



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

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 623**

**DIAGÊNESE DA FORMAÇÃO GUIA, EDIACARANO DA  
BACIA ARARAS-ALTO PARAGUAI, SUL DO CRÁTON  
AMAZÔNICO**

**Dissertação apresentada por:**

**CÁIO SILVA DOS SANTOS**

**Orientador: Prof. Dr. Afonso César R. Nogueira (UFPA)**

---

**Belém - Pará  
2022**

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)

---

- S237d Santos, Caio Silva dos.  
Diagênese da Formação Guia, Ediacarano da Bacia Araras-  
Alto Paraguai, sul do Cráton Amazônico / Caio Silva dos  
Santos. — 2022.  
xvii, 58 f. : il. color.
- Orientador: Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em  
Geologia e Geoquímica, Belém, 2022.
1. Rochas sedimentares. 2. Carbonatos. 3.  
Hidrocarbonetos. 4. Bacia intracratônica. 5. Mares  
epicontinentais. I. Título.

---

CDD 552.5



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

## **DIAGÊNESE DA FORMAÇÃO GUIA, EDIACARANO DA BACIA ARARAS-ALTO PARAGUAI, SUL DO CRÁTON AMAZÔNICO**

**Dissertação apresentada por**

**CÁIO SILVA DOS SANTOS**

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOLOGIA e Linha de Pesquisa em Análise de Bacias.**

**Data da Aprovação: 31 / 10 / 2022**

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. Afonso César Nogueira**  
(Orientador - UFPA)

**Prof. Dr.ª Lucieth Cruz Vieira**  
(Membro - UnB)

**Prof. Dr. Joelson Lima Soares**  
(Membro - UFPA)

Dedico este trabalho a todos os geólogos  
que buscam o título de mestre.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família. Especialmente, aos meus pais, Armando e Palmira, pela educação, pelo amor, pelo apoio, pelo incentivo durante minha caminhada e por acreditarem em mim.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e o Programa de Excelência Acadêmica – PROEX.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), pelo conhecimento fornecido, pelo corpo docente e pela infraestrutura. Agradeço à coordenação e à secretaria, em especial à Cleida Freitas e à Joalice Lopes, por todo auxílio prestado durante o mestrado.

Agradeço o Prof. Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira por sua orientação.

Agradeço ao Laboratório de Petrografia do Grupo de Análises de Bacias Sedimentares da Amazônia – GSED, ao Laboratório de Petrografia Pós-Graduação – LAPETRO e ao laboratório de catodoluminescência do PPGG-UFPA.

Pelo suporte na preparação de amostras para análises, agradeço ao Laboratório de Sedimentologia e Minerais Pesados, na pessoa do Prof. Afonso Cesar R. Nogueira e do técnico Everaldo Lira da Cunha.

Ao laboratório de Laboratório de Caracterização Mineral (LMC), Setor Raios-X e Setor de Análises, especialmente, à Profa. Dra. Simone Patrícia Aranha da Paz e ao técnico Aldemir de Melo Sotero. Agradeço, ainda, ao Laboratório de Difração de Raios – X “Walter Klaus Schuckman”, e ao Prof. Dr. Rômulo Angélica.

Agradeço também ao laboratório de Microanálises, nas pessoas do Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão e da Msc. Gisele Tavares Marques, pelo suporte na obtenção das imagens no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Ao projeto de Extensão, Educafóssil, no qual tive a honra de participar. À Profa. Dra. Anna Nogueira e Laura Garzón.

Aos amigos que fiz no Instituto de Geologia: Renan Fernandes, Pedro Augusto, Ailton Brito e Willamy Felix. Obrigado pelo acolhimento e pela amizade.

Aos amigos paraenses, que fiz fora da universidade e que contribuíram para que meu período em Belém fosse divertido e amigável, além de ouvir meus desabafos: Antônio Breno e Aliel Maia.

Aos meus amigos geólogos: Luana Souza, Thiago Winícios, Lauany Lobato, Hellon Matos, Lorena Mesan e Magda. Aos amigos que, mesmo distante, me apoiaram e foram fonte de incentivo: Yago Cavalcanti, Douglas Regis, Mayara Wagner, Daniel Moreira, Luís Carlos e Anderson Galindo. Obrigado pelo apoio, carinho e amizade sempre presente!

A todos que contribuíram de maneira direta e/ou indireta para a elaboração e conclusão deste trabalho.

**“A vida é um processo constante de morte”  
Arthur Schopenhauer**

## RESUMO

Rochas carbonáticas pertencentes à Formação Guia, unidade calcária do Grupo Araras, são expostas na Bacia Araras-Alto Paraguai, região central da América do Sul. Correspondem a depósitos de plataforma carbonática de idade ediacarana (622-614 Ma) desenvolvida em um mar epicontinental. Estes depósitos recobrem discordantemente dolomitos de capa carbonática na porção SW do Cráton Amazônico e diamictitos da Formação Puga relacionados à glaciação do Marinoano de 635 Ma, que estão distribuídos sobre o substrato metamórfico da bacia. A Formação Guia, objeto de estudo desta dissertação é composta por calcários intercalados com finas camadas de folhelhos calcíticos. Os dados foram obtidos da análise de um perfil estratigráfico de 350m, realizado em uma das melhores exposições da Formação Guia, a frente de lavra da Mina COPACEL, na cidade de Nobres, estado do Mato Grosso. Foram identificadas 6 microfácies representativas de mar epicontinental, agrupadas em uma única associação de fácies, plataforma profunda, constituída por: *Lime-mudstone* betuminoso, maciço e rico em grãos terrígenos, folhelhos negros, brechas carbonáticas e brechas deformadas. Estas rochas foram intensamente afetadas por processos diagenéticos como: *aggrading neomorphism*, maturação da matéria orgânica, compactação física, cimentação de calcita espática, dolomitização, compactação química e migração de hidrocarbonetos. O neomorfismo do tipo agradacional (*aggrading neomorphism*) afeta a matriz destas rochas, passando de micrita (<4 µm) para microespática e pseudoespática, exibindo um mosaico hipidiotópico. O micrito rico em matéria orgânica é parcialmente dissolvido por fluidos gerados pela maturação desta, gerando poros vulgares posteriormente cimentados por calcita espática. Este cimento é caracterizado por cristais subbedrais grossos e clivagem romboédrica em duas direções. Sob catodoluminescência, apresenta duas luminescências: laranja avermelhado, quando substitui a matriz, e rosa zonado, quando preenche poros vulgares. Os estilólitos formam superfícies serrilhadas de baixa amplitude impregnadas por material insolúvel, composto por argilas, quartzo e matéria orgânica. A dolomitização, afeta as rochas em três momentos: o primeiro ocorre com a substituição do cimento de calcita espática nas fraturas por dolomitas subbedrais com mosaico hipidiotópico, além de inclusões de minerais opacos, o segundo momento é a substituição da matriz por dolomitas anédricas, e o terceiro momento é a formação de cristais de *saddle dolomite* que ocorrem associados com hidrocarbonetos preenchendo porosidade vulgar. A análise pontual com MEV/EDS identificou grandes quantidade de Ca e baixas de Mg, Si, S, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Sr, Cd, Ba e Pb, reforçando que, apesar de terem feições de alteração, os carbonatos foram pouco afetados por fluidos diagenéticos/dolomitizadores. Estas

rochas compõem o Sistema Petrolífero Araras, apresentando valores de COT entre 0,04 e 0,50%, portanto com potencial gerador baixo a médio, o que o classifica como do tipo não-convencional. A associação dos dados petrográficos e geoquímicos sugerem que a migração do betume ocorreu em 610 Ma, durante soerguimento térmico da Bacia Intracratônica Araras, antes da deposição do Grupo Alto Paraguai, o que levou exposição do Grupo Araras e oxidação do hidrocarboneto, permitindo a identificação de querogênio tipo IV. De acordo com dados de pirólise *Rock Eval*, Índice de Hidrogênio e Índice de Oxigênio, estas rochas não possuem potencial para a geração de óleo ou gás, e são constituídos por matéria orgânica oxidada, com evolução térmica imatura.

**Palavras-chave:** rochas sedimentares, microfácies carbonáticas; hidrocarbonetos; bacia intracratônica; mares epicontinentais.

## ABSTRACT

The Guia Formation is a limestone unit of the Araras Group, exposed in central region of South America. They correspond to Ediacaran (622-614Ma) carbonate platform deposits, developed in an epicontinental sea. This deposits unconformably overlies diamictite of Puga Formation related to 635Ma Marinoan glaciation, also distributed over the metamorphic basement. The Guia Formation, aim of study, is composed of limestones interbedded with thin layers of black shales. The data were obtained from an analysis of a 350m stratigraphic profile in one of the best exposition of Guia Formation in a COPACEL mine open pit in Nobres town, State of Mato Grosso. The unit consist in six lithofacies, grouped in one facies association that records a deep carbonate platform: bituminous lime-mudstone, massive lime-mudstone and lime-mudstone rich in terrigenous grains, carbonate shale, carbonate breccias and deformed breccias. These rocks were intensive affected by diagenetic process such as aggrading neomorphism, organic matter maturation, physical compaction, spar calcite cement, dolomitization, chemical compaction and hydrocarbon migration. Aggrading neomorphism affect the matrix, turn it to microspar and pseudospar with hipidiotopic mosaic. The micrite rich in organic matter is partially dissolved by fluids capable of dissolving the matrix, generating the vug pores. That pores are cemented by spar calcite. This cement has coarse granulation, subhedral crystals, when it fills fractures it presents crystals with rhombohedral cleavage, with two directions. In cathodoluminescence, the cement has orange to red bright when it fills vug fracture, and it has zoned pink bright luminescence filling pore vug. The stylolites form serrated surfaces of low amplitude, insoluble material, composed by clays, quartz, and organic matter compound its. Dolomitization affects the rocks in three moments: the first one is the replacement of spar calcite filling fractures with subeuhedral dolomites in hipidiotopic mosaic and opaques minerals inclusions, the second on is the filling by the matrix replacement with anehedral dolomites; the third one is the formation of saddle dolomite associated with hydrocarbon. Spot analysis with SEM/EDS, shows a large amount of Ca, ang low range of Mg, Si, S, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Sr, Cd, Ba and Pb. Reasserting that carbonate are scant changed by diagenetic/dolomitizing fluids. These rocks are part of the Araras Petroleum System, the Total Organic Content Analysis (TOC) indicated values between 0.04 and 0.50%, classified as a low to medium potential. The association among the petrographic and geochemistry data suggest that the bitumen migration occurred at 610 Ma, during thermal uplift of the Araras Intracratonic Basin, before the deposition of the Alto Paraguai Group, which led to exposure of the Araras Group and oxidation of the hydrocarbon, allowing the identification of type IV kerogen. Rock Eval pyrolysis,

Hydrogen Index and Oxygen Index data of these rocks, do not have the potential to generate oil or gas, and are constituted by oxidized organic matter, with immature thermal evolution.

**Key words:** sedimentary rocks, carbonate microfacies; araras petroleum system; intracratonic basin; epicontinental sea.