



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 571

**DEPÓSITOS COSTEIROS E MICROBIALITOS DA
FORMAÇÃO ITAITUBA, O PENNSILVANIANO DA BORDA
SUL DA BACIA DO AMAZONAS, REGIÃO DE PLACAS,
PARÁ**

Dissertação apresentada por:

FERNANDO ANDRADE DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. José Bandeira Cavalcante da Silva Junior (UFPA)

Coorientador: Dr. Guilherme Rafaelli Romero

**BELÉM
2019**

**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)**

- O48d Oliveira, Fernando Andrade de
Depósitos costeiros e microbialitos da Formação Itaituba, o Pensilvaniano da borda sul da Bacia do Amazonas, região de Placas, Pará / Fernando Andrade de Oliveira. — 2020.
xiv, 56 f. : il.
- Orientador(a): Prof. Dr. José Bandeira Cavalcante da Silva Júnior
Coorientador(a): Prof. Dr. Guilherme Rafaelli Romero
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.
1. Pensilvaniano. 2. Bacia do Amazonas. 3. Formação Itaituba. 4. carbonática. 5. estromatólitos. I. Título.

CDD 558.115



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**DEPÓSITOS COSTEIROS E MICROBIALITOS DA
FORMAÇÃO ITAITUBA, O PENNSILVANIANO DA BORDA
SUL DA BACIA DO AMAZONAS, REGIÃO DE PLACAS,
PARÁ**


DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR


FERNANDO ANDRADE DE OLIVEIRA

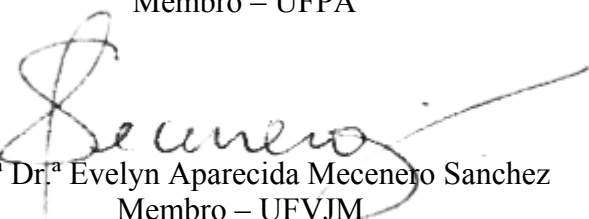
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA E GEOQUÍMICA, linha de pesquisa ANÁLISE DE BACIAS
SEDIMENTARES**

Data de Aprovação: 29 / 12 / 2019

Banca Examinadora:


Prof. Dr. José Bandeira Cavalcante da Silva Junior
Orientador – UFPA


Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira
Membro – UFPA


Prof.^a Dr.^a Evelyn Aparecida Meceneiro Sanchez
Membro – UFVJM

À minha família.

AGRADECIMENTOS

-À Deus, minha base.

-À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

-O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES)- código de financiamento 001.

-Ao meu orientador, Prof. Dr. José Bandeira, e co-orientador, Dr. Guilherme Rafaelli, pela paciência e ensinamentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho e o Dr. Pedro Augusto, pela ajuda na viagem de campo e contribuições ao trabalho.

-Ao Grupo de Análise de Bacias sedimentares da Amazônia, por ter me fornecido os meios necessários para o desenvolvimento do trabalho, em todas as etapas, e pelas importantes contribuições ao longo de nossas apresentações prévias e em outras oportunidades, feitas pelo Prof. Dr. Afonso Nogueira, Prof. Dr. Joelson Soares e demais integrantes do grupo.

-Aos técnicos do laboratório de laminação da FAGEO, Joelma e Bruno, sempre muito prestativos nas minhas solicitações.

-À todos os meus amigos da graduação, em especial Jhon, Maciel, Dimitri e Strauss (The real Top Team), pelos momentos de descontração, motivação e de uma cada na Rosa, vividos ao longo desse tempo.

-Aos meus amigos do mestrado, Arthur e ao Eduardo, amigos da geologia para a vida.

Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas.

Carl Sagan

RESUMO

A Formação Itaituba, na Bacia do Amazonas, representa uma sucessão carbonática de idade bhaskiriana-moscoviana, composta essencialmente por calcários fossilíferos, dolomitos finos, arenitos finos a grossos, folhelhos cinzas e evaporitos. O trabalho teve como objetivo realizar a reconstituição paleoambiental dos corpos aflorantes da Formação Itaituba, na borda sul da bacia do Amazonas, região de Placas, Estado do Pará. Para isso foi realizado estudo em afloramento de corte de estrada, em uma sucessão de 14 m, utilizando análise de fácies e microfácies, além da descrição em escala macroscópica, mesoscópica e microscópica dos microbialitos, que permitiu individualizar 9 fácies e microfácies: a) folhelho laminado (Fl); b) arenito laminado (Al); c) siltito laminado (Sl); d) *mudstone* maciço (Mm); e) *mudstone* com gretas de contração (Mg); f) *wackestone* bioclástico (Wb); g) *packstone* bioclástico (Pb), h) *floatstones* oncolíticos (Fo) e i) *boundstones*. Estas fácies são agrupadas em duas associações de fácies: a) AF1, depósitos de laguna/planície de maré, composta pelas fácies Fl, Al, Sl, Mm, Mg, Wb, disposta em camadas planas e lateralmente contínuas com predomínio da fácies Fl, intercalados por camadas centimétricas das fácies Wb e Pb, organizada em ciclo de de raseamento ascendente e ; b) (AF2), baixio/ilha barreira, constituída pelas fácies Pb, além das fácies microbialíticas Fo e Bd, com Pb disposta em corpos planares e lateralmente contínuos e Fo e Bd, em biohermas na forma de lentes. A fácies Fo, constitui os microbialitos oncolíticos e microestromatólitos a eles associados, descritos como morfotipos M1 e M2a, e a fácies Bd, inclui as formas estromatolíticas colunares, descritas como morfotipos M2b e M2c. O modelo deposicional da Formação Itaituba na região de Placas-PA, consiste de um sistema costeiro com laguna, baixios/ilha barreira e planície de maré. Os microbialitos desenvolveram-se durante a transição do Bashkiriano-Moscoviano, representando uma passagem para condições ambientais mais restritivas em relação a fauna e flora, e mais propícias a proliferação das cianobactérias, com provável elevação da alcalinidade na água. Estas evidências de cianobactérias são pela primeira vez registradas em rochas do Carbonífero da Bacia do Amazonas ampliando o conhecimento da composição da fábrica carbonática durante a implantação do mar epicontinental Itaituba no Gondwana Oeste.

Palavras-chave: Pensilvaniano. Microfácies. Carbonática. Estromatólitos. Bacia do Amazonas. Formação Itaituba.

ABSTRACT

The Itaituba Formation in the Amazon Basin represents a Bashkirian-Moscovian carbonate succession, composed of fossiliferous limestone, fine dolomite, fine to coarse-grained sandstone, gray shales and evaporites. Outcrop-based facies and stratigraphic analysis combined with microfacies study allowed the paleoenvironmental reconstitution of the Itaituba Formation, on the southern border of the Amazon Basin, Southwestern of Pará State. The 14m-thick carbonate succession with occurrence of microbialites, consists of 9 facies and microfacies, such as: a) laminated shale (F1); b) laminated sandstone (Al); c) laminated siltstone (Sl); d) massive sandstone (Mm); e) mudstone with desiccation cracks (Mg); f) wackestone bioclastic (Wb); g) packstone bioclastic (Pb), h) oncolitic floatstone (Fo) and i) boundstone. These facies are grouped into two facies association (AF): AF1, lagoon / tidal flat deposits, consisting of facies Fl, Al, Sl, Mm, Mg, Wb, related to the flat and laterally continuous buildings with predominance of facies F1, interlayered by centimeter layers of facies Wb and Pb, organized in a fining upward cycle and; and AF2, shoal / barrier island, constituted by Pb facies and Fo and Bd facies, with Pb displayed in continuous flat and lateral bodies and Fo and Bd in lens-shaped bioherms. Fo facies are the oncolytic microbialites and associated with microstromatolites, described as M1 and M2a morphotypes, and Bd facies, include columnar stromatolitic forms, described as M2b and M2c morphotypes. The depositional model of the Itaituba Formation in the Placas-PA region consists of a coastal system with lagoon, shoals / barrier island and tidal flat. Microbialites developed in the coastal region in the Amazon Basin during the Bashkirian-Moscovian transition, representing a transition to more restrictive environmental conditions in relation to fauna and flora, and more conducive to the proliferation of cyanobacteria, with probably increased alkalinity in water. These cyanobacteria evidences are record, for the first time, in Carboniferous rocks of the Amazon Basin improved the knowledge related to the carbonate fabric dispersion during the implantation of the Itaituba epicontinental sea in the Western Gondwana.

Keywords: Pensilvannian. Microfacies. Carbonatic. Stromatolites. Amazonas Basin. Itaituba Formation.

- Grahn Y. 2005. Silurian and Lower Devonian chitinozoan taxonomy and biostratigraphy of the Trombetas Group, Amazonas Basin, northern Brazil. *Bulletin of Geosciences*, Prague, **80** (4): 245-276.
- Grey K. 1989. Handbook for the study of stromatolites and associated structures. *Stromatolite Newsletter*, Camberra, **14**(1): 82-171.
- Gierlowski-Kordesch E. 2010. Lacustrine Carbonates. *Developments in Sedimentology*, Amsterdam, **61**(1):1-101
- Grotzinger J. P. & Knoll A. H. 1999. Stromatolites in Precambrian carbonates: Evolutionary mileposts or environmental dipsticks?. *Annual review of Earth and planetary sciences*, Palo Alto, **27**(1): 313-358.
- Harrison J., Turner R., Marques L., Ceri H. 2005. Biofilms: A new understanding of these microbial communities is driving a revolution that may transform the science of microbiology. *American Scientist*, Morrisville, **93**:508–515.
- Hoffman H.J. 1969. Attributes of stromatolites. *Geological survey Canadian Paper*, Ottawa, **69**(1): 39-58.
- Hoffman P. 1974. Shallow and deepwater stromatolites in lower proterozoic platform-to-basin facies change, Great Slave Lake, Canada. *AAPG Bulletin*, Tulsa, **58**(1): 856-867.
- Knoll A. H., Worndle S., Kah L. C. 2013. Covariance of microfossil assemblages and microbialite textures across an upper mesoproterozoic carbonate platform. *Palaios*, Broken Arrow, **28**(7): 453–470.
- Krumbein W.E., 1979, Photolithotropic and chemoorganotrophic activity of bacteria and algae as related to beachrock formation and degradation (Gulf of Aqaba, Sinai). *Geomicrobiology Journal*, New York, **1**(1):139-203.
- Lemos V. B. 1990. *Assembléias de conodontes do carbonífero da Bacia do Amazonas*. PhD Tesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 259p.
- Lima H. 2010. *A sucessão siliciclástica – carbonática Neocarbonífera da Bacia do Amazonas, regiões de Monte Alegre e Itaituba (PA)*. MS Dissertation. Universidade Federal do Pará, Belém, 121p.
- Logan B.W., Rezak R., Ginsburb R.N. 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journal of Geology*, Chicago, **72**(1): 68 - 83.
- Maranhão M. S. A. 1995. *Fósseis das formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo: subsídios ao conhecimento paleontológico e bioestratigráfico*. PhD thesis. Universidade de São Paulo, São Paulo, 378p.

- Matsuda N. 2002. *Carbonate sedimentation cycle and origin of dolomite on the Lower Pennsylvanian intracratonic Amazon Basin, Northern Brazil*. PhD Tesis. Department of Earth and planetary science, Tokio, 231 p.
- Matsuda N., Dino R., Wanderley Filho J. 2004. Revisão litoestratigráfica do Grupo Tapajós, Carbonífero Médio – Permiano da Bacia do Amazonas. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, *Boletim de Geociências*, **12**(2): 435 -441.
- Melo J. H. G., Loboziak S. 2003. Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology: an international journal*, Amsterdam, **124** (3-4): 131-202.
- Moutinho L. P. 2006. *Assinaturas tafonômicas dos invertebrados da Formação Itaituba – Aplicação como ferramenta de análise estratigráfica e paleoecológica na seção Pensilvaniana aflorante na porção sul da Bacia do Amazonas, Brasil*. PhD Thesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 346 p.
- Neves K. M. M. 2018. *Microfácies carbonáticas da formação Itaituba (Carbonífero da Bacia do Amazonas), na região do Município de Itaituba (PA)*. MS Dissertation. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 144 p.
- Nichols G. 2009. *Sedimentology and stratigraphy*. New York, Willey-Blackwell, 432 p.
- Ng C. 2010. *Estromatólitos do Grupo Passa Dois, permiano da Bacia do Paraná, norte do Estado do Paraná e sul do Estado de São Paulo*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 124 p.
- Playford G. & Dino R. 2000. Palynostratigraphy of Upper Paleozoic Strata (Tapajos Group), Amazonas Basin, Brazil: Part One. *Paleontographica*, Stuttgart, **255**(1): 1-46.
- Rezende W. M. 1972. Post Paleozoic geotectonics of South America, related to plate tectonics and continental drift. *In: SBG, 26º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro. Anais...*p. 14.
- Reading H. G. 1996. *Processes, facies and stratigraphy*. Oxford, Blackwell Science, 688 p.
- Riding R. 1991. *Calcareous algae and stromatolites*. Berlin, Springer, 571 p.
- Riding R. 1999. The term stromatolite: towards an essential definition. *Lethaia*, London, **32**(1): 321-330.
- Riding R., Awramik S. M. 2000. *Microbial sediments*. Berlin, Springer, 331 p.
- Riding R. 2011. Microbialites, stromatolites, and thrombolites. *In: Reitner J., Thiel V. (eds.). Encyclopedia of Geobiology*. Dordrecht, Springer, p. 635–654.

- Rohn R. & Fairchild T. R. 1986. Estromatólitos permianos em calcário coquinoide do Grupo Passa Dois, nordeste do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **58**(1):435-446.
- Rohn R., Assine M.L., Meglhioratti T. 2005. A new insight on the Late Permian environmental changes in the Paraná Basin, South Brazil. *In: Gondwana 12, Mendoza. Abstracts...* p. 316.
- Rowley D., Raymond A., Parrish J., Lottes A. 1985. Carboniferous palaeogeographic and phytogeographic and palaeoclimatic reconstructions. *International Journal of Coal Geology*, Amsterdam, **5**(1): 7 – 42.
- Sallun Filho W. 1999. *Análise dos estromatólitos do Grupo Itaiacoca (Proterozóico), ao Sul de Itapeva, SP*. MS Dissertation. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 176p.
- Scholle P. A. & Ulmer-Scholle D. 2005. A colour guide to the petrography of carbonate rocks: grains, textures, porosity, diagenesis. Tulsa, AAPG memoir, 486p.
- Silva P. A. S. 2014. *Paleoambiente e diagênese da Formação Itaituba, carbonífero da Bacia do Amazonas, com base em testemunho de sondagem, região de Uruará, Pará*. MS Dissertation. Universidade Federal do Pará, Belém, 77p.
- Scotese C.R. 2014. Atlas of Permo-Carboniferous Paleogeographic Maps (Mollweide Projection), Maps 53 – 64, Volume 4, The Late Paleozoic, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project, Evanston, IL. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266798046_Atlas_of_PermoCarboniferous_Paleogeographic_Maps_Mollweide_Projection_Maps_53__64_Volumes_4_The_Late_Paleozoic_PALEOMAP_Atlas_for_ArcGIS_PALEOMAP_Project_Evanston_IL. Acesso em: 07/08/2017.
- Stolz J.F. 2000. Structure of microbial mats and biofilms. *In: Riding R.E., Awramik, S.M. Microbial sediments*. Heidelberg, Springer-Verlag, p. 1-8.
- Tucker, M. 1992. *Sedimentary petrology: an introduction*. London, Blackwell Scienti Publications, 252 p.
- Vasquez M.L. & Rosa-Costa L.T. 2008. *Geologia e recursos minerais do estado do Pará: Sistemas de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas geológico e tectônico e de recursos minerais do estado do Pará. Escala 1:1.000.000. Belém, CPRM, 328p. (Programa Geologia do Brasil-PGB, Integração, Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil)*.
- Walker R. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. *In: Walker R., James N. (eds.). Facies models – response to sea level change*. Ontario, Geological Association of Canadá, p 265-275.
- Walter M.R. 1972. Stromatolites and the biostratigraphy of the Australian Precambrian and Cambrian. *Special Papers in Palaeontology*, London, **11**(1): 1-190.

Wanderley Filho J. 1991. *Evolução estrutural da Bacia do Amazonas e sua correlação com o embasamento*. MS Dissertation. Universidade Federal do Pará, Belém, 125p.

Whalen M. T., Day J., Eberli G. P., Homewood P.W. 2002. Microbial carbonates as indicators of environmental change and biotic crisis in carbonate systems : examples from devonian , Alberta basin, Canada. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, Amsterdam, **181**(1): 127-151.

Wood R. 1993. Nutrients, predation and the history of reef-building. *Palaios*, Cambridge, **8**(6): 526-543.