

11º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

CARBONATOS GERADORES DO NEOPROTEROZOICO E SUA RELAÇÃO COM MARES EPCONTINENTAIS NA BACIA ARARAS, BRASIL

AUTORES:

Alexandre Castelo Branco Bezerra¹, José Bandeira¹, Afonso Nogueira², Pedro Augusto S. da Silva¹, Renan Santos¹, Abdollah Esmaily¹, Joelson Lima Soares¹, Osmar Guedes da Silva³, Carla Batista da Silva³

INSTITUIÇÃO:

¹ Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Faculdade de Geologia, Universidade Federal do Pará (jbandeira@ufpa.br), ² Research productivity scholarship of National Council of Scientific and Technological Development – CNPq, Brazil, ³Instituto de Geociências, Universidade do Pará

CARBONATOS GERADORES DO NEOPROTEROZOICO E SUA RELAÇÃO COM MARES EPICONTINENTAIS NA BACIA ARARAS, BRASIL

Resumo

Extensas plataformas carbonáticas foram estabelecidas em mares epíricos, instalados na porção oeste do Gondwana sobre os depósitos do embasamento, que por sua vez foram tectonicamente reativados durante o Criogeniano Superior (640-635 Ma). Capas carbonáticas dolomíticas de mar raso, referentes a Formação Mirassol d'Oeste (627 Ma), foram sucedidas pela Formação Guia (622 Ma), que representa depósitos micríticos transgressivos ricos em matéria orgânica. Esta sucessão calcítica de 225 m de espessura foi estudada em excelentes exposições nas regiões de Cáceres e Nobres, Estado do Mato Grosso, consistindo nas seguintes fácies/microfácies: *mudstone* calcífero (Mc), *wackestone* com terrígenos (Wt); *mudstone* com intraclastos (Mi); e brecha calcária (Bc). Esse conjunto de fácies/microfácies foram interpretados como um paleoambiente de plataforma marinha rasa abaixo do nível de ondas de tempestades, relacionados a depósitos de *offshore*, depositados sob condições redutoras evidenciadas pela presença de betume e cristais de pirita. Estilólitos e *dissolution seams* são frequentes nas microfácies Mc e Wt, assim como, a presença de matéria orgânica e pirita preenchendo poros intercristalinos. A fácies Wt apresenta conteúdo de terrígenos acima de 10%, representados por grãos de quartzo e muscovita, ambos variando de silte a areia fina. A análise dos grãos de quartzo por catodoluminescência (CL) indicam proveniência de fontes ígneas e metamórficas de alto grau relacionadas a um metamorfismo regional. A quantidade anômala de terrígenos disseminado nas fácies micríticas distais é considerada uma inversão textural e sugere influxo siliciclástico de margens próximas da bacia condizentes com mares epíricos. A análise de Conteúdo Orgânico Total (COT) indicou valores traços, na região de Cáceres os valores de COT variam de 0,06% a 0,23%, enquanto na região de Nobres apresentam valores entre 0,05 e 0,27%. Valores do COT inferiores a 1% são comumente encontrados em depósitos neoproterozoicos ao redor do mundo. Sendo assim, a Formação Guia seria considerada como rocha geradora e reservatório do Sistema Petrolífero Araras, tendo como gatilho para migração de hidrocarbonetos as reativações tectônicas extensionais que proporcionaram a instalação da Plataforma Araras durante o Ediacarano.

Palavras-Chave: Formação Guia; COT; Sistema Petrolífero Araras-AltoParaguai.

Abstract

Extensive epeiric seas installed in the western Gondwana at the Upper Neoproterozoic were influenced by the last global glacial Marinoan event (635 Ma) linked to the Snowball Earth hypothesis. The rapid change in icehouse for greenhouse conditions favored the development of wide carbonaceous platforms on the southeastern margin of the Amazonian Craton, in the context of the Intracratonic Basin, reversed at the beginning of the Paleozoic. In this region, the deposits of the Araras Group are exposed, which record the evolution of the post-glacial carbonaceous platforms. The Araras Group is composed, from the base to the top, by the Mirassol d'Oeste (cap dolomitic), Guia (cap limestone), Serra do Quilombo and Nobres formations. The Guia Formation, object of this study, has its base interpreted as limestone cap with up to 30 meters thickness in the occurrences on the Craton and platform deposits with up to 225 meters in the Intracratonic Basin. This unit consists of micritic limestones and transgressive shales rich in organic matter presenting excellent exposures in the regions of Cáceres and Nobres, State of Mato Grosso, consisting of the following facies/microfacies: limemudstone; wackestone with terrigenous; mudstone with intraclastic; and limestone breccia. This monotonous set of facies/microfacies was interpreted as a shallow marine platform paleoenvironment below the level of storm waves in the offshore zone under reducing

conditions. Stilolites and dissolution seams are common in Mc and Wt microfacies, as well as the presence of bitumen and pyrite filling inter-crystalline pores. The facies Wt presents a variation of terrigenous content of 5% to 35%, represented by grains of quartz and muscovite, both varying from silt to fine sand. The analysis of the quartz grains by cathodoluminescence indicate the origin of igneous and metamorphic sources from medium to high grade. The anomalous amount of terrigenous disseminated in the micritic facies, considered a textural inversion, suggests siliciclastic influx of margins close to the basin, consistente with a paleogeographic context of epeiric seas proposed by previous studies for the core of West Gondwana. The analysis of Total Organic Content (TOC) indicated in the outcropping succession in the region of Cáceres TOC values between 0.06% and 0.23%, while in the Nobres region, the deposits presented values between 0.05 and 0.27%, consistent with neoproterozoic accumulations around the world (generally less than 1%). Thus, the Guia Formation would be considered as source rock and reservoir of the Araras Petroleum System, having as a trigger for hydrocarbon migration the extensional tectonic reactivations that provided the installation of the Araras Platform during the Ediacaran.

Keywords: Guia Formation; TOC; Araras-AltoParaguai Petroleum System.

Introdução

A transgressão marinha resultante da glaciação global Marinoano (635 Ma), que atingiu baixas latitudes (Hoffman *et al.* 1998, Hoffman & Shrag 2002), favoreceu o desenvolvimento de uma extensa plataforma carbonática (em zona de *offshore*) moderadamente profunda e sob condições anóxicas, durante o Ediacarano Médio, (Brelaz 2012, Soares *et al.* 2013, Sansjofre *et al.* 2014, Nogueira *et al.* 2018). Estes depósitos estariam associados a uma Bacia Intracratônica, invertida no início do Paleozoico (Santos 2016, Nogueira *et al.* 2018). A sequência carbonática desta bacia é caracterizada pelo Grupo Araras, sendo a Formação Guia o representante da máxima transgressão (glacioeustática) durante o Ediacarano Médio. Os afloramentos estudados foram expostos pela frente de lavra das pedreiras Emal e Copacel, localizadas nos municípios de Cáceres e Nobres respectivamente, no Estado do Mato Grosso (Figura 1).

O estabelecimento da plataforma calcária moderadamente profunda, abaixo da base de ondas de tempestade, tornou o ambiente anóxico, pelo menos na interface água-sedimento, o que possibilitou a preservação da matéria orgânica. A presença de betume ao longo desta sucessão calcária tem associado a Formação Guia a rocha geradora do Sistema Petrolífero Araras – SPA (Nogueira *et al.* 2001). Bolsões de betume também são encontrados no topo da capa dolomítica, principalmente em porosidades fenestrais. Assim, a rocha reservatório do SPA é compreendida pelos dolomitos do topo da Formação Mirassol d'Oeste e pelos calcários da Formação Guia. Os dolomitos da Formação Serra do Quilombo constituem a rocha selante.

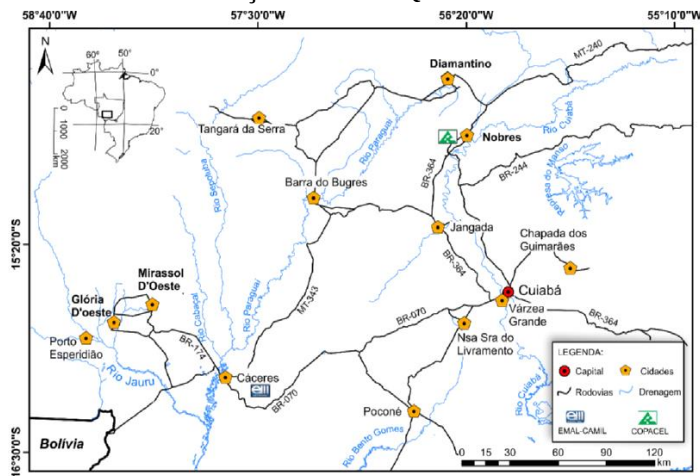


Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo situadas na porção oeste do Estado do Mato Grosso. A pedreira EMAL (Empresa de Mineração Aripuanã Ltda, Unidade Camil) está localizada na BR-070, km-708, cerca de 20 km da sede municipal. Em Nobres, a Formação Guia está exposta pela frente de lavra da pedreira COPACEL (Unidade 2 - Grupo Copacel Indústria e Comércio de Calcário e Cereais Ltda), situada na BR-163/364, no km-477, distante cerca de 6 km da sede municipal.

Metodologia

Os métodos utilizados, descritos abaixo, permitiram a caracterização petrográfica e geoquímica das rochas da Formação Guia para as regiões supracitadas, e sua comparação com os dados fasciológicos e geoquímicos obtidos por Elie *et al.* (2007), Sansjofre *et al.* (2014), Souza Jr *et al.* (2016) e Bezerra Jr. (2018).

Petrografia de carbonatos - A análise petrográfica auxilia na identificação dos constituintes deposicionais, diagenéticos e texturais, permitindo ao final a composição das microfácies carbonáticas conforme Flügel (2004). De forma complementar foi aplicada a proposta de Lokier & Al Junaibi (2016), os quais classificam as rochas carbonáticas de acordo com o tipo, quantidade e tamanho dos constituintes do arcabouço, além da relação grão/matriz. Texturalmente os cristais foram classificados segundo a proposta de Sibley & Gregg (1987) e a porosidade segue a classificação de Choquette & Pray (1970).

Catodoluminescência - Para catodoluminescência policromática foram separadas xx amostras de carbonatos e x amostras de arenitos submetidos a voltagem de aceleração de 14.7 kv a 15.0 kv, feixe de corrente de elétrons variando de 288 µA a 496 µA a vácuo constante e tempo de exposição variando de 5.0 s a 10.2 s.

Os dados de CL foram adquiridos pelo microscópio óptico Leica DM4500 P LED com um sistema de iluminação inteligente e controle de contraste de imagens, acoplado a uma estação ótica de catodoluminescência, Cambridge Image Technology Ltda (CCL Mk5- 2).

Carbono orgânico total (COT) - O método mais utilizado para determinação do COT é o de acidificação. Requer um pré-tratamento da amostra com ácido clorídrico a 50%, durante 12 horas, para a eliminação do carbono inorgânico (carbonato). Neste processo, a matéria orgânica também é afetada, principalmente se a amostra for aquecida para acelerar a reação. A acidificação acaba quando não houver mais efervescência. Depois a amostra deve ser lavada cinco vezes, a primeira com água destilada à 100°C e a outras a temperatura ambiente, para retirada do ácido. Em seguida as amostras são secadas em forno a vácuo para a retirada da água presente na matéria orgânica, sob temperatura de 100°C durante uma hora. Ao final deste processo, a amostra deve ser pesada novamente para o cálculo do resíduo insolúvel (RI). Este cálculo é simplificado na fórmula: $RI (\%) = \text{massa fina} / \text{massa inicial} \times 100$. As análises de COT foram realizadas no Laboratório de Geoquímica da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, coordenado pelos professores René Rodrigues e Egberto Pereira.

Resultados e Discussões

A Formação Guia está exposta na porção central da Bacia Intracratônica nas regiões de Nobres (pedreira Copacel) e Cáceres (pedreira Emal-Camil), conforme perfil (Figura 4). Na Emal-Camil, a espessura do perfil é de aproximadamente 45 metros, onde aflora apenas o topo da Formação Guia. Nesta pedreira é evidenciado o contato brusco com as brechas dolomíticas da Formação Serra do Quilombo (Figura 4), que possui cerca de 35 metros. Por sua vez, na pedreira Copacel a Formação Guia apresenta um pacote sedimentar mais espesso, cerca de 180 metros. O contato inferior é feito com os diamictitos da Formação Puga (Figura 4).

Nas duas pedreiras foram individualizadas quatro fácies sedimentares: mudstone calcífero (Mc), compõe a maior parte da sucessão estudada formando camadas que possuem espessura métrica com geometria tabular contínuas lateralmente por dezenas de metros; folhelho/wackestone com terrígenos (Wt); mudstone com intraclastos (Mi); e brecha calcária (Bc). As quais foram agrupadas na Associação de Fácies *Offshore*. Representa a porção mais distal da plataforma carbonática, com terrígenos disseminados sendo constituída de calcários finos, folhelhos ricos em matéria orgânica e brechas suportadas pela matriz.

A fácies Mc compõem camadas métricas, tabular e contínuas por dezenas de metros. Os cristais são lobados formando mosaico xenotópico, níveis são ricos em matéria orgânica e piritita, preenchendo poros *vug* são observados (Figura 2B, C). Fraturas e estilólitos são preenchidos por óxido-hidróxido de ferro (Figura 2A). A Fácies Mi se difere da fácies Mc pela presença de intraclastos micritizados, de 40 µm até 800 µm (Figura 2F). A fácies Wt está disposta em corpos tabulares contínuos lateralmente por dezenas de metros. composta por calcita microcristalina (<63µm) e grãos terrígenos de granulometria silte e areia fina. A transição entre as fácies Mc e

Wt marca pequenos ritmos de aumento ascendente de grãos terrígenos. Os grãos terrígenos são de quartzo, feldspato e muscovita. Cimento de calcita e sílica também são observados.

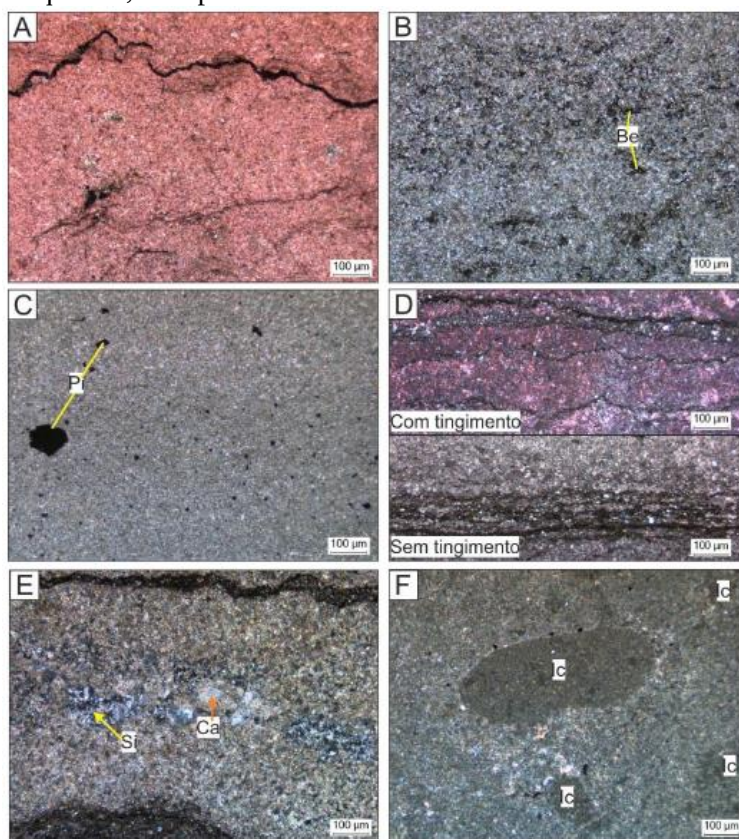


Figura 2: Aspectos petrográficos da Formação Guia. A) Arcabouço da microfácies Mc, onde a presença de estilólitos é comum. B) Betume preenchendo poros intercrystalinos na microfácies Mc. C) Níveis ricos em pirita obliterando poros intercrystalinos e *vug*. A ocorrência de pirita indica um ambiente anóxico, propício para preservação da matéria orgânica. D) Microfácies Mt, com e sem tingimento, mostrando claramente a presença de grãos de quartzo em meio a matriz calcítica. Nesta fácies a presença de *dissolution seams* é intensa. E) Cimento de sílica microcristalina e cimento de calcita de granulação fina, fácies Mt.

E) Intraclastos arredondados e oblatos, engolfados pela matriz calcítica da fácies Mi. Be = betume; Pi = pirita; Si = cimento de sílica; Ca = cimento de calcita; Ic = intraclasto.

Catodoluminescência

Os carbonatos apresentam níveis ricos em grãos detríticos de quartzo (podendo chegar a 35%), localmente ocorrem fitas de muscovita (< 1%) que variam de tamanho silte a areia fina. A presença anômala de grãos detríticos disseminados principalmente na fácies de *offshore*, indicam influxos esporádicos de sedimentos para as partes mais profundas da plataforma. A análise de CL identificou grãos de quartzo com três cores de luminescência diferentes (Figura 3). A maioria dos grãos identificados e analisados mostram uma variação de cor azul claro a azul escuro. Outras duas variações representam menos de 10% dos grãos de quartzo, sendo grãos de quartzo na cor marrom e grãos opacos (ou não-luminescentes). A matriz carbonática apresenta em geral luminescência na cor vermelha.

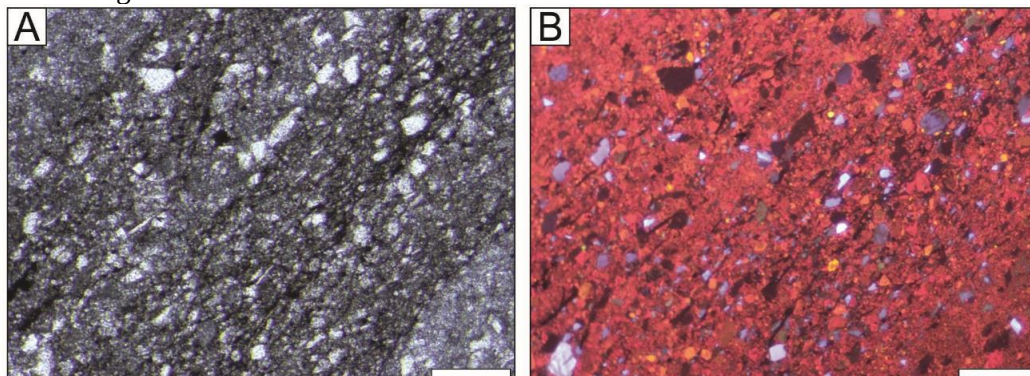


Figura 3: Fotomicrografias de catodoluminescência da fácies Wt. A) Fotomicrografia sob nicóis //. B) Evidência da laminação reforçada pela disposição dos grãos detríticos envoltos pela matriz calcítica (vermelha). Os grãos de quartzo ocorrem na cor azul e marrom. Grãos amarelos são referentes a feldspatos. Lamelas de muscovita são não-luminescentes. Fotomicrografia sob nicóis X. Escala 300 µm.



Figura 4: Perfil da Formação Guia confeccionado nas pedreiras Emal-Camil e Copacel, no Estado do Mato Grosso. Na pedreira Copacel o contato entre as formações Puga e Guia é inferido devido a exposição dos diamictitos do lado de fora da pedreira. Ver localização na Figura 1.

O empilhamento monótono dos depósitos da Formação Guia somado a continuidade lateral das camadas por dezenas de metros com presença de betume e pirita indicam uma deposição em ambiente de plataforma marinha abaixo do nível de ondas de tempestade e sob condições anóxicas, permitindo a decantação e posterior preservação do conteúdo orgânico. Corroborando com esta interpretação, trabalhos prévios têm mostrado a presença de gamacerano e razão Pr/Ph menor ou igual a 0,5 (Souza Junior 2017). Os principais processos de sedimentação nessa plataforma foram: precipitação carbonática e decantação de finos juntamente com matéria orgânica. Estes processos eram episodicamente interrompidos por deslizamentos de material inconsolidado *in situ*. O registro de centenas de metros de carbonato micrítico é atribuído à alta taxa de subsidência da plataforma. A elevada proliferação fitoplanctons (Elie *et al.* 2007) pode ter contribuído para a larga produção de calcita, indicando que apesar de profundo o Mar Guia ainda estava dentro da zona de compensação da calcita (*calcite compensation depth*), justificando a limitação de pacotes de folhelhos. As brechas, por sua vez, estão situadas principalmente no topo da sucessão e foram interpretadas como deslizamentos esporádicos ocasionados pela alta produção de calcita. O acúmulo deste material, na forma de “gel”, associado às camadas de folhelho, gerava instabilidade e com isso ocorriam os deslizamentos. A Formação Guia diferentemente das formações Mirassol d’Oeste e Serra do Quilombo, que estão imediatamente abaixo e acima, respectivamente, não apresenta evidências do processo de dolomitização. A preservação do arcabouço micrítico se deu pela baixa permeabilidade destas rochas calcíticas. Os processos de dolomitização das demais formações ocorreram de forma induzida por ação de bactérias redutoras de sulfato e pela percolação de fluidos pelos interstícios das rochas, como poros e fraturas.

Análise do Conteúdo Orgânico Total (COT)

Os dados de COT das amostras da Formação Guia apresentam valores muito baixos (Tabela 1). A análise de COT foi realizada em 28 amostras, sendo 12 coletadas na pedreira Emal-Camil,

região de Cáceres, e 16 na pedreira Copacel, região de Nobres. Na região de Cáceres os valores de COT variam entre 0,06% e 0,23%. Enquanto que as amostras da região de Nobres apresentam valores entre 0,05% e 0,27%. Em virtude dos dados de COT serem muito baixos, optou-se por não realizar a análise de pirólise, pois os resultados seriam inconclusivos, como ocorreu com Souza Junior (2017).

ERFIL EMAL-CAMIL (CÁCERES)	Amostra	COT %	PERFIL COPACEL (NOBRES)	Amostra	COT %	Amostra	COT %
	EC-01	0,16		CPL-03	0,07	CPL-44	0,11
	EC-02	0,23		CPL-04	0,11	CPL-48	0,21
	EC-03	0,11		CPL-05	0,06	CPL-54	0,10
	EC-04	0,13		CPL-06	0,07	CPL-62	0,12
	EC-05	0,06		CPL-09	0,07		
	EC-06	0,07		CPL-10	0,11		
	EC-07	0,09		CPL-14	0,05		
	EC-08	0,06		CPL-15	0,27		
	EC-09	0,06		CPL-22	0,25		
	EC-10	0,07		CPL-30	0,16		
	EC-11	0,07		CPL-31	0,21		
	EC-12	0,06		CPL-32	0,19		

Tabela 1: Resultado de COT das amostras da Formação Guia, referentes as regiões de Cáceres e Nobres, Estado do Mato Grosso. Ver profundidade das amostras no perfil – Figura 4.

Discussão dos dados de COT

Os dados obtidos de COT revelaram valores muito baixos, como mostrado na Tabela 1. Na região de Cáceres os valores de COT variam entre 0,06% e 0,23%. Enquanto que as amostras da região de Nobres apresentam valores entre 0,05% e 0,27%. Estes valores descaracterizam a Formação Guia como uma geradora viável economicamente. É possível que a Formação Guia possa ter tido uma maior concentração de matéria orgânica, já que grande parte dela está na forma de betume, considerado um hidrocarboneto degradado. Os processos de migração, diagênese e até volatilização podem ter prejudicado a concentração do conteúdo orgânico.

Os resultados apresentados na Tabela 1 são semelhantes aos dados de COT obtidos nas regiões de Mirassol d'Oeste e Tangará da Serra, na porção sul do Cráton Amazônico, que indicam 0,09% a 0,24% (Sansjofre *et al.* 2014). O mesmo autor apresenta dados de COT da Formação Guia, variando entre 0,48% na base e 0,38% no topo. Souza Junior (2017), também no sul do Cráton, expõe dados de COT variando entre 0,03% a 1,47%, destacados na Figura 2C.

Os resultados obtidos aqui, também são compatíveis com outros sistemas petrolíferos neoproterozoicos, dos quais destacamos exemplos na América do Norte, Europa e Ásia.

O mar epicontinental

O registro da Formação Guia indica que a plataforma carbonática calcítica se estabeleceu em condições de mar moderadamente raso (no Ediacarano) compondo o preenchimento de uma Bacia Intracratônica (Figura 5), corroborando com os dados mais recentes para a região (Santos 2016, Santos *et al.* 2017, Nogueira *et al.* 2018). Este contexto paleogeográfico teria iniciado no Ediacarano e perdurado, pelo menos, até o Cambriano Inferior (Santos *et al.* 2017, Nogueira *et al.* 2018). Os dados obtidos neste trabalho, e de biomarcadores de trabalhos prévios, que suportam este contexto paleogeográfico-geotectônico são:

i - Grãos siliciclásticos: A presença anômala de terrígenos em fácies de *offshore* remete a um ambiente parcialmente circundado por massas continentais que promoveriam influxos contínuos de sedimentos. Estes influxos, inicialmente, não afetaram a precipitação carbonática de forma relevante. A presença expressiva de material terrígeno tem várias interpretações, onde a principal está relacionada ao influxo advindo de períodos glaciais, ou seja, o aumento do volume de material transportado, e com a redução da lâmina d'água dos mares, o material poderia alcançar as porções mais profundas da bacia (Damuth 1975). Entretanto, a deposição da Formação Guia não foi afetada pelos processos pós-glaciais do Neoproterozoico, estando dezenas de metros acima do registro da glaciação Marinoana (Nogueira *et al.* 2007). Portanto, a origem do material siliciclástico é mais condizente com a proximidade das margens da bacia

num contexto epicontinental fornecendo o conteúdo de terrígeno, principalmente de rochas ígneas e metamórficas, como mostrado pelos dados de catodoluminescência.

ii – Mar com alta produtividade de carbonato de cálcio: A presença cristais finos em carbonatos pré-cambrianos representa a precipitação em um ambiente deposicional relativamente calmo, permitindo a decantação de siliciclásticos finos e matéria orgânica. A intensa precipitação de calcita no Ediacarano é ligada a mares supersaturados em carbonato de cálcio, principalmente após os eventos de glaciação global (Grotzinger & James 2000, Hoffman & Shrag 2002, Nogueira *et al.* 2007). Mas para que haja essa (intensa) precipitação o ambiente precisa ser relativamente raso, do contrário o ambiente fica subsaturado em CaCO_2 , inibindo a precipitação micrítica. Nos carbonatos da Formação Guia, na porção intermediária a superior, a ocorrência de calcários finos que se estendem por mais de 500 km ao sul do Cráton Amazônico sem a intercalação expressiva de folhelho indica que a deposição ocorreu dentro da zona de compensação de carbonato (*carbonate compensation depth* – CCD). Portanto, a alta produtividade de carbonato é condizente com mares epicontinentais. **iii – Biomarcadores:** A relação feita entre homo-hopanos auxiliam no reconhecimento de ambientes deposicionais. Ambientes marinho-carbonáticos apresentam alta razão $\text{C}_{35}/\text{C}_{34}$ Hopanos $> 0,8$ e $\text{C}_{29}/\text{C}_{30}$ Hopanos $> 0,6$ (Peters *et al.* 2005). Os valores obtidos por Souza Junior (2017), para região do Cráton Amazônico, ($\text{C}_{35}/\text{C}_{34}$ Hopanos $> 0,94$ e $\text{C}_{29}/\text{C}_{30}$ Hopanos $> 0,61$) confirmam a deposição em ambiente marinho carbonático. Outra consideração importante é feita através da razão Pr/Ph (< 1) que indica condições anóxicas. Segundo Peters *et al.* (2005), esses resultados obtidos, através de biomarcadores, podem estar relacionados a mares epicontinentais. O registro de gamacerano principalmente na base da Formação Guia (na capa calcária) corrobora com a alta salinidade compatível com os mares supersaturados pós-glaciação. **iv – Ausência de fácies de talude:** A sucessão de quase 400 m de espessura da Formação Guia, investigada em excelentes exposições na região de Cáceres e Nobres, expõe fácies de ambiente marinho profundo (Mc, Wt e Bc). Por exemplo a fácies Bc descrita aqui e por trabalhos prévios (Soares 2012, Brelaz 2012, Sansjofre *et al.* 2014) está sempre associada a depósitos de *slump*. Sendo interpretada como uma fácies gerada por deslizamento em rampa devido à alta produtividade de carbonato. Ainda não foram descritos depósitos de leques submarinos na bacia, o que é condizente com as extensas plataformas epicontinentais do Gondwana Oeste.

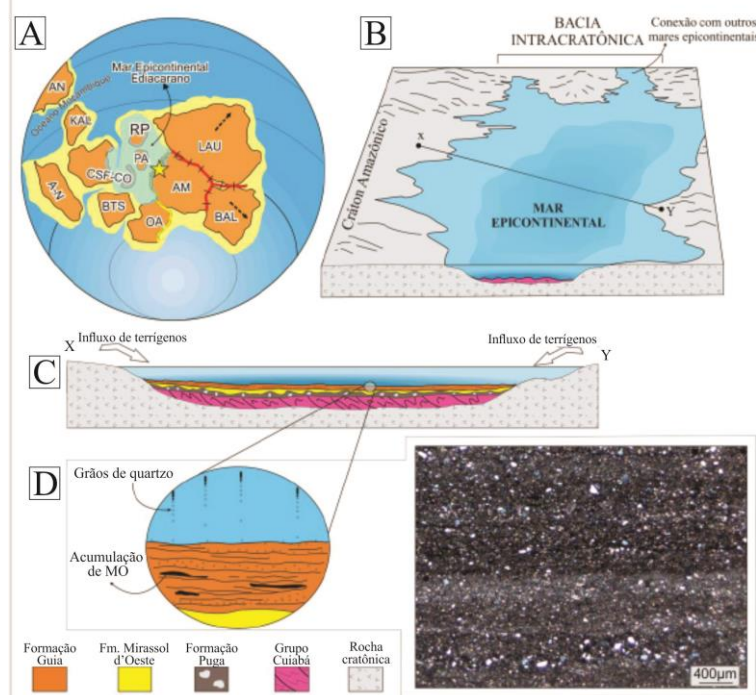


Figura 5: Reconstrução esquemática do mar epicontinental Guia. A) Paleogeografia do Gondwana Ocidental, destacando a Bacia Intracratônica (estrela) B) Contextualização paleoambiental pós-glaciação Marinoana. Implantação de mares epicontinentais em regiões rebaixadas e/ou inundadas pelo degelo sob condições de *greenhouse* C) Seção do mar Guia mostrando a sequência sedimentar sobre as rochas dobradas do Grupo Cuiabá, diamictitos e dolomitos das formações Puga e Mirassol d'Oeste, respectivamente. Sobre estes depósitos ocorreu a precipitação dos calcários da Formação Guia. Este depósito

carbonático recebeu esporadicamente influxo de sedimentos siliciclásticos (D), como quartzo e muscovita, de tamanho silte a areia fina D) Ilustração da decantação dos grãos de quartzo na porção mais distal da plataforma. Fotomicrografia evidenciando níveis ricos em grãos quartzo.

Conclusão

Neste trabalho foram analisadas as rochas da Formação Guia expostas pela frente de lavra das pedreiras Copacel e Emal-Camil, nas regiões de Nobres e Cáceres, respectivamente, Estado do Mato Grosso. Foram identificadas quatro fácies/microfácies: mudstone calcífero (Mc); wackestone com terrígenos (Wt); mudstone com intraclasto (Mi); e brecha calcária (Bc). Estas fácies/microfácies foram agrupadas na associação de fácies – *offshore*. As duas regiões estudadas apresentam características faciológicas, estratigráficas e geoquímicas muito semelhantes.

A análise de catodoluminescência permitiu a identificação de grãos siliciclásticos e diagenéticos. A luminescência dos grãos detríticos mostrou proveniência de rochas ígneas e de alto grau metamórfico (quartzo com luminescência azul) e metamorfismo regional (quartzo com luminescência marrom).

Os dados estratigráficos, petrográficos e de catodoluminescência apresentados neste trabalho, corroboram com o contexto sugerido por vários autores para a transição Ediacarano-Cambriano do Gondwana Oeste. Isto posto, a sucessão carbonática da Formação Guia representa um ambiente marinho epicontinental cuja deposição ocorreu abaixo do nível de base de ondas de tempestade e sob condições redutoras.

Os baixos valores de COT obtidos na porção central da Bacia, sempre menores que 0,3%, são semelhantes aos dados obtidos por outros trabalhos na Formação Guia exposta no sul do Cráton Amazônico. Estes resultados também são compatíveis com outros depósitos neoproterozoicos, que são geralmente menores que 1%.

O Sistema Petrolífero Araras, considerado como não-convencional, apesar de inviável economicamente, representa um importante registro da vida Pré-Cambriana. Neste sistema a Formação Guia é considerada como rocha geradora; as rochas reservatório são representadas pelas formações Guia e Mirassol d'Oeste; e os dolomitos da Formação Serra do Quilombo constitui a rocha selante. Sugerimos que houve, pelo menos, dois eventos de migração do hidrocarboneto. O primeiro ocorreu durante o soerguimento térmico do pacote sedimentar carbonático da Bacia Intracratônica, por volta de 610 Ma, que possibilitou o acúmulo de HC em porosidades primárias das formações Mirassol d'Oeste e Guia. E o segundo, teve como gatilho a abertura das bacias paleozoicas, resultando num acúmulo principalmente em porosidades secundárias e fraturas.

Referencias Bibliográficas

- Bezerra Jr. 2018. Rochas geradoras da Formação Guia, Neoproterozoico do sul do Cráton Amazônico, região de Cáceres e Nobres, Estado do Mato Grosso. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará. 66 p
- Brelaz L. C. 2012. Paleoambiente das calcárias e folhelhos betuminosos da Formação Guia, Neoproterozoico, Sudoeste do Estado do Mato Grosso. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará. 64 p.
- Choquette P. W., e Pray, L. C. 1970. Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. *AAPG bulletin*, **54**(2), 207-250.
- Damuth J. E. 1975. Quaternary climate change as revealed by calcium carbonate fluctuations in western Equatorial Atlantic sediments. *In: Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts* (Vol. **22**, No. 11, pp. 725-743). Elsevier.
- Elie M.; Nogueira A. C. R.; Nédélec A.; Trindade R. I. F.; Kenig F. 2007. A red algal bloom in the aftermath of the Marinoan Snowball Earth. *Terra Nova*, v. **19**, p. 303-308.
- Flügel E. 2004. *Microfacies analysis of carbonate rocks*. Analysis, interpretation and application. Springer, Berlin. 996 p.
- Grotzinger J. P. & James N. P. 2000. Carbonate Sedimentation and Diagenesis in the Evolving Precambrian World. *SEPM Society for Sedimentary Geology*. Volume 67, 368 p.

- Hoffman P. F. & Schrag D.P. 2002. The Snowball Earth hypothesis: testing the limits of global change. *Terra Nova*, **14**:129-155.
- Hoffman P.F., Kaufman A. J., Halverson G. P., Schrag D. P. 1998. A Neoproterozoic snowball. *Earth Sci.* **281**:1342–1346.
- Lokier S. W. & Al Junaibi, M. 2016. The petrographic description of carbonate facies: are we all speaking the same language? *Sedimentology*, **63**(7), 1843-1885.
- Nogueira A. C. R.; Riccomini C.; Kerkis A.; Fairchild T. R.; Hidalgo R. L. 2001. Hydrocarbons in carbonate rocks of the Neoproterozoic Alto Paraguai basin, Mato Grosso, Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, v. **73**, p. 464-464.
- 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 carbonates platform, southern Amazon craton, Brazil. *Chemical Geology*, **237**:168-190.
- Nogueira A.C.R., Romero G.R., Sanchez E.S., Domingos F.H.G., Bandeira J., Santos I. M., Pinheiro R.V., Soares J.L., Lafon J.M., Santos H.P., Afonso J., Rudnitzki, I.D. 2018. The Cryogenian–Ediacaran boundary in the Southern Amazon Craton. *AGU Books*
- Peters K. E., Walters C. C., Moldowan J. M. 2005. The biomarker guide. *Cambridge University Press*, v.1. 451 p.
- Sansjofre P., Trindade R. I. F., Ader M., Soares J. L., Nogueira A. C. R., Tribouillard N. 2014. Paleoenvironment reconstruction of the Ediacaran Araras platform (Western Brazil) from the sedimentary and trace metals records. *Precambrian Research*. **241**:185-202.
- Santos I. M. 2016. *Revisão estratigráfica e tectônica dos Grupos Cuiabá e Araras no contexto da Faixa Paraguai (MT)*. DS de Mestrado em Geologia e Geoquímica. Universidade Federal do Pará, 128 p
- Santos H.P., Mángano M. 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. *Journal of South American Earth Sciences*. **76**, 482-488.
- Sibley, D. F., Gregg, J. M. 1987. Classification of dolomite rock textures. *Journal of Sedimentary Research*, **57**(6).
- Soares J. L. 2012. *Paleoambiente e isótopos de C e O da capa carbonática de Tangará da Serra (MT), margem sul do Cráton Amazônico*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociência, Universidade Federal do Pará, 178p.
- Soares J. L.; Nogueira A. C. R.; Domingos F.; Riccomini C. 2013. Synsedimentary deformation and the paleoseismic record in Marinoan cap carbonate of the Southern Amazon Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. **48**, 58-72
- Sousa Jr G. R.; Nogueira A. C. R.; Santos N.; Eugênio V.; Moura C. A. V.; Araújo B. Q.; Reis F. A. M. 2016. Organic matter in the Neoproterozoic cap carbonate from the Amazonian Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. **72**, p. 7-24.
- Souza Júnior G. R. 2017. *Caracterização geoquímica de Betumes das Capas Carbonáticas do Cráton Amazônico, Brasil*. Tese de doutorado, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 157p.