



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 6, nº 1 (2020)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n1ID19849>



ESTRUTURAÇÃO REGIONAL PRÉ-CRETÁCEA DA IBIAPABA, NOROESTE DO ESTADO DO CEARÁ

Marcelo Martins de Moura-Fé¹

¹Doutor em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato/CE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0336-557X>

Email: marcelo.mourafe@urca.br

Resumo

A Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, percebe-se a necessidade de um maior conhecimento sobre sua evolução geomorfológica. Uma lacuna importante passa pelo conhecimento da estruturação dos substratos geológicos dos relevos que a compõem na porção verificada na região noroeste do estado do Ceará. Mais do que elementos passivos na paisagem, os aspectos litológicos, tectônicos e cronoestratigráficos, mesmo antigos, influenciam e até condicionam o arranjo geomorfológico em escala regional, o que ocorre na Ibiapaba. Assim, o objetivo principal desse trabalho é analisar os condicionamentos geológicos da estruturação regional de idade pré-cretácea na geomorfologia da Ibiapaba em sua porção setentrional, região noroeste do Ceará. Metodologicamente foram utilizados os pressupostos teóricos da ciência geomorfológica, com ênfase na análise morfoestrutural. Por sua vez, o contingente técnico da pesquisa compartimentou-se em etapas de gabinete, com detalhados e criteriosos levantamentos bibliográfico e cartográfico, na realização de levantamentos de campo e na análise integrada de todos os dados na etapa de laboratório, com ênfase nos mapeamentos temáticos da Ibiapaba e região. Os resultados alcançados permitem fazer uma análise dos condicionantes geológicos de idade pré-cretácea para o atual quadro geomorfológico da Ibiapaba, condição básica para o conhecimento do relevo e seus aspectos evolutivos.

Palavras-chave: Evolução Geomorfológica; Geomorfologia Estrutural; Patrimônio Geomorfológico.

PRE-CRETACIC REGIONAL STRUCTURING OF IBIAPABA, NORTHWEST OF THE STATE OF CEARÁ

Abstract

Ibiapaba has gaps in its natural history and, therefore, there is a need for greater knowledge about its geomorphological evolution. An important gap is the knowledge of the structure of the geological substrates of the reliefs that compose it in the portion

verified in the northwest region of Ceará. More than passive elements in the landscape, the lithological, tectonic and chronostratigraphic aspects, even old ones, influence and even condition the geomorphological arrangement on a regional scale, which occurs in Ibiapaba. Thus, the main objective of this work is to analyze the geological conditioning of the regional structure of pre-Cretaceous age in the geomorphology of Ibiapaba in its northern portion, northwestern Ceará. Methodologically, the theoretical assumptions of geomorphological science were used, with an emphasis on morphostructural analysis. In turn, the technical contingent of the research is divided into cabinet stages, with detailed bibliographic and cartographic surveys, field surveys and integrated analysis of all data in the laboratory stage, with an emphasis on thematic mappings Ibiapaba and region. The results achieved allow an analysis of the geological conditions of pre-Cretaceous age for the current geomorphological picture of Ibiapaba, a basic condition for the knowledge of the relief and its evolutionary aspects.

Keywords: Geomorphological evolution; Structural Geomorphology; Geomorphological Heritage.

ESTRUCTURACIÓN REGIONAL PRE-CRETÁCEA DE IBIAPABA, NOROESTE DEL ESTADO DE CEARÁ

Resumen

Ibiapaba tiene lagunas en su historia natural y, por lo tanto, es necesario un mayor conocimiento sobre su evolución geomorfológica. Una brecha importante es el conocimiento de la estructura de los sustratos geológicos de los relieves que lo componen en la porción verificada en la región noroeste del Ceará. Más que elementos pasivos en el paisaje, los aspectos litológicos, tectónicos y cronoestratigráficos, incluso los antiguos, influyen e incluso condicionan la disposición geomorfológica a escala regional, que ocurre en Ibiapaba. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es analizar las condiciones geológicas de la estructura regional de la edad pre-Cretácica en la geomorfología de Ibiapaba en su porción norte, región noroeste de Ceará. Metodológicamente, se utilizaron los supuestos teóricos de la ciencia geomorfológica, con énfasis en el análisis morfoestrutural. A su vez, el contingente técnico de la investigación se divide en etapas de gabinete, con encuestas bibliográficas y cartográficas detalladas y cuidadosas, encuestas de campo y análisis integrado de todos los datos en la etapa de laboratorio, con énfasis en mapeos temáticos de la Ibiapaba y

región. Los resultados logrados permiten un análisis de las condiciones geológicas de la edad pre-Cretácica para la imagen geomorfológica actual de Ibiapaba, una condición básica para el conocimiento del relieve y sus aspectos evolutivos.

Palabras-clave: Evolución geomorfológica. Geomorfología Estructural. Patrimonio Geomorfológico.

1. INTRODUÇÃO

A Ibiapaba pertence ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, feições geomorfológicas importantes para o estado do Ceará e para a região Nordeste do Brasil como um todo, um extenso e importante relevo que apresenta lacunas em sua história natural. Uma lacuna importante se dá acerca do conhecimento da estruturação dos substratos geológicos dos relevos que compõem a paisagem da Ibiapaba e suas áreas adjacentes.

Como se sabe, mais que elementos passivos na paisagem, os aspectos litológicos, tectônicos e cronoestratigráficos, mesmo antigos, muitas vezes influenciam e, por vezes, até condicionam o arranjo geomorfológico em escala regional, o que ocorre na Ibiapaba (MOURA-FÉ, 2015). Assim, o objetivo principal aqui é analisar os condicionamentos geológicos da estruturação regional de idade pré-cretácea na geomorfologia atual da Ibiapaba em sua porção setentrional, região noroeste do estado do Ceará.

As dimensões regionais da Ibiapaba (estende-se por cerca de 380 km ao longo do limite oeste do Ceará) e a dificuldade em se trabalhar todo o modelado no período de vigência da pesquisa, determinaram a escolha de um fragmento para a realização do estudo. Além disso, foram considerados de forma criteriosa e com base no conhecimento prévio da região, os elementos logísticos e, sobretudo, as características geográficas e geomorfológicas mais significativas, as quais pudessem dar respostas mais rápidas e satisfatórias às questões feitas dentro do objetivo proposto.

Com base nesses critérios, realizou-se um recorte espacial do modelado (Figura 1), privilegiando os setores centro-norte e norte da Ibiapaba, bem como os respectivos entornos setentrional e oriental, as quais compõem a região noroeste do Ceará, fundamentais para analisar, a partir dos condicionantes estruturais, a diferenciação morfológica que se estabeleceu entre os setores norte e leste e para o entendimento evolutivo da região.

2. METODOLOGIA

O roteiro metodológico percorrido é compartimentado em duas linhas: (1) no embasamento teórico, centrado na abordagem morfoestrutural geomorfológica, a qual passa pela caracterização geológica em seus aspectos estruturais e litológicos, e (2) na utilização de um contingente técnico, compartimentado em etapas de gabinete, campo e laboratório.

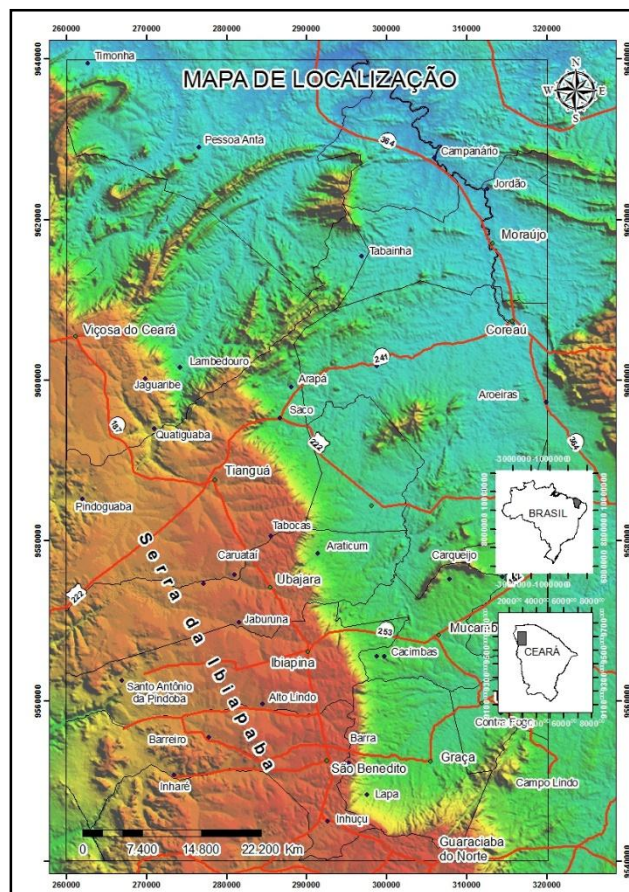


Figura 1 – Mapa de localização da Ibiapaba setentrional. Fonte: Moura-Fé (2015).

Em gabinete foi feito um levantamento bibliográfico que abordou a produção científica associada aos temas de pesquisa propostos, feita, sobretudo, por meio do portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), objetivando a seleção e *download* de artigos científicos relevantes e atuais.

Também em gabinete, o levantamento cartográfico feito selecionou mapas temáticos, imagens de satélite, arquivos vetoriais e imagens de radar, cartas topográficas e imagem SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica de Radar Transportado), da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), escala 1:250.000 (1998), utilizada nas análises regionais, mas não apresentada em todos os materiais elaborados em laboratório.

As etapas de campo foram realizadas em diferentes momentos da pesquisa, feitos em dias consecutivos, com percurso, datas e objetivos pré-determinados. Os levantamentos foram concentrados em segmentos distintos da região, visando dar maior celeridade à realização das atividades. Em todas foram feitos registros fotográficos, das características topográficas, morfométricas, morfoestruturais e morfoestratigráficas dos relevos e seus contatos, além da determinação das coordenadas UTM dos elementos abordados.

Por fim, as atividades de laboratório consistiram em análises detalhadas, tanto de material impresso quanto digital de diversos mapas e cartas, a saber: mapa geológico do estado do Ceará, na escala 1:500.000; Mapa morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e Paraíba (CPRM, 2003), cartas topográficas da SUDENE (1977), escala de 1: 100.000, dentre outras.

Análises de Imagens do satélite disponíveis no *software* Google Earth permitiram a interpretação sistemática da área em diversas escalas, em modelo 3-D, além de permitir a elaboração de perfis topográficos, os quais também foram elaborados por meio de *software* Global Mapper. Todo o mapeamento foi elaborado através do *software* ArcGIS / ArcMap.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Contexto Tectônico

Em uma escala ampla, a Ibiapaba está situada no contexto tectônico da Província Parnaíba, tendo como substrato predominante as litologias concernentes ao Grupo Serra Grande, em contraponto com a diversidade litoestratigráfica verificada nos seus contatos à leste e ao norte, correspondentes à outra província, a Província Borborema (CPRM, 2003).

A área de estudo, delimitada em destaque na Figura 2, apresenta o predomínio ocidental da **Província Parnaíba (PP)**, que corresponde exatamente à Ibiapaba, numa clara proximidade entre estrutura e relevo. Praticamente na mesma proporção espacial, nas porções norte e leste da área, aflora a **Província Borborema**, mais precisamente, o subdomínio Médio Coreau (SDMC), em um contexto regional topograficamente mais baixo em relação à PP.

Basicamente, o subdomínio Médio Coreau comporta um sistema de dobramentos marginais do Médio Coreau e um sistema de falhas paralelas de direção NE-SO, estruturando-se em uma sucessão de *horsts* e grábens, orientados conforme esse sistema de falhas, indicando uma significativa mobilidade tectônica da região no final do pré-Cambriano e no Paleozoico Inferior, com reativações secundárias em períodos mais recentes (COSTA et al., 1979; HASUI, 2012a; PIRES, 2003; SANTOS et al., 1984).

Delimitado a SO pela bacia do Parnaíba e a SE pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (ZCS), o SDMC é compartimentado tectonicamente em 4 blocos tectônicos, os quais correspondem a uma alternância de *horsts* e grábens (Figura 3): *horst* de Granja, gráben Martinópole, *horst* Tucunduba e o gráben Ubajara-Jaibaras (COSTA et al., 1979; PIRES, 2003), onde todos apresentam contato direto com as vertentes norte e leste da Ibiapaba.

Esse amplo quadro tectônico é o primeiro condicionante sobre o relevo da região estudada, pois perfaz a sua macro-estruturação topográfica, ao passo que, ao longo dos *horsts* temos os relevos mais elevados na região de contato com a Ibiapaba; e nos grábens temos altitudes menores e a maior captação das águas nas bacias hidrográficas da região e, por conseguinte, o desenvolvimento dos maiores cursos d'água.

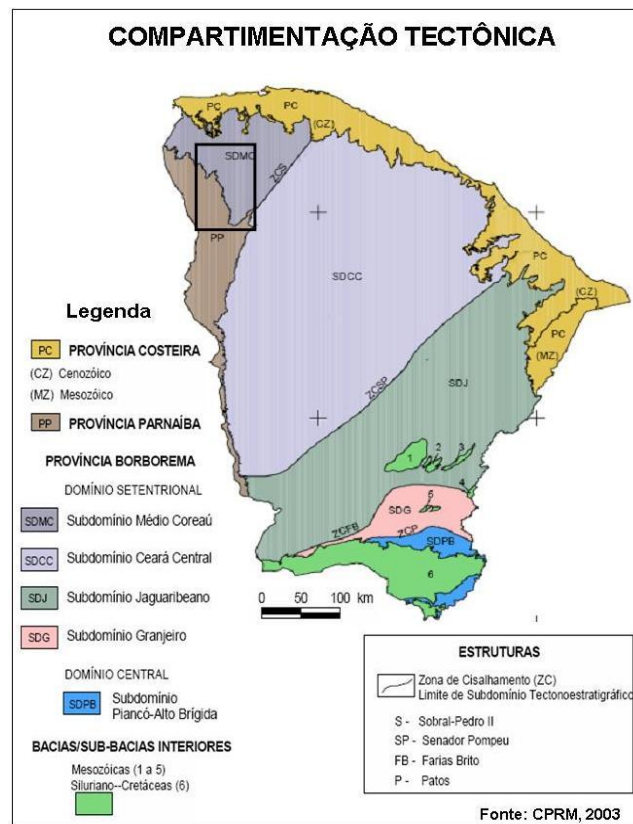


Figura 2 – Compartimentação tectônica do estado do Ceará. Em destaque, a Ibiapaba setentrional. Fonte: CPRM (2003). Adap. Moura-Fé (2015).

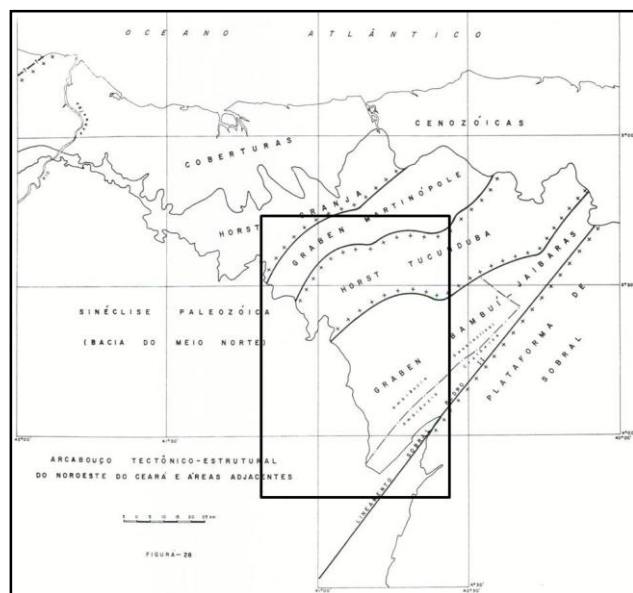


Figura 3 – Compartimentação regional tectono-estrutural da região NO do Ceará. Fonte: Costa et al. (1979). Adap. Moura-Fé (2015).

Associada à essa macro-compartimentação geomorfológica básica atual, sobre esses compartimentos tectônicos verifica-se uma significativa diversidade litoestratigráfica (Figura 4), cuja idade é **pré-cretácea** em boa parte, a qual deve ser considerada para a evolução geomorfológica ao proporcionar diferentes padrões intempérico-erosivos aos modelados dos quais são substrato.

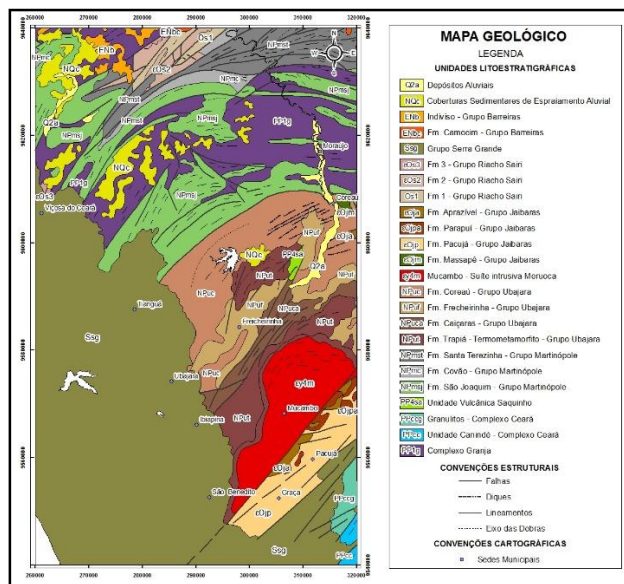


Figura 4 – Mapa Geológico da Ibiapaba setentrional. Fonte: Moura-Fé (2015).

3.2. Estruturação da Província Borborema

A evolução pré-cretácea, mais precisamente, de idade neoproterozoica da Província Borborema, aflorante nos segmentos leste e norte da área de estudo, é caracterizada pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento em escala continental (VAUCHEZ et al., 1995), com a presença de fases de plutonismo granítico (BRITO NEVES et al., 2003), os quais se configuram morfologicamente na paisagem atual como inselbergues e maciços de pequeno porte, parte interessante da configuração morfoestrutural da paisagem atual da Ibiapaba e seu entorno (Figura 5), resultante, em boa parte, da estruturação pré-cretácea da região.

O SDMC compreende um cinturão Brasileiro formado durante a aglutinação do Gondwana (SANTOS et al., 2008), porém, algumas de suas litologias foram formadas anteriormente, durante o paleoproterozoico, como os gnaisses do **Complexo Granja**, possivelmente na sua etapa distensiva (HASUI, 2012b). Por correlação, as litologias do **Complexo Ceará** também deve ter suas origens remontadas ao Ciclo Transamazônico.

A organização geral do cinturão Brasileiro / Pan-Africano, o Ciclo Brasileiro pode ser observado na Figura 6.

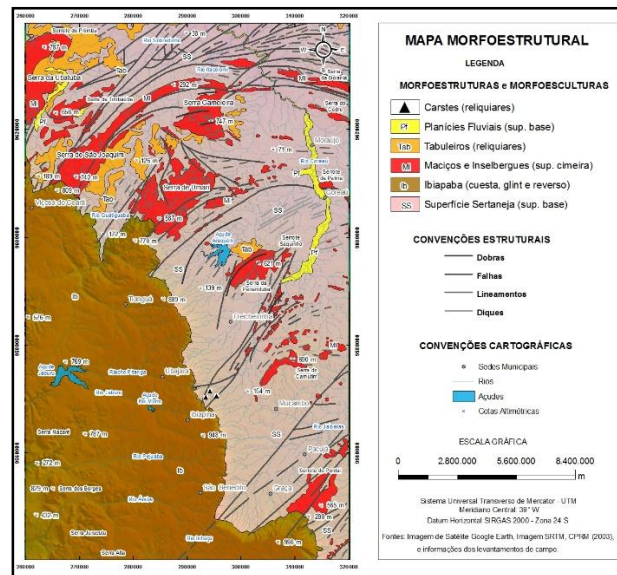


Figura 5 – Mapa Morfoestrutural da Ibiapaba setentrional. Fonte: Moura-Fé (2015).

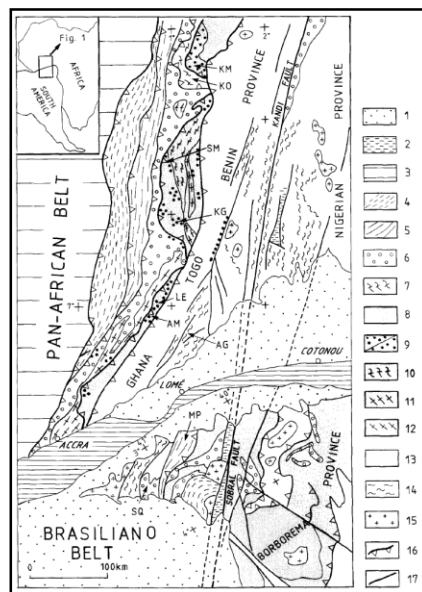


Figura 6 – Cinturão Pan-Africano / Brasileiro. Fonte: CASTAING et al. (1994). Encaixe neoproterozoico das unidades litotectônicas dos cinturões Pan-Africano e Brasileiro em Gana-Togo-Benin e no Nordeste do Brasil. Legenda: Cinturão Brasileiro: 1-Mesozoico-Cenozoico; 2-Cambriano; 4-Grupo Ubajara; 5-Filitos do Grupo Martinópolis; 6-Metaquartzito; 8-Grupo monocíclico Ceará; 13-Embasamento arqueano retrabalhado; 14-Granulito; 15-Granito do Brasileiro Superior; 16-Thrust; 17-Zona de cisalhamento transcorrente; MP=Filito Martinópolis; SQ = Metaquartzito São Joaquim.

Desde então, a Província Borborema passou por outros processos tectônicos, resultando na sua configuração atual, dotada de diversas zonas de cisalhamento de direção NE-SO (NOGUEIRA NETO et al., 1990), vide figura 5. De maneira geral, o embasamento paleoproterozóico é composto de gnaisses migmatíticos e granulitos, cobertos por rochas do Paleoproterozóico tardio e Neoproterozóico, intrudidas por granitos sin a pós-tectônicos (SANTOS et al., 2008).

Identificando a gênese das demais litologias da área de estudo (vide figura 4), voltando ao período pós-Ciclo Transamazônico (ainda no paleoproterozóico), a **Unidade Vulcânica Saquinho** marca um processo de magmatismo associado ao rifteamento intracontinental e constitui uma klippe sobre o **Grupo Ubajara** (HASUI, 2012b).

A fissão do Rodínia (Neoproterozoico Inferior) se deu em um processo de rifte e drifte bem demarcados tanto no Brasil quanto na África. No caso sul-americano, ocorreu por volta de 950 e 850 Ma, resultando em diversos descendentes, cujos grandes blocos desenvolveram amplas coberturas neoproterozoicas em condições de estabilidade e evoluíram para a constituição posterior dos crátons sin-brasileiros, ao longo do processo de articulação do Pannotia/Gondwana (BRITO NEVES, 1999). Ainda no Neoproterozóico, o SDMC acolheu essas coberturas neoproterozoicas, que constituiriam a base do pacote metavulcanossedimentar do **Grupo Martinópole** (780 Ma) e do pacote metassedimentar do **Grupo Ubajara**, ambos em ambiente marinho, mas que, na segunda unidade, passou de marinho para fluviomarinho (HASUI, 2012b), a partir do recuo do oceano Atlântico, então em formação.

O desenvolvimento do Ciclo Brasileiro começou no início do Neoproterozóico e foi ainda mais importante para a evolução estrutural dessas antigas litologias (BRITO NEVES; CAMPOS NETO; FUCK, 1999) da região Noroeste do Ceará. Por volta de 650 Ma ocorreu o metamorfismo de médio grau do **Grupo Martinópole**, nas formações Goiabeira e São Joaquim, e de baixo grau a incipiente nas outras 2 formações (Covão e Santa Terezinha). Por sua vez, a deformação dessas formações deu-se entre 620-590 Ma (Neoproterozoico Superior), por tectônica tangencial gerando uma pilha de nappes de convergência para NO, seguida de forte tectônica transcorrente, que originou o Cinturão de Cisalhamento NO do Ceará, o qual sustenta maciços quartzíticos no contato setentrional com a Ibiapaba (HASUI, 2012b).

Ainda no período final do Proterozoico e início do Paleozoico, o Complexo Granja foi metamorfizado em médio e alto graus, mais ou menos migmatizada e fortemente deformada no período 560-550 Ma, pelo Ciclo Brasileiro. Ainda nesse ciclo e sob regime distensivo, instalaram-se bacias de molassa (graben Ubajara-Jaibaras) e intrusões granitoides de 530 Ma (**Suíte Meruoca, granitoide Mucambo**), comumente conectadas no Sistema Borborema e associadas com a ZCS (Transbrasileira) a SE, e Café-Ipueiras a NO (HASUI, 2012b).

Especificamente em relação ao gráben Jaibaras, essa feição alongada NE-SO é resultado de reativações de descontinuidades miloníticas crustais pertencentes ao Lineamento Transbrasileiro, cuja evolução foi dominada por uma forte atividade magmática (OLIVEIRA, 2001), logo após o Ciclo Brasileiro na Província Borborema (OLIVEIRA et al., 2001), bem registrada em diversas regiões do estado do Ceará.

A evolução magmática específica do gráben Jaibaras compreende basicamente 4 eventos, separados temporal e espacialmente. A 1ª fase envolveu o enxame de diques Coreau e representa o pulso tectônico inicial de abertura do rifte. Com a continuidade do rompimento, a reativação de zonas de cisalhamento mais profundas (2ª fase), originou o alojamento do plúton do Mucambo durante o Cambriano Inferior, anterior à fase principal de preenchimento do rifte. A sedimentação da bacia (3ª fase) foi acompanhada por um grande volume de vulcanismo, composta majoritariamente por basaltos de inundação, diques e soleiras. O plúton da Meruoca é a 4ª e última manifestação ígnea relacionada com essa bacia, já no Cambriano Superior (OLIVEIRA, 2000; 2001).

Em relação ao **granitoide Mucambo da Suíte Intrusiva Meruoca**, sua intrusão está associada ao 3º intervalo de magmatismo granítico ocorrente na Província Borborema (545-520 Ma), ao passo que os dois primeiros foram no final do Neoproterozóico (FERREIRA et al., 2004; MIZUSAKI et al., 2002).

A contínua convergência associada ao Ciclo Brasileiro foi responsável, em suma, pelo surgimento de zonas transcorrentes (560 Ma), originando extensas zonas de cisalhamento NE-SO e L-O na Província Borborema e na correspondente província Oeste Africana. Isso condicionou de forma significativa toda a rede hidrográfica da região e, por conseguinte, os padrões de drenagem e dissecação regional do modelado (SANTOS et al., 2008).

Relacionado à subsequente formação da bacia do Parnaíba, o surgimento do gráben Ubajara-Jaibaras se deu com o evento extensional, associado aos processos de reativação ao longo da zona de cisalhamento Transbrasileira, em uma fase de intenso fraturamento, cuja rígida tectônica quebrável afetou de forma significativa as formações Massapê e Pacujá (formações basais do Grupo Jaibaras) (ALMEIDA; ANDRADE FILHO, 1999; GORAYEB et al., 2011; OLIVEIRA; MOHRIAK, 2003).

A **Formação Parapuú** marca o evento seguinte, na forma de uma complexa suíte de rochas vulcânicas (basálticas, predominantemente), representada por derrames de lavas, elementos piroclásticos e termos sub-vulcânicos (COSTA et al., 1979; SANTOS et al., 1984). Pertencente ao 1º estágio magmático representativo da província, sua formação se deu no final do Neoproterozóico e início do Paleozoico, relacionada à fase rifte do gráben Ubajara-Jaibaras (MIZUSAKI et al., 2002; NASCIMENTO; GORAYEB, 2004).

As rochas da Formação Parapuú são intimamente relacionadas ao gráben Ubajara-Jaibaras, mas esse magmatismo também se manifestou fora dele (ALMEIDA; ANDRADE FILHO, 1999; COSTA et al., 1979). Embora a continuidade desses derrames para as áreas adjacentes (*horsts*) tenha sido amplamente erodida – provavelmente no transcorrer do soerguimento dessas estruturas, seus registros estão guardados nos depósitos sedimentares da Formação Aprazível que cobrem, em discordância erosiva, todo o conjunto de rochas mais antigas do Grupo Ubajara (NASCIMENTO; GORAYEB, 2004).

O final do Pré-cambriano/Proterozoico e início do Fanerozoico/Paleozoico passa a caracterizar um período de transição pós-orogênica brasileira para um período de estabilização da Província Borborema (MABESSONE, 2002), onde os processos de desagregação predominaram. Desta forma, as litologias relatadas neste item foram erodidas e truncadas

indistintamente e apresentam-se geomorfologicamente apenas como uma ampla superfície rebaixada topograficamente, plana a suavemente ondulada, a superfície sertaneja, com exceção do contato com a Ibiapaba, onde suas rochas antigas estão soerguidas, conformando um contato em glint (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007; CLAUDINO-SALES e LIRA, 2011), conforme pode ser visto no perfil morfoestrutural na Figura 7.

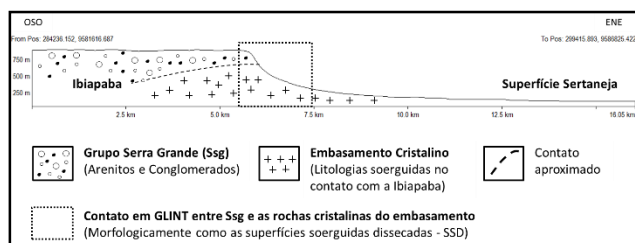


Figura 7 – Perfil morfoestrutural contato em glint da Ibiapaba. Fonte: Moura-Fé (2015).

Todavia, apesar da tendência à estabilidade tectônica, as últimas manifestações do Ciclo Brasileiro se deram no início do Paleozoico, consistindo em intrusões de diques de diabásio, de granitoides pós-tectônicos de até 460 Ma e na implantação de bacias de molassa nos dois domínios (ALMEIDA; BRITO NEVES; CARNEIRO, 2000; HASUI, 2012b). Assim, após esses eventos, o padrão estrutural do embasamento cristalino na região é herdado, principalmente, do Ciclo Brasileiro (FETTER et al., 1999; PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2003), com destaque para as diversas zonas de cisalhamento de direção NE-SO (NOGUEIRA NETO et al., 1990).

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos eventos e processos relacionados à história estrutural proterozoica do embasamento cristalino, e seus correlatos reflexos geomorfológicos, tectônicos e litológicos.

3.3. Província Parnaíba Pré-Cretácea

Na Plataforma Sul-Americana, a porção continental estável da placa Sul-americana, há várias evidências de processos extensionais, puros e, sobretudo, simples (transtracionais), resultantes do final do Ciclo Brasileiro (ALMEIDA et al., 1981; ALMEIDA; BRITO NEVES; CARNEIRO, 2000; BRITO NEVES, 1999; HASUI, 2012a; POPP, 2012) e distribuídos desigualmente entre 590 e 500 Ma em todas as províncias estruturais (localmente adentrando em províncias cratônicas), sendo responsáveis pela formação de bacias transtensionais ao longo de zonas de cisalhamento e permitindo a formação de bacias intracratônicas (BRITO NEVES, 1999; SUGUIO, 2003).

Ao longo do Paleozoico inferior, sobre o embasamento da região NO do Ceará, riftes intracontinentais (SCHOBENHAUS et al., 1984) foram abertos em função da fissão do Pannotia (DANTAS et al., 1999), cujas forças associadas produziram grábens, nos quais foram desenvolvidas largas sinéclises onde se originaram bacias intracratônicas (ALMEIDA; BRITO NEVES; CARNEIRO, 2000).

EVOLUÇÃO ESTRUTURAL PROTEROZOICA DO SUBDOMÍNIO MÉDIO COREAÚ / PROVÍNCIA BORBOREMA (EMBASAMENTO CRISTALINO)					
Éon	Era	Período	Idade (Ma)	Evento Tectônico	Reflexos Tectônicos / Litológicos e Geomorfológicos
Proterozoico	Neoproterozoico	Ediacárico	635	Final do Ciclo Brasileiro Précoce (850-620 Ma)	- Movimentos orogênicos e desenvolvimento de zonas de cisalhamento NE-SO e L-O na região NO do Ceará (560-540 Ma); - Formação do graben Jaibaras. - Metamorfização, migmatização e deformação do Complexo Granja (560-550 Ma); - Deformação (620-590 Ma) e exumação do Grupo Martinópolis.
		Cryogenico	850	Início do Ciclo Brasileiro Précoce (850-620 Ma)	- Deposição (780 Ma) e Metamorfismo (650 Ma) do Grupo Martinópolis; - Preenchimento do graben Martinópolis.
		Tônico	1.000	Fissão da Rodínia (1,0-0,85 Ga)	- Erosão dos blocos descendentes dessa fissão e desenvolvimento de amplas coberturas neoproterozoicas, base das pacotes sedimentares dos grupos Martinópolis e Ubajara; - Abertura dos grabens Martinópolis e Ubajara-Jaibaras. - Fases rífe e drifte bem demarcadas no Brasil (950-850 Ma);
	Mesoproterozoico	Superior	1.600	Fusão diacrônica do supercontinente Rodínia - 1ª etapa (1,45-1,3 Ga)	- Sem influência estrutural na região Nordeste do Brasil. Permanência das condições estruturais derivadas do Ciclo Transamazônico.
			1.800	Fissão da Atlântica / final do Ciclo Transamazônico	- Permanência das condições estruturais derivadas do Ciclo Transamazônico; - Ocorrência de magmatismo de pequena monta - Unidade Vulcânica Sapinho.
	Paleoproterozoico	Sídenico	2.050	Fusão do supercontinente Atlântica / Início do Ciclo Transamazônico	- Estruturação do Complexo Granja, do embasamento de Senador Sá (NO do Ceará) - 2,35 Ga, dos maciços que formam o embasamento da Bacia do Parnaíba (Granja Norte, Granja Sul, Monte Alegre de Goiás e Parnaíba).
			2.300		
			2.500		

Quadro 1 – Síntese da evolução estrutural proterozoica. Fonte: Vários autores. Org. Moura Fé (2015). Idades: IUGS (2013).

Assim, durante o eocarbônico (ou eocarbonífero), ocorreu a definição estrutural das grandes bacias intracratônicas brasileiras: Amazonas, Parnaíba, Paraná e Solimões (PEREIRA et al., 2012; PETRI e FÚLFARO, 1983), dotadas de características comuns, associadas tanto à carência de deformações estruturais intensas (THOMAZ-FILHO et al., 2000; THOMAZ-FILHO; MIZUSAKI; ANTONIOLI, 2008), quanto à fase de sedimentação intracratônica marcada por diversos ciclos deposicionais (MOHRIAK, 2012), com condições de sedimentação muito semelhantes ao longo do Paleozoico (PIRES, 2003).

Todavia, especificamente, considera-se que a bacia do Parnaíba tenha sido iniciada já no Silúrico, desenvolvendo-se sobre o embasamento neoproterozoico a partir da subsidência ao longo dos lineamentos Transbrasileiro e Santa Inês, heranças tectônicas pré-cambrianas marcantes para toda a sua evolução (ALMEIDA e CARNEIRO, 2004; CORDANI; BRITO NEVES; THOMAZ FILHO, 2009; CUNHA, 1993), ao passo que as mais significativas fraturas e falhas herdadas controlaram as direções dos eixos deposicionais da bacia até o Eocarbônico (VAZ et al., 2007).

Portanto, estreitamente relacionada ao Ciclo Brasileiro, a formação inicial da bacia do Parnaíba caracteriza-se pela abertura de grábens e acumulação de fácies de molassa cambro-ordovicianas, comumente associadas a vulcanismos ácido ou intermediário que compõem o Grupo Jaibaras (ALMEIDA; BRITO NEVES; CARNEIRO, 2000; CARNEIRO et al., 2012; CASTRO et al., 2014; SAADI; TORQUATO, 1992; SUGUIO, 2003) e a Formação Parapuú (NASCIMENTO; GORAYEB, 2004).

Segundo Pires (2003), a evolução da bacia Parnaíba se deu em duas fases: (1) **Talassocrática**: desenvolvida entre o Eosilúrico e o Eocarbônico (440-350 Ma), caracterizada por

sucessivas transgressões e regressões marinhas; e (2) **Geocrática**: entre o Neocarboneo e o Triássico (350-250 Ma), por deposição continental e episódicas ingressões marinhas. De forma associada à essa evolução, a sucessão de rochas sedimentares e magmáticas da bacia do Parnaíba é disposta em 5 supersequências: (1) Siluriana, (2) Mesodevoniânica-Eocarboneo, (3) Neocarboneo-Eotriássica, (4) Jurássica e (5) Cretácea, onde a eustasia foi o fator primordial no controle dos ciclos transgressivos-regressivos e, consequentemente, das discordâncias que se estendem por toda a bacia e que definem os limites dessas supersequências (VAZ et al., 2007).

A 1ª supersequência relaciona-se estritamente ao **Grupo Serra Grande**, o qual demarca o início de uma ingressão marinha. O caráter grosseiro dos arenitos e conglomerados da **Formação Ipu** (formação inferior) indica condições de águas rasas e agitadas, em ambiente nerítico, com abaixamento rápido e contínuo da bacia de sedimentação, coberta por extensa lâmina d'água, que só atingiu profundidades maiores na fase final de sedimentação do grupo, com a sedimentação mais estável dos arenitos finos (COSTA et al., 1979).

A **Formação Tianguá** (formação intermediária) representa a superfície de inundação máxima e as camadas da **Formação Jaicós** (formação superior), o intervalo regressivo dessa sequência, cujas fácies indicam deposição por sistemas fluviais, deltaicos e plataformais, em ambientes continental, transicional e marinho raso (GÓES; FEIJÓ, 1994).

Do Ordovícico/Siluriano ao Mississípico (Carboneo inferior) a sedimentação foi clástica, predominantemente marinha, marcada por acentuada subsidência na borda leste com atuação da direção NE e NO (SANTOS; CARVALHO, 2009). Do Pennsylvânico (Neocarboneo) até o Jurássico (Mesozoico médio), os depocentros deslocaram-se para a parte central da bacia do Parnaíba, onde a sedimentação passou a ter um padrão concêntrico e a forma externa da bacia tornou-se ovalada, típica de uma sinéclise interior (VAZ et al., 2007).

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos eventos e processos relacionados à história estrutural paleozoica da bacia do Parnaíba, com registro dos episódios pretéritos relacionados ao Ciclo Brasileiro, com seus reflexos tectônicos, litoestratigráficos e geomorfológicos, sobretudo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos litológicos, tectônicos e cronoestratigráficos, mesmo antigos, muitas vezes, influenciam e, por vezes, até condicionam o arranjo geomorfológico em escala regional, o que ocorre na Ibiapaba e suas províncias tectônicas: Parnaíba e Borborema, mais precisamente, o seu subdomínio Médio Coreau (SDMC), por sua vez, estruturado em uma sucessão de *horsts* e *grábens*. Esse macro quadro tectônico é o primeiro condicionante sobre o relevo da região, perfazendo a macro-estruturação topográfica, ao passo que ao longo dos *horsts* temos os relevos mais elevados na região de contato com a Ibiapaba; e nos *grábens* temos altitudes menores e a maior captação das águas nas bacias hidrográficas da região e, por conseguinte, o desenvolvimento dos maiores cursos d'água.

EVOLUÇÃO ESTRUTURAL PALEOZOICA DA BACIA DO PARNAÍBA							
Éon	Era	Período	Época	Idade (Ma)	Evento Tectônico	Relevos Tectônicos, Litoestratigráficos e Geomorfológicos	
Eumazozoico	Paleozoico	Permiano		298,9	Fusão do 4º megacontinente Pangéia (250 Ma)	- Sem influência estrutural na região Nordeste do Brasil. Permaneceram as condições estruturais derivadas do Ciclo Brasileiro.	
					Formação da bacia / Fase evolutiva Geocrática (Neocarboneo-Triássico, 350-250 Ma)	- Continuidade da depressão do Grupo Balsas. - Sedimentação controlada por mecanismo tectono-estrutural que imprimiu eixos deposicionais aleatoriamente distribuídos na porção setentrional da bacia.	
		Carboneo	Neocarboneo/Pennsylvânico	323,2	358,9	Formação da Bacia do Parnaíba / fase evolutiva Talassocrática (Eotriássico – Eocarboneo; 440-350 Ma)	- Deposição da 3ª supersequência (Neocarboneo-Eotriássica – Grupo Balsas).
			Eocarboneo/Mississípico	358,9			- Deslocamento dos depocentros para a parte central da bacia entre o Pennsylvânico e o Jurássico.
		Devônico		419,2	Formação da Bacia do Parnaíba / fase evolutiva Talassocrática (Eotriássico – Eocarboneo; 440-350 Ma)	- Deposição da 2ª supersequência (Mesodevoniânica-Eocarboneo – Grupo Camêdo).	
		Siluriano		443,4		- Deposição das litologias basais (Grupo Serra Grande) recebendo os terrenos antigos do embasamento, dobrados no Ciclo Brasileiro; - Controle estratigráfico das principais fraturas e falhas do embasamento na direção dos eixos deposicionais até o Eocarboneo; - Origem a partir da subsidência ao longo dos lineamentos Transbrasiliano e Santa Inês.	
		Ordovícico		485,4	Fissão do Pannotia (? Ma) / Final do Ciclo Brasileiro (620-550 Ma)	- Invasões de diques, granitoides e implantação de grabens/bacias molássicas de idade cambro-ordovícica no Grupo Jabaras (2ª fase molássica) (fim da sedimentação paleozoica). Etipos associadas ao vulcanismo do Grupo Jabaras – Formação Panapá; - Preenchimento por subsidência termomecânica dos grabens.	
		Cámbrico		541,0		- Evolução das sinéclises para bacias intracratônicas (500-550 Ma) e origem ou subsidência inicial da Bacia do Parnaíba (cambro-ordovícica); - Formação de riftes intracratônicos, bacias transformacionais, grabens (Uajuará-Jabaras) e posterior desenvolvimento de sinéclises; - Eventos relacionados às deformações e eventos tectônicos finis e pós-orogênicos do Ciclo Brasileiro.	
						Fusão do supercontinente Pannotia (545-515 Ma) / Ciclo Brasileiro (620-550 Ma)	- Consolidação de rochas sedimentares no embasamento da bacia – Formação Riachão e Grupo Jabaras. Grupo Sairi?; - Instalação de bacias de molassa (1ª fase molássica) e intrusões granitoides (530 Ma) – granitoide Mucambo, associadas com os lineamentos Transbrasiliano (SE) e Café-Pueiras (NO); - Formação da Cadeia Brasileira (500-400 Ma).

Quadro 2 – Síntese da evolução estrutural paleozoica. Fonte: Vários autores. Org. Moura Fé (2015). Idades: IUGS (2013).

A estruturação da Província Borborema, caracterizada pelo desenvolvimento de uma malha de zonas de cisalhamento, derivou na presença de inselbergues e maciços de pequeno porte, associados a plutonismo granítico; magmatismo paleoproterozoico e intrusões granitoides de 530 Ma. Todavia, acima de tudo, a contínua convergência associada ao Ciclo Brasileiro foi responsável por extensas zonas de cisalhamento NE-SO e L-O, o que condicionou de forma significativa toda a rede hidrográfica da região e, por conseguinte, os padrões de drenagem e dissecação regional do modelado.

Todavia, de maneira geral, as litologias dessa província foram erodidas e truncadas indistintamente e apresentam-se geomorfológicamente apenas como uma ampla superfície rebaixada topograficamente, plana a suavemente ondulada, a superfície sertaneja.

Vale frisar que tais eventos têm sua importância relacionada apenas sobre a estrutura (falhas e lineamentos) e litologias antigas e ainda presentes na área de estudo, tendo em vista que qualquer parte do embasamento atual é resultado da erosão diferencial cretácea e ulterior, não tendo, portanto, influência sobre os relevos mais atuais.

Em relação à Província Parnaíba, sua origem remonta ao Paleozoico inferior, onde sobre o embasamento da região, riftes foram abertos em função da fissão do Pannotia, produzindo *grábens*, nos quais foram posteriormente desenvolvidas largas

sinéclises onde se originaram bacias intracratônicas, como a bacia do Parnaíba, posteriormente soerguida ao longo do Cretáceo e dando origem à macro morfoestruturação da Ibiapaba.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. R.; ANDRADE FILHO, J. F. A Suíte magmática Parapuí – Sobral-CE: petrologia e posição estratigráfica. *Revista de Geologia*, v. 12, p. 5-28, 1999.
- ALMEIDA, F. F. M.; BRITO NEVES, B.B.; CARNEIRO, C. D. R. The Origin and evolution of the South American platform. *Earth Science Reviews*, n. 50, p. 77-111, 2000.
- ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Inundações marinhas fanerozóicas no Brasil e recursos minerais associados. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (Org). *Geologia do continente sul-americano*, p. 43-58. São Paulo: Beca, 2004.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, v. 17, n. 1-2, p. 1-29, 1981.
- BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n. 3, p. 379-392, 1999.
- BRITO NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. C. e FUCK, R. A. From Rodinia to Western Gondwana: an approach to the Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage. *Episodes*, v. 22, n. 3, p. 155-166, 1999.
- BRITO NEVES, B. B.; PASSARELLI, C. R.; BASEI, M. A. S.; SANTOS, E. J. Idades U-Pb em zircão de alguns granitos clássicos da Província Borborema. *Revista do Instituto de Geociências*, v. 3, p. 25-38, 2003.
- CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; ZALÁN, P. V.; TEIXEIRA, J. B. G. Estágios evolutivos do Brasil no Fanerozóico. In: HASUI, Y. et al. (Org). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012.
- CASTAING, C.; FEYBESSE, J. L.; THIÉBLEMONT, D.; TRIBOULET, C.; CHÈVREMONT, P. Palaeogeographical reconstructions of the Pan-African/Brasiliano orogen: closure of an oceanic domain or intracontinental convergence between major blocks? *Precambrian Research*, v. 69, p. 327-344, 1994.
- CASTRO, D. L.; FUCK, R. A.; PHILLIPS, J. D.; VIDOTTI, R. M.; BEZERRA, F. H. R. e DANTAS, E. L. Crustal structure beneath the Paleozoic Parnaíba Basin revealed by airborne gravity and magnetic data, Brazil. *Tectonophysics*, v. 614, p. 128-145, 2014.
- CLAUDINO-SALES, V. e LIRA, M. C. Megageomorfologia do Noroeste do estado do Ceará, Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 12, n 38, p. 200-209, 2011.
- CLAUDINO-SALES, V. e PEULVAST, J-P. Evolução Morfoestrutural do Relevo da Margem Continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 7, n. 20, p. 1-21, 2007.
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B. e THOMAZ FILHO, A. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 17, n. 1, p. 205-219, 2009.
- COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R.; CRUZ, W. B. *Geologia da Bacia Jaibaras: Ceará Piauí e Maranhão*. Projeto Jaibaras. MME / DNPM: Brasília, 1979.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. *Mapa Geológico do estado do Ceará*. Escala 1:500.000. CD-ROM. 2003.
- CUNHA, F. M. B. Evolução paleozóica da bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico. Resumo. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 16, p. 80-81, 1993.
- DANTAS, E. L.; VAN SCHUMS, W. R.; HACKSPACHER, P. C.; FETTER, A. *Identification of multiple orogenic/metamorphic events in polycyclic terranes: possibilities and limitations*. Insights from the Borborema Province, NE Brazil. Bahia, International Symposium on Tectonics, p. 15-17, 1999.
- HASUI, Y. Compartimentação Geológica do Brasil. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. e BARTORELLI, A. (Org). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012a.
- HASUI, Y. Sistema Orogênico Borborema. In: HASUI, Y. et al. (Org). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012b.
- FERREIRA, V. P.; SIAL, A. N.; PIMENTEL, M. M.; MOURA, C. A. V. Intermediate to acidic magmatism and crustal evolution in the transversal Zone, northeastern Brazil. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (Org). *Geologia do continente sul-americano*, p. 188-201. São Paulo: Beca, 2004.

- FETTER, A.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, T. J. S.; ARTHAUD, M.; NOGUEIRA NETO, J. *Geocronologia e estrutura do Estado do Ceará: NW da Província Borborema, NE Brasil. XVII Simpósio de Geologia do Nordeste, Fortaleza (CE), Anais*, p. 32-33. 1999.
- GÓES, A. M. O. e FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 08, n. 1, p. 57-67, 1994.
- GORAYEB, P. S. S.; BARBOSA, R. C. O.; AUGUSTO, C.; MOURA, V.; LEMOS, R. L. Petrografia, geocronologia e significado tectônico do Nefelina Sienito Brejinho: extremo noroeste da Província Borborema. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 41, n. 3, p. 390-407, 2011.
- IUGS. International Commission of Stratigraphy. *Tabela cronoestratigráfica internacional*. 2013. Disponível em: http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01Portuguese_PT.pdf Acesso em: 27 abr. 2019.
- MABESSONE, J. M. História Geológica da Província Borborema (NE Brasil). *Revista de Geologia*, v. 15, p. 119-129, 2002.
- MIZUSAKI, A. M. P.; THOMAZ-FILHO, A.; MILANI, E. J.; CÊSERO, P. Mesozoic and Cenozoic igneous activity and its tectonic control in northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 15, n. 2, p. 183-198, 2002.
- MOHRIAK, W. Bacias da margem continental divergente. In: HASUI, Y. et al. (Org). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012.
- MOURA-FÉ, M. M. *Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação*. Tese de Doutorado (PPGG –UFC), Fortaleza-CE, 2015. 307 p.
- NASCIMENTO, R. S.; GORAYEB, P. S. S. Basaltos da Suíte Parapuí, Gráben Jaibaras, Noroeste do Ceará: Caracterização, Petrografia, Geoquímica e Química Mineral. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 4, p. 459-468, 2004.
- NOGUEIRA NETO, J. A.; TORQUATO, J. R.; MACAMBIRA, M. J. B.; ARTHAUD, M. H. Avaliação dos dados geocronológicos do Complexo Granja (CE). *Revista de Geologia*, v. 3, p. 5-18, 1990.
- OLIVEIRA, D. C. Reavaliação da evolução tectono-magmática do Graben de Jaibaras (nordeste do Brasil). *Acta Geologica Hispanica*, v. 36, n 1-2, p. 53-95, 2001.
- OLIVEIRA, D. C. Stratigraphic interplays between igneous and sedimentary events in the early palaeozoic Jaibaras Trough (Northeast Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 3, p. 427-431, 2000.
- OLIVEIRA, D. C.; MARTINS, G.; BRANCO, R. M. G. C.; CASTRO, D. L. Um modelo alternativo para a formação da Bacia do Jaibaras: implicações para a evolução final da Cadeia Brasileira/pan-africana no noroeste da Província Borborema. *Revista de Geologia*, v. 14, p. 11-21, 2001.
- OLIVEIRA, D. C.; MOHRIAK, W. U. Jaibaras trough: an important element in the early tectonic evolution of the Parnaíba interior sag basin, Northern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, v. 20, p. 351-383, 2003.
- PEREIRA, E.; CARNEIRO, C. D. R.; BERGAMASCHI, S.; ALMEIDA, F. F. M. Evolução das sinéclises paleozóicas: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná. In: HASUI, Y. et al. (Org). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. *Geologia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 1983.
- PEULVAST, J. P. e CLAUDINO SALES, V. *Carta morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e Paraíba*. Nota Explicativa. In: CPRM. Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará. CD-Rom, 73 p., 2003.
- PIRES, F. R. M. Arcabouço geológico. In: CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. *Geomorfologia do Brasil*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- POPP, J. H. *Geologia geral*. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- SAADI, A.; TORQUATO, J. R. Contribuição à neotectônica do estado do Ceará. *Revista de Geologia*, v. 5, p. 5-38, 1992.
- SANTOS, E. J.; COUTINHO, M. G. N.; COSTA, M. P. A.; RAMALHO, R. A região de dobramentos nordeste e a bacia do Parnaíba, incluindo o Cráton de São Luís e as bacias marginais. In: SCHOBENHAUS, C. (Coord.). *Geologia do Brasil*. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1984.
- SANTOS, M. E. C. M.; CARVALHO, M. S. S. *Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís*. Rio de Janeiro: CPRM, 2009.

SANTOS, T. J. S.; FETTER, A. H.; HACKSPACHER, P. C.; SCHMUS, W. R. V.; NOGUEIRA NETO, J. A. Neoproterozoic tectonic and magmatic episodes in the NW sector of Borborema Province, NE Brazil, during assembly of Western Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 25, p. 271–284, 2008.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. *Geologia do Brasil*. Escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 1984.

SUGUIO, K. *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

THOMAZ-FILHO, A.; MIZUSAKI, A. M. P. e ANTONIOLI, L. Magmatismo nas bacias sedimentares brasileiras e sua influência na geologia do petróleo. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n. 2 – suplemento, p. 128-137, 2008.

THOMAZ-FILHO, A.; MIZUSAKI, A. M. P.; MILANI, E.J.; CESERO, P. Rifting and magmatism associated with the South America and Africa break up. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 1, p. 17-19. 2000.

VAUCHEZ, A.; NEVES, S.; CABY, R.; CORSINI, M., EGYDIO-SILVA, M; ARTHAUD, M.; AMARO, V. The Borborema shear zone system, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 8, n. 3-4, p. 247-266, 1995.

VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R.; TRAVASSOS, W. A. S. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa parte da tese de doutorado defendida pelo autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGG-UFC), com apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), através da concessão da bolsa de estudo.

É o último artigo derivado desse projeto de pesquisa, aproveito para agradecer a todas as pessoas que contribuíram.

Recebido em: 11/02/2020

Aceito para publicação em: 22/05/2020