17



Universidade Federal do Pará

Instituto de Geociências

Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**PALEOAMBIENTE E EVOLUÇÃO DOS
ESTROMATÓLITOS GIGANTES DA CAPA
CARBONÁTICA MARINOANA DO
CRÁTON AMAZÔNICO, TANGARÁ DA SERRA-MT**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:

RENAN FERNANDES DOS SANTOS

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Geologia, Linha de Pesquisa de Análise de Bacias Sedimentares.

Data da aprovação: 10/03/2020

Banca Examinadora:

**Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira
(Orientador – UFPA)**

**Prof. Dr. Werner Truckenbrodt
(Membro - UFPA)**

**Prof. Dr. Lucas Warren
(Membro - UNESP)**

Dedico este trabalho, aos meus pais, Arlindo Fernandes e Renata Nunes, e a minha avó, Maria Conceição (Rainha) e ao meu avô, Pedro Waldivino.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), do Instituto de Geociências pela infraestrutura e apoio financeiro. A coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES, código de financiamento 001) pela concessão da bolsa de mestrado.

A Mina Calcário Tangará, na pessoa do Sávio Cardoso, por todo o apoio logístico, fundamentais para a campanha de campo e por ceder os testemunhos de sondagens JOR e JBN.

Ao meu querido orientador, Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira, pela oportunidade, confiança, paciência e por todo incentivo, discussões e questionamento que foram fundamentais para elaboração dessa pesquisa, agradeço por sua amizade, por me receber tão bem em Belém-PA. Muito obrigado por tudo.

Ao laboratório de Microanálises do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, nas pessoas do Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão, Msc. Gisele Tavares Marques, e a Ana Paula Corrêa pela disposição, gentileza e auxílio na obtenção das imagens no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Ao laboratório de catodoluminescência do PPGG-UFPA, na pessoa do Dr. Hudson Santos pela disponibilidade e auxílio na interpretação das imagens de catodoluminescência. Agradeço muito a Joelma Lobato e Bruno Veras, do laboratório de laminação do Instituto de Geociências, pela confecção das lâminas delgadas e polidas e por serem sempre tão maravilhosos.

Ao Dr. Guilherme Raffaeli Romero, pela amizade, discussões científicas e por todas as revisões, questionamento e apontamentos que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigado por tudo.

Aos professores Dr. Joelson Soares e Dr. José Bandeira, muito obrigado pela amizade, por todo o conhecimento transmitido, por serem sempre solícitos quando os procurava, por todas as sugestões, críticas, apontamentos, que foram fundamentais para o aperfeiçoamento desta dissertação.

A Fabiele Spode, pela revisão do inglês, gratidão pelas dicas e sugestões.

Ao Msc. Edvaldo de Oliveira, pelo auxílio na segunda etapa de campo, por realizar o sobrevoo de drone e disponibilizar as imagens, muito obrigado.

A Amanda Suany, pela amizade, companheirismo e por todas os infinitos auxílios com *Softwares* e formatação.

A todos os colegas do Grupo de Análise de Bacias Sedimentares da Amazônia, principalmente aos: Dr. Luiz Andrade, Dr. Hudson Santos, Dr. Pedro Augusto, Dr. Ana Andressa, Msc. Alexandre Ribeiro, aos Mestrandos e Doutorandos Lucas Cunha, Raphael Araújo, Renato Sol, Davi de Carvalho, Argel Sodré, Isabelle Barros, Walmir Lima, Ivan Romero, Adriana Medina e Sebastian Neita, Gilberto Carneiro, pela amizade, sugestões e troca de conhecimentos durante esse mestrado.

Às secretárias Cleida Feitas e Joanicy Lopes, pela gentileza, atenção e simpatia.

Ao meu querido amigo, Bruno Scudeiro, pela amizade, por todas as conversas e conselhos desde 2013.

A minha irmã, que a vida me presenteou, Bettina Bozi, gratidão por todo o companheirismo e por ser luz na minha vida.

Aos meus queridos amigos que fizeram essa vivência em Belém do Pará, mais leve e maravilhosa, Sergio Patrick, Bettina Bozi, Claudia Arraes, Nayan César, João Paulo, Isabelle Barros e Luiz Felipe (Galera do Braquiópodes), a Renata Veras, Amanda Suany, Bruna Nogueira, Vanisse Rodrigues, Fabio Pereira, Mozaniel Clementino, (Galera da geocrono), Sebastian Neita, Adriana Medina, David Porras, Ivan Romero (Os colômbias), Hugo Paiva, Allan Lima, Thiago Souza, Bianca Jefres, Allan Albuquerque, por todos os bons momentos de descontração, conversas, cafés intermináveis e bons drinks.

Aos meus pais, Renata Nunes e Arlindo Fernandes, por seus esforços na minha criação e educação, por todo apoio e amor em mim depositado. Muito obrigado por tudo.

Enfim, a todos as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste estudo.

RESUMO

Estromatólitos dômicos gigantes, associados a estruturas tubulares, são registrados pela primeira vez na sequência de capa carbonática Puga, no sudeste do Cráton Amazônico, região de Tangará da Serra, Brasil. Os *mounds* gigantes bem preservados com cúpulas dômicas individualizadas, com expressivo relevo sinóptico, métrico a decamétrico atingem cerca de 12 m de diâmetro e até 10 m de altura, formando um biostroma lateralmente contínuo por aproximadamente 200 m. Este trabalho teve como objetivo descrever e atestar sua biogenicidade a ocorrência de estromatólitos gigantes na sequência de capa Carbonática Puga, levando em consideração seus aspectos macro, meso e microscópicos e determinar a relação estratigráfica das fácies: biogênicas, formada por processos de organomineralização, sejam eles bioinduzidos ou bioinfluenciados com as demais fácies inorgânicas, originadas por precipitação e/ou processos sedimentares (mecânicos) e por fim propor um modelo evolutivo para os *giant stromatolites* com as demais fácies, fornecendo novas inferências para a hidrodinâmica do mar epicontinental, do SE do cráton amazônico. O começo do Ediacarano é marcado por mares epicontinentais, rasos e estratificados, formados por águas hipersalinas e densas, contrastando com as águas de degelo, leves e ricas em nutrientes. A origem dos estromatólitos gigantes é produto de uma soma de fatores paleoambientais anômalos, ocorridos após a glaciação Marinoana (635Ma). O substrato de diamicton foi colonizado por comunidades microbianas extremófilas, halófilas, em águas hipersalinas com pouca ou nenhuma influência direta de processos hidrodinâmicos, formando estromatólitos estratiformes com cimento de pseudomorfo de gipsita. Com o avanço das condições de *greenhouse*, ocorre uma contínua geração do espaço de acomodação, ocasionada pela elevação do nível do mar, influenciada pela transgressão sin-deglacial e pelo ajuste glacioisotático (GIA) que ocasionou soerguimento da zona costeira e a mistura das águas. A mistura das águas foi essencial para os desenvolvimentos das esteiras microbianas, pois a água de degelo, rica em nutrientes, produto do intenso intemperismo pós-glacial condicionando um aumento da alcalinidade e de elementos essenciais para a proliferação de comunidades microbianas. As comunidades microbianas desenvolveram-se inicialmente em equilíbrio com a constante migração da zona fótica, ocasionada pelo gradual aumento do nível do mar. Com o fim da influência do GIA o espaço de acomodação passa a ser controlado apenas pela transgressão pós-glacial, acarretando uma maior influência nos processos hidrodinâmicos, registrado no expressivo relevo sinóptico. A soma destas condições teria propiciado o desenvolvimento de comunidades microbianas que viriam a se tornar *mounds* estromatólíticos gigantes, com relevo sinóptico métrico a decamétrico. O constante

aumento de energia, acarretaria o retrabalhamentos das esteiras microbianas, gerando macropeloides. O registro demonstra uma alternância de lâminas de macropeloides e estromatolíticas, o que sugere que em momentos de estabilização, havia uma tentativa de colonização das comunidades microbianas. O declínio dos estromatólitos gigantes, no sudeste do Cráton Amazônico, estaria relacionado ao auge das condições de *greenhouse*, com um aumento da influência da transgressão pós-glacial que condicionaria uma entrada maciça de siliciclásticos, promovendo o soterramento das comunidades microbianas e o súbito aumento do nível do mar. Assim, os estratos estromatolíticos foram sucedidos por uma fábrica calcária, induzidas principalmente por processos inorgânicos, em um mar saturado em CaCO_3 .

Palavras-chave: Estromatólito Gigante. Ediacarano. Terra de Bola de Neve. Glaciação Marinoana. Capa Carbonática Puga.

ABSTRACT

Giant domical stromatolites, associated with tubestone structures, are recorded here for the first time the sequence of the Puga cap carbonate the southeast of the Amazonian Craton region of Tangará da Serra, Brazil. The well-preserved giant mounds reach 12 m in diameter and up to 10 m in height, forming a 200 m laterally continuous biostrom, with individualized domes, which display an expressive synoptic, metric to decametric relief. This work aimed to describe and interpret the first occurrence of giant stromatolites and attest to their biogenicity, considering their macro, meso and microscopic aspects. It also determined the stratigraphic biogenic facies relationship, formed by organomineralization processes, whether bioinduced or bioinfluenced together with the other inorganic facies, originated by precipitation and/or sedimentary (mechanical) processes of the Puga carbonate sequence and finally, proposed an evolutionary model for giant stromatolites with the other facies, providing new inferences for the hydrodynamics of the epicontinental sea, of the SE of the Amazonian craton, with paleoenvironmental and bioevolutionary implications for the beginning of Ediacaran. The beginning of Ediacaran marked by epicontinental, shallow and stratified seas, formed by dense and hypersaline waters, contrasting with the melting waters, light and rich in nutrients. The origin of the giant stromatolites is the product of a sum of anomalous paleoenvironmental and biotic factors, which occurred after the Marinoana glaciation (635Ma). The diamicton substrate was colonized by extremophiles, halophilic microbial communities in hypersaline waters with little or no direct influence of hydrodynamic processes, forming stratiform stromatolites with gypsum pseudomorph cement. With the advancement of greenhouse conditions, there was a continuous generation of accommodation space, caused by rising sea levels, influenced by syn-deglacial transgression and by the glacio-isostatic adjustment (GIA) that caused the uplift of the coastal zone and the mixing of the waters. The mixture of the waters that occurred at the end of the glaciation was essential for the development of microbial mats, since the cool water was, rich in nutrients. The microbial communities developed initially in balance with the constant migration of the photic zone, caused by the gradual rise in sea level, with the end of the GIA's influence. The accommodation space is controlled only by post-glacial transgression, resulting in a more significant impact on hydrodynamic processes, registered in the expressive synoptic relief. The sum of these conditions would have propitiated the development of microbial communities that would become giant stromatolitic mounds, with metric to decametric synoptic relief. The constant increase in energy would result in the reworking of microbial mats, generating macropeloids, agglomerates of micropeloids. The record demon-

strates an alternation of macropeloids and micropeloids blades, which suggests that in times of stabilization, there was an attempt to colonize microbial communities, that were reworked continuously by the wave. The decline of giant stromatolites, in the southern of the Amazonian craton, would be related to the height of greenhouse conditions, with an sudden increase in the influence of post-glacial transgression, which would condition a massive siliciclastic entry, promoting the burial of microbial communities. Thus, the stromatolitic strata were succeeded by a limestone factory, induced mainly by inorganic processes, in a sea saturated with CaCO_3 . Giant stromatolites are considered here as an essential record for understanding post-glacial conditions, from the beginning of Ediacaran.

Keywords: Giant Stromatolite. Ediacaran. Snowball Earth. Marinoan. Puga Cap Carbonate.