

A BACIA SEDIMENTAR DO PARNAÍBA E AS GLACIAÇÕES DEVONIANAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

LA CUENCA SEDIMENTARIA DE PARNAÍBA Y LAS GLACIACIONES DEVÓNICAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

THE PARNAÍBA SEDIMENTARY BASIN AND THE DEVONIAN GLACIATIONS: A LITERATURE REVIEW



Vinícius de Oliveira
CAVALCANTE¹

e-mail: vocshaka@yahoo.com.br



Emanuel Lindemberg Silva
ALBUQUERQUE²

e-mail: lindemberg@ufdpar.edu.br

Como referenciar este artigo:

CAVALCANTE, Vinícius de Oliveira; ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva. A bacia sedimentar do Parnaíba e as glaciações devonianas: uma revisão bibliográfica. **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v. 09, n. 01, e025003. e-ISSN: 1984-1647. DOI: <https://doi.org/10.35416/2025.10765>



| Submetido em: 09/12/2024

| Revisões requeridas em: 09/05/2025

| Aprovado em: 20/05/2025

| Publicado em: 28/05/2025

Editora: Nécio Turra Neto
Karina Malachias Domingos dos Santos
Rizia Mendes Mares

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis – Santa Catarina (SC) – Brasil. Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFSC).

² Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina – Piauí (PI) – Brasil. Doutor em Geografia (UECE). Professor do Curso de Medicina - UFDPAr e Docente Permanente do PPGGEO da Universidade Federal do Piauí.

RESUMO: Durante o Período do Devoniano ocorreram mudanças significativas no supercontinente Gondwana Ocidental, onde estava presente a Bacia Sedimentar do Parnaíba, e essas mudanças provocaram um período de glaciação e a formação de geleiras. Este estudo pretende analisar a bacia do Parnaíba e as glaciações devonianas por intermédio de uma revisão bibliográfica. Os objetivos específicos visam compreender os efeitos das glaciações na Formação Cabeças, descrever as características geomorfológicas deixadas pelos efeitos da ação glacial e entender a dinâmica climática que provocou essas glaciações pretéritas. A pesquisa em questão se dá de maneira exploratória, por meio de um levantamento bibliográfico. Os resultados desta investigação apontaram características encontradas na Bacia do Parnaíba que indicam a existência de uma Era glacial no final do período Devoniano, na idade Fameniana.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do Parnaíba. Glaciação. Devoniano. Formação Cabeças.

RESUMEN: *Durante el periodo Devónico se produjeron cambios significativos en el supercontinente Gondwana Occidental, donde se localizaba la cuenca sedimentaria del Parnaíba, y estos cambios condujeron a un periodo de glaciación y a la formación de glaciares. Este estudio pretende analizar la cuenca del Parnaíba y las glaciaciones devónicas a través de una revisión bibliográfica. Los objetivos específicos son comprender los efectos de las glaciaciones sobre la “Formação Cabeças”, describir las características geomorfológicas dejadas por los efectos de la acción glacial y comprender la dinámica climática que causó estas glaciaciones pasadas. La investigación en cuestión es exploratoria, utilizando un estudio bibliográfico. Los resultados de esta investigación apuntaron a características encontradas en la Cuenca del Parnaíba que indican la existencia de una glaciación al final del período Devónico, en la era Famenense.*

PALABRAS CLAVE: *Cuenca del Parnaíba. Glaciación. Devónico. “Formação Cabeças”.*

ABSTRACT: *During the Devonian period there were significant changes in the West Gondwana super continent, where the Parnaíba Sedimentary Basin was located, and these changes led to a period of glaciation and the formation of glaciers. This study aims to analyze the Parnaíba basin and the Devonian glaciations through a literature review. The specific objectives are to understand the effects of the glaciations on the “Formação Cabeças”, to describe the geomorphological characteristics left by the effects of glacial action and to understand the climatic dynamics that caused these past glaciations. The research is exploratory, and a bibliographic review was applied. The results of this investigation pointed out to characteristics found in the Parnaíba Basin that indicate the existence of an ice age at the end of the Devonian period, in the Famenian age.*

KEYWORDS: *Parnaíba Basin. Glaciation. Devonian. “Formação Cabeças”.*

Introdução

O estudo em questão delimita-se a realizar um levantamento bibliográfico sobre a Bacia Sedimentar do Parnaíba e as glaciações ocorridas no Período Devoniano, considerando que esse período está historicamente associado a diversos fenômenos naturais, em sua maioria relacionados às mudanças climáticas, como o aquecimento global, que pode ser apontado como um dos fatores relevantes para a compreensão do contexto. Tendo em vista essa premissa, seguem os questionamentos: Ocorreu glaciação na Bacia Sedimentar do Parnaíba no período Devoniano? Quais características ou evidências apontam essa existência?

Mudanças climáticas sempre ocorreram pelo planeta, moldando paisagens e modificando o espaço, como destaca Carneiro (2016, p. 213), ao afirmar que “o clima da Terra mudou muitas vezes, em relação ao clima que a humanidade vivencia no tempo presente”, essas alterações climáticas ocorreram durante milhões de anos. Para Rosa (2015), a determinação do tempo geológico é evidenciada por meio de características distintas as quais apontam para uma singularidade de períodos categorizados por destacáveis épocas de aumento e diminuição da temperatura em níveis globais. Vale ressaltar que a afirmação de Rosa (2015) juntamente ao que destaca Carneiro (2016), denotam variações climáticas por períodos diferentes.

No sertão nordestino, mais precisamente no estado do Piauí, na Bacia Sedimentar do Parnaíba, encontra-se um ambiente de clima semiárido e muito quente, mas essas condições climáticas, no passado, não eram as mesmas de hoje. Em eras passadas, não havia cactos e plantas rasteiras e de pequeno porte (Nogueira *et al.*, 2022). É notório o fato de que o clima se altera e promove mudanças em um determinado ambiente, como destacado por Rosa (2015).

As alterações climáticas foram fundamentais para mudanças significativas no planeta. De acordo com Araújo e Gomes (2022, p. 147), “o momento do arrefecimento do planeta foi marcado pelo avanço das geleiras [...], originando as glaciações, quando as geleiras constituem imprescindível função na escultura do relevo terrestre”. Essas modificações no relevo também podem evidenciar marcas que testemunham a antiga presença das geleiras.

Para Cukrov (1999, p. 5), “durante toda história evolutiva da Terra, o gelo cobriu diferentes percentagens da superfície da terra e influenciou na sedimentação”. Durante o Período do Devoniano (419 – 359 milhões de anos) ocorreram mudanças significativas no super continente Gondwana Ocidental, onde estava presente a Bacia do Parnaíba, e essas mudanças provocaram um período de glaciação e a formação de geleiras por boa parte do continente, ocasionando a alteração geomorfológica. Na Bacia do Parnaíba as mudanças climáticas

proporcionaram a existência de um paleoclima muito frio durante alguns milhões de anos, bem diferente do que se apresenta nos dias atuais (Caputo, 1984).

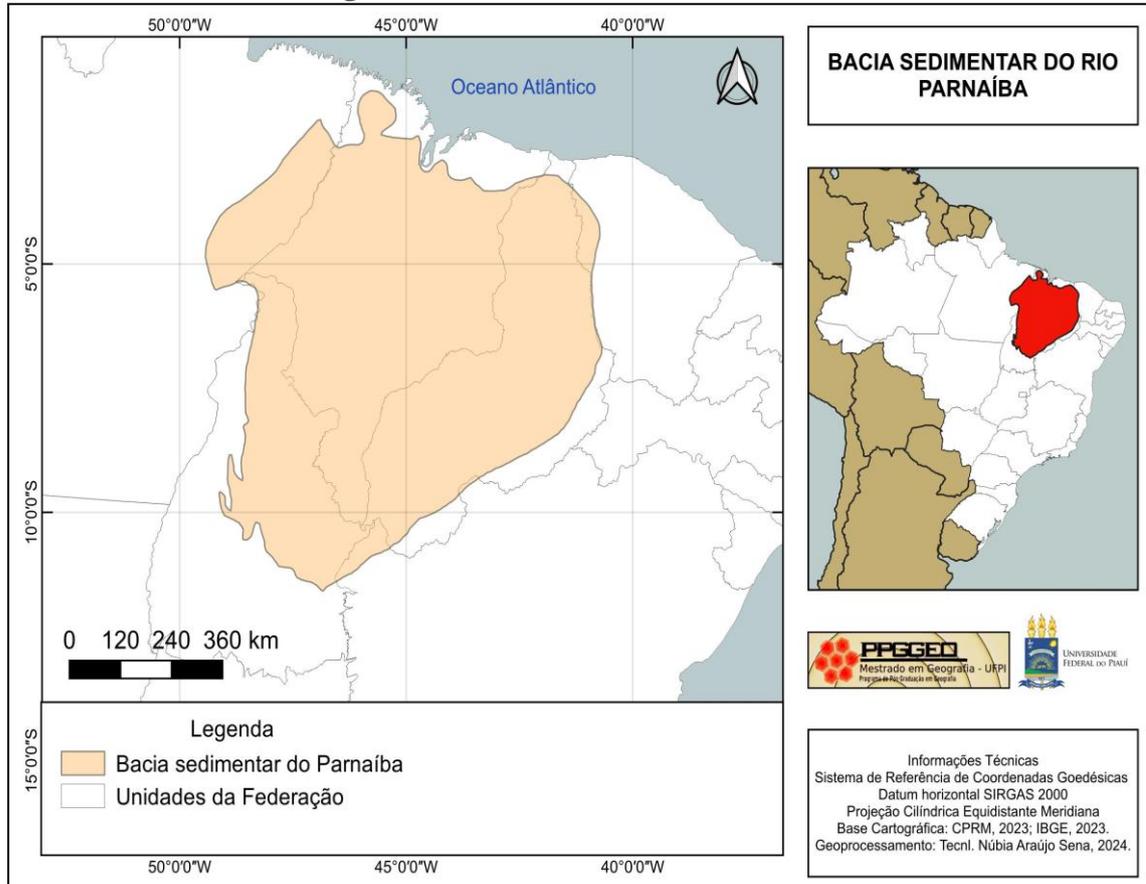
O estudo em questão possui como objetivo geral analisar a Bacia Sedimentar do Parnaíba e as glaciações devonianas por intermédio de uma revisão bibliográfica. Como objetivos específicos, destacam-se: compreender os efeitos das glaciações na Formação Cabeças, descrever as características geomorfológicas deixadas pelos efeitos da ação glacial e entender a dinâmica climática que provocou essas glaciações pretéritas.

A importância deste estudo evidencia a necessidade de compreender como ocorreram as mudanças paleoclimáticas que provocaram glaciações prolongadas na Bacia do Parnaíba durante o Período Devoniano.

Área de Estudo

A área de estudo compreende a Bacia Sedimentar do Parnaíba, que engloba os estados do Maranhão, Piauí e Ceará, e um pequeno trecho no estado do Pará. Caputo, Fonseca e Iannuzzi (2005, p. 1) destacam que “[...] a bacia do Parnaíba se situa na região nordeste ocidental brasileira e em partes de áreas vizinhas das regiões nordeste oriental e norte do Brasil” (Figura 1). Segundo Marques (2011, p. 13), a Bacia do Parnaíba “[...] possui forma elipsoidal, com o diâmetro maior orientado no sentido NE-SW, medindo cerca de 1.000 km, e o diâmetro menor, ortogonal ao primeiro atingindo cerca de 800 km”.

Figura 1 - Bacia Sedimentar do Parnaíba



Fonte: Elaboração dos autores (2024).

Procedimentos Metodológicos

O estudo foi realizado por meio de fichamentos e pesquisas sobre a temática, buscando compreender como ocorreram as glaciações no período Devoniano (419 – 359 milhões de anos na Bacia Sedimentar do Parnaíba. Em continuidade, adotou-se uma abordagem qualitativa, que permitiu analisar os resultados obtidos por diversos autores cujas premissas são semelhantes.

A pesquisa em questão é de cunho exploratório-descritiva, levando em conta o caráter bibliográfico, que para Marconi e Lakatos (2003, p. 188), significa que os “[...] estudos exploratório-descritivos combinados - são estudos exploratórios que têm por objetivo descrever completamente determinado fenômeno, como, por exemplo, o estudo de um caso para o qual são realizadas análises empíricas e teóricas”. Para o estudo foi realizada uma revisão de literatura levando em conta os principais autores que abordam sobre a Bacia Sedimentar do Parnaíba, as glaciações paleozoicas e o período Devoniano, como por exemplo, Assine e Vesely (2008), Araújo e Gomes (2022), Carneiro *et. al.*, (2016), Caputo (1984), Caputo e Ponciano

(2009), Cukrov (1999), Nogueira *et. al.*, (2022), Rocha-Campos (1976), Rosa (2015), Vettorazzi (2012) e outros.

Quanto ao material, foi levado em consideração artigos, dissertações, teses e livros que abordam sobre as glaciações ocorridas durante o Devoniano na Bacia Sedimentar do Parnaíba, material esse que se encontra disponível no Google Acadêmico, Scopus, SciElo e ScienceDirect. A referida pesquisa é de caráter qualitativo, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013), assim não necessita de uso de métodos e técnicas estatísticas, ela é avaliada como uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, não há uma separação entre aquilo que é objetivo e a subjetividade. Analisou-se autores com uma premissa semelhante ao tema proposto, em que foi possível considerar alguns dos aspectos mais relevantes destacados por estes.

Panorama da Bacia Sedimentar do Parnaíba

A Bacia Sedimentar do Parnaíba está localizada na região nordeste ocidental, possui uma abrangência de cerca de 600.000 km². Durante o período do Paleozoico fazia parte do Supercontinente Gondwana Ocidental e possuía uma maior amplitude territorial, abrangendo assim partes do continente africano onde hoje é a Bacia Sedimentar de Taoudeni, e também se estendendo ao norte ligando-se com a Bacia Sedimentar do Amazonas e ao oeste com a região do Marajó (Caputo, Iannuzzi e Fonseca, 2005).

Alguns autores destacam a estrutura da Bacia do Parnaíba e algumas características, afirmando que “[...] possui estratos correlacionados com outras bacias (Gabão, Gana), que permitem afirmar que a Bacia do Parnaíba ocupou uma área duas a três vezes maior do que a atual, tendo sido erodida em sua periferia” (Marques, 2011, p. 13). Essa afirmação evidencia, sobretudo, a grande extensão que a Bacia do Parnaíba já teve no passado.

A Bacia do Parnaíba “[...] era ligada à bacia do Amazonas através da região do Marajó, onde as fácies da maioria das formações se tornam predominantemente marinhas” (Caputo, Iannuzzi e Fonseca, 2005, p. 1). Os estudos sobre esta bacia sedimentar e suas características geológicas são importantes devido as muitas descobertas modernas que apontam para as grandes variações geomorfológicas formadoras de seu território e o seu potencial econômico.

Geologicamente, a Bacia do Parnaíba possui uma composição de rochas sedimentares, metamórficas e ígneas que remontam a idade mesoproterozoica. Tem sua formação inicial ou gênese atrelada aos pulsos terminais e eventos térmicos do ciclo Brasileiro e de etapas de

estabilização da plataforma, os quais deram origem às estruturas grabeniformes, que por sua vez, controlaram o depocentro no início da bacia (Vettorazzi, 2012).

Marques (2011) discute que a Bacia do Parnaíba é uma unidade sedimentar menos profunda do que as demais bacias paleozoicas brasileiras, sendo que o autor sugere mais estudos voltados à pesquisa sobre o processo flexural. Essa falta de profundidade da bacia é explicada pela história evolutiva que traz soterramento e fluxo térmico como fatores que conduziram desfavoravelmente a maturidade das rochas geradoras. Vettorazzi (2012) comenta ainda que a Bacia do Parnaíba possui um contexto geológico compreendendo:

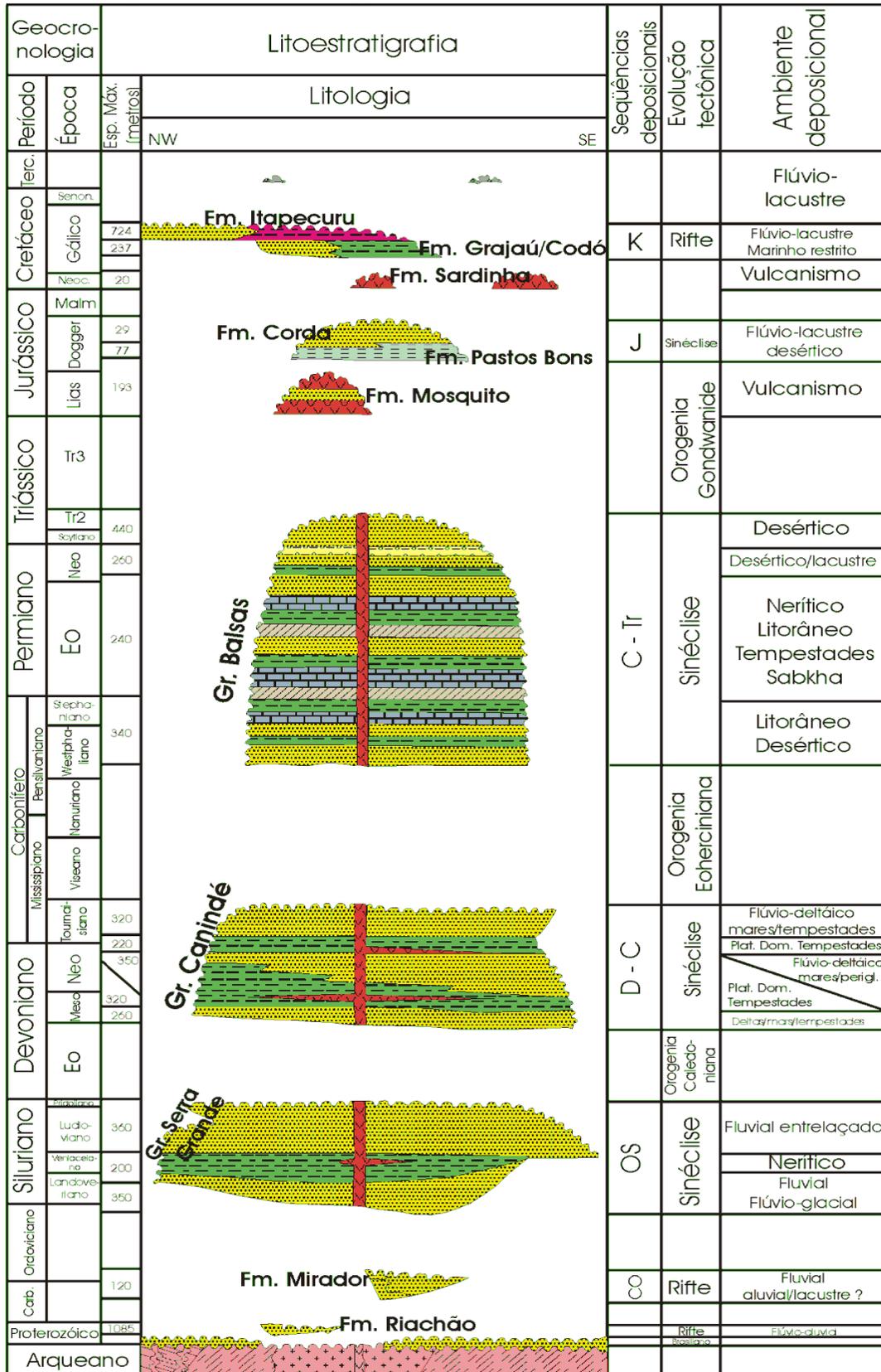
[...] forma elipsoidal, com diâmetro maior orientado no sentido NE-SW, com cerca de 1000km, e o diâmetro menor, atingindo por volta de 800km, com coluna sedimentar atingindo 3,5km de espessura em seu depocentro. Limita-se a norte com as bacias de São Luís e Barreirinhas, e é separada destas pelo Arco Ferrer Urbano Santos. A noroeste, limita-se com a fossa (Rift Mesozóico do Marajó), sendo separada pelo arco de Tocantins, e a sudeste pelo arco do São Francisco (Vettorazzi, 2012, p. 9).

Estratigraficamente, a Bacia do Parnaíba possui grupos que por sua vez são subdivididos em formações, e estas unidades foram formadas em diferentes períodos geológicos. Conforme Marques (2011), a estratigrafia da Bacia do Parnaíba pode ser representada por Grupos que descrevem característica de períodos diferentes, destacando que a:

Bacia do Parnaíba é representada apenas pelos sedimentos paleozóicos correspondentes aos Grupos Serra Grande (Siluriano), Canindé (Devoniano) e Balsas (Carbonífero-Triássico), visto que tais grupos tiveram seu desenvolvimento tectono-sedimentar associado à subsidência do embasamento da bacia dentro do contexto evolutivo do paleocontinente Gondwana (Marques, 2011, p. 28).

As formações encontradas na Bacia do Parnaíba possuem uma correlação ou semelhança com formações presentes nas bacias do Jatobá, Amazonas, Solimões, e bacias africanas, como a bacia presente em Gana e em países do norte da África (Caputo; Iannuzzi; Fonseca, 2005). Nessas formações estratigráficas (figura 2), há evidências geomorfológicas que apontam para características de um ambiente, que num passado distante, foi palco de grandes glaciações, sendo composto por geleiras, e ainda, por transgressões marítimas com o passar das idades geológicas que alternaram esses eventos glaciais.

Figura 2 – Carta estratigráfica da Bacia Sedimentar do Parnaíba



Fonte: Goés e Feijó (1994).

A Bacia do Parnaíba tem grande destaque como portadora das melhores evidências geológicas de eventos glaciais que são comparados a outras bacias sedimentares brasileiras como, por exemplo, a Bacia do Amazonas que possui afloramentos de camadas bem restritas deste mesmo período geológico. Outro exemplo desta análise é a bacia do rio Solimões e a Bacia do Paraná, onde foram achados sedimentos neodevonianos somente na subsuperfície (Caputo e Ponciano, 2009).

Para Nogueira *et al.*, (2022, p. 143), “[...] o entendimento das assinaturas glaciais na Bacia do Parnaíba favorece correlações estratigráficas com outros depósitos glaciais ao redor do mundo, possibilitando a elaboração de modelos paleogeográficos e paleoclimáticos globais”, ao mesmo tempo destacando a importância dos estudos nessa Bacia e o seu modelo representativo. Segundo Rocha-Campos (1976, p. 114), “[...] a Bacia do Parnaíba, Brasil, constitui outra área sedimentar para a qual existem numerosas referências de feições atribuídas à ação glacial”.

De acordo com Caputo (1984), a Bacia do Parnaíba é uma unidade sedimentar ainda pouco explorada, mas que possui fortes indícios geomorfológicos de ações climáticas muito singulares como glaciações paleozoicas. As características evidenciadas pelos autores mostram a diversidade geológica e estratigráfica da Bacia do Parnaíba. A confirmação de fatos que apontam para assinaturas glaciais em diversos pontos desta unidade sedimentar como a ocorrência de diamictitos e tilitos, pavimentos estriados, clastos polidos e estriados correspondem as provas de evento glacial (Caputo e Ponciano, 2009).

Conforme destacam Torsvik e Cocks (2011) referente a paleogeografia da Bacia do Parnaíba durante o Mesodevonianiano até o Eocarbonífero é mencionado que:

Entre o Mesodevonianiano e Eocarbonífero a paleogeografia da Bacia do Parnaíba foi submetida a grandes alterações. Dentre as mais importantes podemos citar a migração do pólo sul da região setentrional da América do Sul para o centro da África relacionado ao intenso espalhamento do assoalho oceânico (Barbosa, 2014, p.17).

Fica claro que entre o período Mesodevonianiano e Eocarbonífero a Bacia do Parnaíba sofreu grandes alterações, e é possível destacar também as alterações climáticas e as alterações ambientais. De maneira direta, essas alterações modificam o ambiente e podem resultar em grandes transformações.

Glaciação no período Devoniano

O período do Devoniano compreende um espaço geológico de tempo entre 416 a 359 milhões de anos, pertencente a Era Paleozoica (541 a 252 milhões de anos) e ao Eon Fanerozoico (de 541 milhões de anos até atualmente), e subdivido em três épocas e sete idades (Santos e Carvalho, 2004). Essa afirmação destaca observações existentes no referido período, levando em consideração que se tratou de um período com muitas mudanças climáticas. Oliveira (1997, p. 22) afirma que “[...] do Siluriano Médio ao início do Devoniano Superior, nenhum registro glacial é reconhecido”.

Todavia, glaciações são eventos que ocorrem em vários períodos da Terra, decorrentes da precessão dos equinócios, mudanças climáticas e ações tectônicas. Dessa forma, na Bacia do Parnaíba ocorreram glaciações durante o período Siluriano e no final do Devoniano (Neodevoniano). Glaciações pretéritas também são registradas no Brasil. Assine e Vesely (2008, p. 3) indicam que “[...] no Brasil, evidências de glaciações pretéritas estão registradas em unidades estratigráficas de diversas idades, em diferentes partes do país”.

Até a década de 80 havia poucas evidências sobre uma glaciação devoniana no norte e nordeste do Brasil, e neste contexto Caputo (1984) destacou que:

Muitos geólogos não reconhecem glaciação no Devoniano, por não ser a mesma plenamente evidenciada em qualquer outro lugar do globo. Argumenta-se que se as seqüências citadas, existentes no norte do Brasil, tivessem sido depositadas sob condições glaciais, haveria duas possibilidades: a) sua idade não seria devoniana; ou b) poderiam ter sido depositadas em montanhas. Se fossem depósitos de altitude, não implicariam na existência de uma verdadeira idade glacial, nem em uma refrigeração climática de caráter mundial (Caputo, 1984, p. 725).

Entretanto, Nogueira *et al.*, (2022, p. 137) informam que “[...] no Norte do Brasil, rochas do Siluriano (440-430 milhões de anos) e do Devoniano (380 a 350 milhões de anos) são hospedeiros de depósitos glaciais e pós-glaciais [...]”. Segundo Oliveira (1997, p. 22), “[...] já no Devoniano Superior a glaciação é bem documentada em no mínimo três grandes bacias cratônicas no Brasil: Bacias do Amazonas, Parnaíba e Solimões”.

Somado a essa afirmação, como complemento específico no que se refere a informação, Araújo e Gomes (2022, p. 151) “[...] especificam que no registro geológico das bacias sedimentares paleozóicas brasileiras, foram reconhecidos vários períodos de glaciações, dentre as quais observou-se a ocorrência de uma no final do devoniano”. Assim durante quase todo o

Devoniano, o clima do planeta era relativamente quente e não ocorreram muitas alterações até o fim da idade do Frasniano (382,7 – 372,2 milhões de anos).

Contudo, após essa idade o nível dos mares apresentou uma das maiores elevações já registradas, invadindo boa parte das áreas continentais, dando origem assim a mares epicontinentais e plataformas muito amplas. Essa elevação no nível dos mares subtraiu muita quantidade de CO₂ atmosférico e marinho, sendo agregado na forma de matéria orgânica e acumulado em sedimentos em condições pobres de oxigênio. Essa condição de absorção de CO₂ provocou um efeito estufa reverso promovendo um período de glaciação no final do Fameniano. Essa glaciação ocasionou a formação de geleiras na parte ocidental do Continente Gondwana, pois o nível do mar estava muito baixo e essa região estava localizada próximo ao Polo Sul (Caputo e Ponciano, 2009).

Ao levar em consideração a premissa de Oliveira (1997, p. 26), “[...] durante um período glacial, grandes mudanças ocorrem no registro geológico a nível mundial. Algumas evidências são observadas durante o Devoniano Superior e podem servir de suporte para atestar uma fase de refrigeração mundial.” Com base na afirmação citada, no mesmo estudo, Oliveira (1997, p. 27) comenta que “[...] a inibição do desenvolvimento de carbonatos e evaporitos no Fameniano, também apóia a hipótese de um evento de refrigeração mundial, impendendo a deposição bioquímica em clima frio”.

Assim sendo, é elencado por Caputo (1984) alguns fatores sobre a glaciação devoniana, sendo:

[...] mudanças de fácies, discordâncias e extinções bióticas no registro geológico mundial. No hemisfério sul, em áreas temperadas e tropicais que incluíam também grande parte da América do Norte, a glaciação devoniana reduziu drasticamente a precipitação de evaporitos (Caputo, 1984, p. 732).

As mudanças de posições do polo Sul da Terra são também observadas por Nogueira *et al.*, (2022, p. 137), onde é destacado que “[...] a migração do super continente Gondwana em direção ao Pólo Sul foi concomitante a fatores astronômicos como mudanças na rotação da Terra e diminuição da radiação solar que favoreceu o crescimento das camadas de gelo”. Por meio dessa afirmação observa-se que o movimento de rotação foi um grande contribuinte para que as camadas de gelo se proliferassem.

No que se refere ao período Fameniano (372,2 – 358,9 milhões de anos), para Oliveira (1997, p. 129), “[...] durante o Fameniano o paleopolo sul estava situado na região sudeste do Brasil (próximo das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro)”. Nesse ponto, destaca-se também

a alteração climática devido ao movimento de rotação da terra. De acordo com Barbosa (2014, p. 47), “[...] no Famenniano, a movimentação do supercontinente Gondwana para o polo sul posicionou a Bacia do Parnaíba em latitude entre 40°- 60°S”.

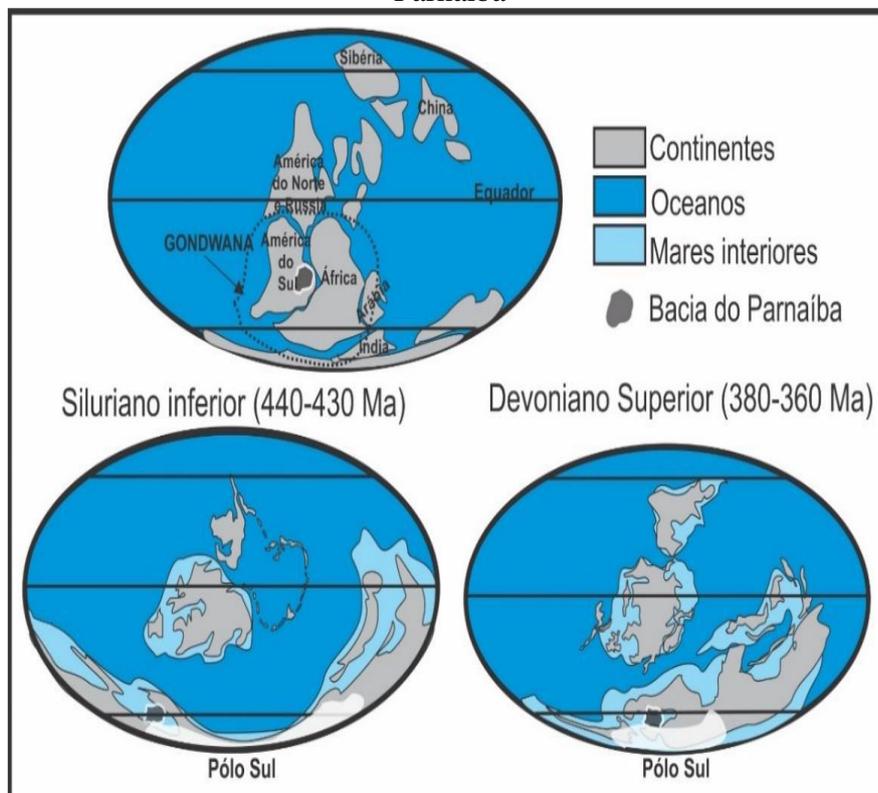
Barbosa (2014) explica que:

[...] a migração do paleocontinente Gondwana para regiões polares no Famenniano marca um período glacial na Bacia do Parnaíba. A queda da temperatura é acompanhada da instalação de geleiras costeiras, recuo do Mar Pimenteiras, exposição e erosão subglacial do delta Cabeças (Barbosa, 2014, p. 48).

Essa posição da bacia, quando ainda pertencia ao Supercontinente Gondwana Ocidental, lhe proporcionou mudanças climáticas significativas que ocasionaram a formação de geleiras por vastas áreas deste continente (Nogueira *et al.*, 2022, p. 12).

Com posição da América do Sul em latitudes muito elevadas durante o período Devoniano (Figura 3), as glaciações tiveram maior impacto sobre o território e sobre o paleoclima.

Figura 3 - Cenário paleoclimático do supercontinente Gondwana e localização da bacia do Parnaíba



Fonte: Nogueira *et al.*, (2022). Modificado.

Contudo, para a região estudada, a glaciação ocorrida na idade Fameniana (Final do Devoniano) não foi muito duradoura em relação à escala geológica. De acordo com Caputo e Ponciano (2009, p. 9), a duração da glaciação na Bacia do Parnaíba pode ser compreendida através das:

[...] fases glaciais expansiva e retrativa de geleiras teriam tido durações aproximadas de 1-1,5 Ma e 2,5-3 Ma, respectivamente. Portanto, em conjunto, ambas correspondem a uma duração de cerca de 3,5-4,5 Ma do período Devoniano. Entretanto, cerca de 500.000 anos antes do fim do Devoniano cessou a glaciação, iniciando a acumulação dos folhelhos da Formação Longá, ainda dentro da parte superior da Palinozona LN situada no Devoniano.

As glaciações do final do Devoniano não perduraram por tanto tempo. De acordo com Vettorazzi (2012, p. 24), “Antes do final do Devoniano, ocorreu o fim do período glacial, retornado as condições marinhas e a deposição da sequência Carnobífero-Mississipiana.”, isso se deu devido o período Devoniano ter sido relativamente quente e úmido.

Conforme aponta Oliveira (1997), a glaciação Devoniana e a glaciação Viseana foram demarcadas como eventos de um curto período glacial, inferior a três milhões de anos, e de caráter regional sendo considerados como intervalos de exceção glacial, pois, é caracterizado que o período entre o Siluriano Superior e o início do Carbonífero Inferior a Terra possuía um clima mais quente.

Essa glaciação também seria em decorrência da rápida movimentação do supercontinente Gondwana sobre o polo Sul, afetando principalmente as áreas que hoje correspondem à América do Sul e partes da África.

Algum tempo depois, estudos destacam que esse mesmo fenômeno glacial esteve presente em vários países africanos, e mais recente é reconhecido que essa glaciação também ocorreu na América do Norte.

Mais recentemente, pesquisadores americanos reconheceram que a parte leste dos Estados Unidos da América também apresenta vestígios de uma glaciação neodevoniana (diamictitos e laminitos com alguns seixos estriados e pingados), em uma faixa com cerca de 400 km de extensão, desde o Estado da Virgínia Ocidental ao Estado da Pensilvânia (Caputo e Ponciano, 2009, p.3).

À medida que novos estudos são desenvolvidos, mais áreas ou bacias sedimentares poderão revelar características glaciais pretéritas. A aproximação do paleocontinente Gondwana à região do polo Sul já era considerada uma possível causa dos eventos glaciais, não

apenas durante o Devoniano, mas também em períodos anteriores do Paleozoico. Como menciona Oliveira (1997, p. 22) informando que “[...] propuseram que o padrão das glaciações durante o Paleozóico Inferior e Superior no Gondwana representa a migração do supercontinente sobre o Polo Sul”.

Conforme é apontado por Nogueira *et al.*, (2022, p. 143), “[...] a unidade devoniana apresenta uma maior influência continental com o avanço de geleiras sobre regiões costeiras causando deformação glaciotectônica do substrato rochoso ou sedimentar”, e essa influência se dá devido ao aumento de temperatura, com isso, as geleiras se desprendem.

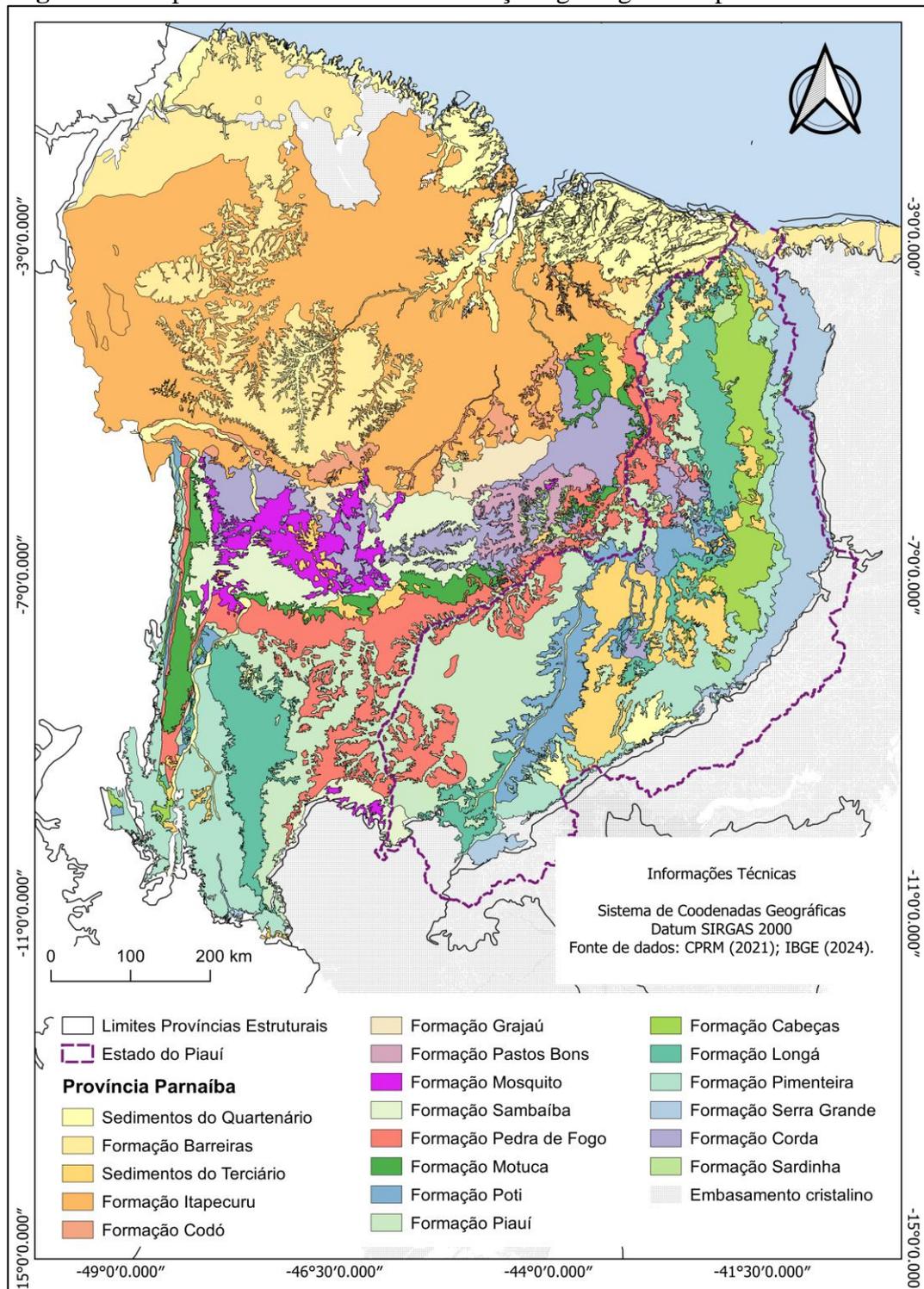
Glaciação na Formação Cabeças durante o Devoniano

O processo de glaciação no final do Devoniano, na Bacia do Parnaíba, é compreendido como um evento abrupto e breve, que provocou mudanças no relevo das formações Cabeças, Jaicós, Pimenteira e Itaim. Neste sentido, Caputo e Ponciano (2009, p. 8) enfatizam que “[...] em direção à margem oeste da bacia, os tilitos devonianos sobrepõem-se discordantemente aos pavimentos estriados, às unidades estratigráficas cada vez mais antigas e ao embasamento”.

A Formação Cabeças (Figura 4) integra o Grupo Canindé da Bacia Sedimentar do Parnaíba, sendo registrada nas duas bordas dessa bacia. Abrange uma extensa área, com afloramentos que podem atingir espessuras de até trezentos metros em sua borda leste. Sua ocorrência estende-se a partir da região do Rio Tocantins, área que apresenta antigos lineamentos tectônicos.

Na porção leste da Bacia do Parnaíba, a Formação Cabeças apresenta-se sob a forma de tabuleiros e escarpas abruptas, além de picos com assimetria observável nos afloramentos (Vettorazzi, 2012). De acordo com Barbosa (2014), o Grupo Canindé também é constituído por outras formações como Itaim, Pimenteiras, Longá e Poti, as quais foram depositadas de maneira discordante sobre a sequência siluriana.

Figura 4 – Depósitos sedimentares e Formações geológicas na província Parnaíba



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Sobre a Formação Cabeças, Caputo (1984, p. 727) a descreve:

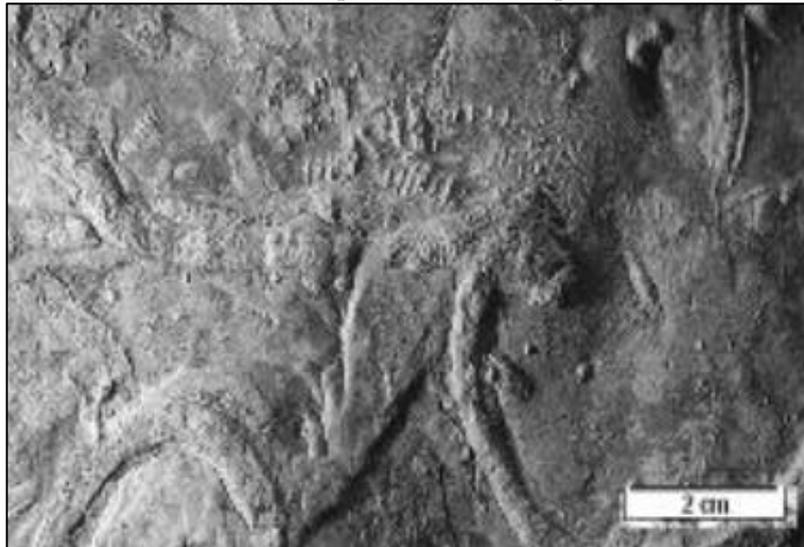
[...] com espessura máxima de 350m, é composta de arenito feldspático, fino a médio, às vezes grosseiro, cinza claro, com estratificação cruzada e seleção pobre a boa. Esta seção grada, em direção oeste, para diamictitos e, para

sudoeste, para diamictitos e arenitos pobremente estratificados e deformados com seixos e matacões dispersos. Os clastos consistem de quartzo, quartzito, conglomerado, gnaisse e rochas ígneas ácidas.

A Formação Cabeças é dividida ainda em três membros, chamados de Membro Passagem (inferior), Membro Oeiras (médio) e Membro Ipiranga (superior). O Membro Passagem é caracterizado por sua composição em arenitos estratificados, o Membro Oeiras é marcado por arenitos com estratificação cruzada, e o Membro Ipiranga é formado por arenitos maciços e em sua maioria grossos (Kegel, 1953).

Com relação a datação da Formação Cabeças, esta possui uma fonte mais atualizada e mais completa, baseando-se na ocorrência de icnofósseis (Figura 5) de trilobitas no km 305 da BR-316, e ainda há a evidência de fragmentos de algas e de licófitas terrestres, reforçando assim a datação para o período do Devoniano (Vettorazzi, 2012).

Figura 5 – Icnofóssil do devoniano (*Diplichnites ichnosp.*) encontrado no estado do Piauí



Fonte: Agostinho *et al.* (2012). Modificado.

Ao analisar alguns dados sobre a idade da Formação Cabeças e a datação da fauna do Membro Passagem, Andrade (1968) comenta que:

Por analogia com as bacias do Solimões e Amazonas, atribuída de fameniana para o topo da Formação Cabeças devido à presença dos diamictitos os quais apresentam a mesma idade destas bacias. Paralelamente, foi publicado um trabalho por estes autores com datação com base em biozonas de miósporos, atribuindo também idade fameniana (Vettorazzi, 2012, p. 21).

Essa idade é reforçada pelos estudos de Caputo, Iannuzzi e Fonseca (2005), que apontam a Formação Cabeças como Neodevoniana (Frasniano-Fameniano) em decorrência dos conteúdos palinológicos estudados, que permitem essa datação. Assim, também é possível datar a Formação Itaim como Eodevoniana, a Pimenteiras como Mesodevoniana a Neodevoniana e a Formação Longá como de idade Neodevoniana a Eocarbonífera.

Durante o Neodevoniano a Formação Cabeças também sofreu significativas influências climáticas de baixas temperaturas. Evidências desse período climático podem ser observados na litoestratigrafia dessa formação, como a presença de diamictitos, tilitos, pavimentos com estrias e sulcos paralelos, clastos polidos e estriados. Como início da glaciação na Formação Cabeças, Oliveira (1997, p. 127) destaca “o registro de estruturas deformacionais de derretimento nas camadas superiores de sedimentos clásticos litorâneos da Formação Cabeças marca possivelmente o início do período glacial”.

Em observação à Formação Cabeças, de acordo com Vettorazzi (2012, p. 58) são apontadas “[...] evidências de camadas de forma das diamictitos, pavimentos estriados e polígonos associados a *permafrost* indicam um nítido rebaixamento do nível do mar no limite Frasniano/Fameniano”. Esse rebaixamento do nível do mar resulta das mudanças ambientais globais. Barbosa (2014, p. 14) informa que Wilhelm Kegel fez “[...] a primeira indicação sobre estratos de origem glacial na porção superior da Formação Cabeças [...] que identificou diamictitos com seixos facetados e estriados de quartzo e de rochas cristalinas em testemunhos de sondagem”.

Com base nas características glaciais na Formação Cabeças e Feições Lineares encontradas nesta unidade, Oliveira (1997, p. 110) informa que:

[...] na porção sudeste da bacia, ocorrem fácies pré-glaciais da Formação Cabeças que realmente mostram típicos pavimentos estriados, gerados pelo deslocamento de grandes massas de gelo. Estes pavimentos são marcados pela existência de ressaltos e sulcos (cristas e calhas) linearizados, e com uma orientação bastante uniforme e retilínea.

Ao observar os diamictitos encontrados na Formação Cabeças, Rocha-Campos (1976, p. 116) explica que “[...] com base em características texturais e presença de clastos facetados e estriados interpretou o diamictito como tilito, supondo a sua extensão em subsuperfície em área relativamente extensa do sul do Maranhão”. Vale ressaltar que essa suposição se deu devido as características apresentadas pelos materiais observados. Caputo (1984) e Caputo e Ponciano (2009) comentam que na Formação Cabeças ocorrem clastos estriados, polidos e

facetados (Figura 6) nos municípios de Brejo do Piauí - PI, São Francisco do Piauí – PI, ao sul, e na bacia do Rio Tocantins, a oeste, próximo ao município de Pedro Afonso.

Figura 6 – Clastos polidos e facetados no município de Brejo do Piauí (PI)



Fonte: Acervo dos autores (2025).

Os diamictitos encontrados na porção ocidental da Bacia Sedimentar do Parnaíba são demarcados como pertencentes à parte superior da Formação Cabeças. Também são atribuídos a essa formação os depósitos e feições glaciais localizados no sul do Estado do Piauí (Rocha-Campos, 1976).

Como é destacado por Barbosa (2014, p. 111), “[...] os depósitos glaciais da Formação Cabeças estão concentrados principalmente na borda sudoeste da Bacia do Parnaíba. A distribuição geográfica destes depósitos sugere maior proximidade da capa de gelo polar a sul da bacia.” As características apresentadas na Formação Cabeças deixam claro a ocorrência de uma era glacial no final do período Devoniano, de idade Fameniana.

Ocorrem também nessa formação, ótimos registros de pavimentos estriados (figura 7) com boa preservação, sendo estes indícios incontestáveis dessa glaciação como, por exemplo, no município de Brejo do Piauí, estado do Piauí, na comunidade rural denominada de Calembre, encontra-se um pavimento estriado de aproximadamente 350 m² em boas condições de

preservação, apresentando-se em tons de cores marrom e laranja devido a ocorrência de óxidos de ferro na região.

Figura 7 – Pavimento Estriado de Calembre – Brejo do Piauí (PI)



Fonte: Acervo dos autores (2025).

A glaciação Neodevoniana na Formação Cabeças é defendida por Caputo, Iannuzzi e Fonseca (2005, p. 2) em decorrência de:

[...] matacões do embasamento alguns seixos estriados, polidos e facetados, pavimentos estriados, varvitos, alguns dos quais com seixos pingados. Esses tilitos ocorrem sobre o Cabeças Superior, Cabeças Inferior, Pimenteira Superior, Pimenteira Inferior e sobre o embasamento em Colinas do Tocantins, em direção à borda oeste da bacia, indicando a presença de uma extensa discordância relacionada com abrasão glacial e abaixamento do nível do mar.

Ademais, leva-se em consideração a observação feita por Vettorazzi (2012, p. 59), que sugere o paleoambiente da Formação Cabeças, sendo “[...] uma região com deposição proveniente de frente deltaica com influência fluvial e um regime de maré atuando de forma secundária, e ao topo uma frente glacial ocasionada pelo evento regressivo que ocorreu no fim do Devoniano”.

Com as observações das evidências encontradas por toda a Formação Cabeças como, por exemplo registros geológicos, é evidente a glaciação ocorrida no final do Devoniano nesta região.

Conclusão

A pesquisa desenvolveu uma revisão de literatura através de alguns autores que exploram a temática, os quais realizaram investigações na região da Bacia Sedimentar do Parnaíba. A revisão bibliográfica compreendeu trabalhos em forma de artigos científicos, livros, dissertações de mestrado e teses de doutorado que também abordam conceitos geomorfológicos, paleoclimáticos e geológicos.

Destaca-se que em análise às evidências encontradas na Bacia do Parnaíba, que apontam para uma era glacial no final do período Devoniano na idade Fameniana, por meio dos trabalhos de investigação e de campo realizados desde o começo do século passado, ou seja, é uma área com o grande potencial no viés científico.

O estudo trouxe uma descrição sobre algumas dessas evidências e características que ocorrem em ambientes que já sofreram glaciações em Eras pretéritas. E, por meio dos fatos e dados analisados, ponderou-se que mudanças ocorreram na geologia do planeta, mais precisamente durante o Neodevoniano que proporcionaram quedas acentuadas na temperatura do planeta.

Devido à posição do paleocontinente Gondwana, sua parte ocidental, passou por um período de cerca de 3,5 milhões de anos de glaciação, proporcionando à Bacia do Parnaíba a existência de grandes geleiras continentais e geomorfologia diferenciada. As características destacadas por esses autores reforçam a teoria da Tectônica de Placas, além de instigar maiores análises sobre as mudanças climáticas do planeta.

Por meio das literaturas pesquisadas e dados obtidos por este trabalho, concluiu-se que houve um período glacial na Bacia do Parnaíba durante o final do período do Devoniano (Fameniano), na Era Paleozoica, e que há diversas evidências geológicas que corroboram essa conclusão como por exemplo, rochas como diamictitos e tilitos encontrados por diversas áreas desta bacia sedimentar, pavimentos com estrias, clastos polidos e facetados.

Características da ação abrasiva de geleiras neste período resultaram na ocorrência dos pavimentos estriados e sulcos em substrato rochoso sedimentar, encontrados no Estado do Piauí, além de rochas (seixos) com faces polidas e estriadas.

Verificou-se que o conhecimento sobre as ações paleoclimáticas responsáveis pelo fenômeno estudado é de grande relevância. Este trabalho não pretende exaurir o tema, mas reconhece a necessidade de estudos mais aprofundados para uma melhor compreensão dessa dinâmica do passado geológico da Terra.

Referências

- AGOSTINHO, S. *et al.* Icnofósseis devonianos da Formação Pimenteira, Estado do Piauí, e suas aplicações paleoambientais e paleogeográficas. **Estudos Geológicos**, v. 22, n. 1, p. 117-130, 2012.
- ARAÚJO, L. A.; GOMES, E. R. Glaciação no Piauí: Um olhar sobre o Pavimento de estrias glaciais em Calembre, Brejo do Piauí. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 3, n. 3, 2022.
- ASSINE, M. L.; VESELY, F. F. **Ambientes glaciais. Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil**. São Paulo: Ed. Beca, p. 24-51, 2008.
- BARBOSA, R. C. de M. **Paleoambiente e proveniência da formação cabeças da bacia do Parnaíba**: evidências da glaciação famenniana e implicações na potencialidade do reservatório. Orientador: Afonso César Rodrigues Nogueira. 2014. 124 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/6345>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- CAPUTO, M. V. Glaciação neodevoniana no continente Gondwana Ocidental. *In: Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*. 1984. pág. 725.
- CAPUTO, M. V.; IANNUZZI, R.; FONSECA, V. M. M. da. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Parnaíba. **Fundação Paleontológica Phoenix**, v. 7, n. 81, p. 1-6, 2005.
- CAPUTO, M. V.; PONCIANO, L. C. M. O. O pavimento estriado de Calembre, Brejo do Piauí. *In: SCHOBENHAUS, C. et al. (org.). Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2009.
- CARNEIRO, C. D. R. Glaciação antiga no Brasil: parques geológicos do Varvito e da Rocha Moutonné nos municípios de Itu e Salto, SP. **Terræ Didática**, v. 12, n. 3, p. 209-219, 2016.
- CUKROV, N. **A glaciação neoproterozóica na porção sul do cráton do São Francisco e suas litofácies nas regiões de Jeiquitaí-MG e Cristalina-GO**. 1999. ix, 104 f., il. Dissertação (Mestrado em Geologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- GOÉS, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, v.8, n.1, p. 57-67. 1994.

KEGEL, W. Contribuição para o estudo do devoniano na Bacia do Parnaíba. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia – DNPM**, Rio de Janeiro, v. 141, p. 1-48, 1953. Disponível em:

http://acervo.cprm.gov.br/rpi_cprm/docreaderNET/docreader.aspx?bib=COLECAO_DNPM&PagFis=9390. Acesso em: 17 out. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5^o edição, Editora Atlas. São Paulo, 2003.

MARQUES, R. M. *et al.* **Bacia do Parnaíba: estado atual do conhecimento e possibilidades para a produção de gás natural**. 2011.

NOGUEIRA, A. C. R. *et al.* EVIDÊNCIAS DE ANTIGAS GLACIAÇÕES NO SERTÃO NORDESTINO. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 3, n. 3, 2022.

OLIVEIRA, M. J. de. **Caracterização faciológica de sedimentos glaciais da formação cabeças na borda sudoeste da Bacia do Parnaíba**. Orientador: Mário Vicente Caputo. 1997. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1997. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12017>. Acesso em: 22 abr. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROCHA-CAMPOS, A. C. Glaciações paleozóicas na América do Sul: uma revisão. **Actas**, v. 3, 1976.

ROSA, E. L. M. **Paleogeografia da Era Glacial Neopaleozoica na porção ocidental do Gondwana: resgate e análise crítica dos dados existentes**. Monografia (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Paraná, 68p, 2015.

SANTOS, M. E. de C. M.; DE CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. CPRM Serviço Geológico do Brasil, 2009.

VETTORAZZI, A. L. S. **Caracterização Geológica dos arenitos da Formação Cabeças (Devoniano) na borda leste da Bacia do Parnaíba**. Rio de Janeiro, 2012. Xxxi, 91f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CRedit Author Statement

- Reconhecimentos: Gostaria de agradecer alguém ou alguma instituição?** *Não.*
- Financiamento: Há fomento de alguma instituição?** *Não há.*
- Conflitos de interesse: Há conflitos de interesse?** *Não ocorreu.*
- Aprovação ética: O trabalho respeitou a ética durante a pesquisa?** *Sim.*
- Passou por algum comitê de ética?** *Não foi necessário.*
- Disponibilidade de dados e material: Os dados e materiais utilizados no trabalho estão disponíveis para acesso?** *Sim. São fontes bibliográficas disponíveis na internet.*
- Contribuições dos autores: Descrever a contribuição de cada autor na presente obra.** *Ambos os autores contribuíram para a escrita e desenvolvimento da pesquisa.*

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.
Revisão, formatação, normalização e tradução.

