

MORFOESTRUTURAS DA IBIAPABA SETENTRIONAL (NOROESTE DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL)

Marcelo Martins de Moura-Fé

Universidade Regional do Cariri (URCA), Departamento de Geociências (DEGEO), Núcleo de Estudos Integrados em Geomorfologia, Geodiversidade e Patrimônio (NIGEP), Crato-CE, Brasil
marcelo.mourafe@urca.br

RESUMO

A Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, há a necessidade de um maior conhecimento sobre sua evolução geomorfológica e seus respectivos reflexos na paisagem. Uma etapa importante para o preenchimento dessa lacuna passa pela abordagem das feições morfoestruturais. Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é identificar e analisar as morfoestruturas da Ibiapaba e áreas adjacentes, elementos associados à evolução morfoestrutural regional de idade pré-cretácica, cretácica e cenozoica da região noroeste do estado do Ceará. Metodologicamente foram utilizados os pressupostos teóricos da ciência geomorfológica, com ênfase na análise morfoestrutural. Tecnicamente, o contingente metodológico se apoiou nas 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.

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

MORPHOSTRUCTURES OF THE NORTHERN IBIAPABA (NORTHWEST OF THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL)

ABSTRACT

The Ibiapaba presents gaps in its natural history and, therefore, there is a need for a better knowledge about its geomorphological evolution and its respective reflections in the landscape. An important step to fill this gap is to approach the morphostructural features. Therefore, the main objective of this work is to identify and analyze the morphostructures of Ibiapaba and adjacent areas, elements associated with the pre-Cretaceous, Cretaceous and Cenozoic regional morphostructural evolution of the northwest region of the state of Ceará. Methodologically, the theoretical assumptions of geomorphological science were used, with emphasis on morphostructural analysis. Technically, the methodological contingent relied on the cabinet stages, with detailed and careful bibliographical and cartographic surveys, in the field surveys and in the integrated analysis of all the data in the laboratory stage, with emphasis on the thematic mappings of Ibiapaba and region.

Keywords: Landscape; Geomorphological evolution; Structural Geomorphology; Geomorphological Heritage; Geodiversity.

INTRODUÇÃO

Pertencente ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, feições geomorfológicas importantes para o estado do Ceará e para a região Nordeste do Brasil, a Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, a necessidade de um maior conhecimento. Uma etapa importante para o preenchimento dessa lacuna passa pela abordagem das feições morfoestruturais.

Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é identificar e analisar as morfoestruturas da Ibiapaba e áreas adjacentes, elementos associados à evolução morfoestrutural regional de idade pré-cretácica, cretácica e cenozoica da região noroeste do estado do Ceará.

Conceitualmente, as morfoestruturas são de diferentes origens e idades, por exemplo, os *cratons*, *horts*, as bacias sedimentares e as cadeias de montanhas, as quais não podem ser consideradas como substratos passivos, mas sim, como elementos ativos no processo de desenvolvimento do relevo. As morfoestruturas respondem pelas formas maiores do relevo, tratadas em escala regional (CORRÊA et al., 2010; ROSS, 2003), assim como feito em Moura-Fé (2015) e abordado aqui.

A determinação específica da área setentrional para este estudo, dentro dos 380 km de extensão da Ibiapaba, não se deu por acaso. As suas dimensões regionais e a dificuldade em se trabalhar todo o modelado no período determinado para o trabalho de pesquisa, determinaram a escolha de um fragmento para a realização do estudo.

Além do limite temporal para o desenvolvimento do trabalho de elaboração da pesquisa, 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 e aos objetivos propostos.

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

METODOLOGIA

O itinerário metodológico percorrido foi compartimentado em duas linhas: (1) no embasamento teórico, centrado na abordagem morfoestrutural da geomorfologia, a qual passa pela caracterização geológica em seus aspectos estruturais e litológicos, e (2) na utilização de um contingente técnico associado, o qual foi compartimentado nas etapas de gabinete, campo e laboratório, ambientes clássicos onde se desenvolvem os trabalhos de geomorfologia.

A etapa de gabinete, inicialmente, referiu-se ao levantamento de materiais, dividida em dois grupos distintos: bibliográfico e cartográfico. O levantamento bibliográfico abordou a produção científica associada aos temas de pesquisa propostos. A busca se deu, 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.

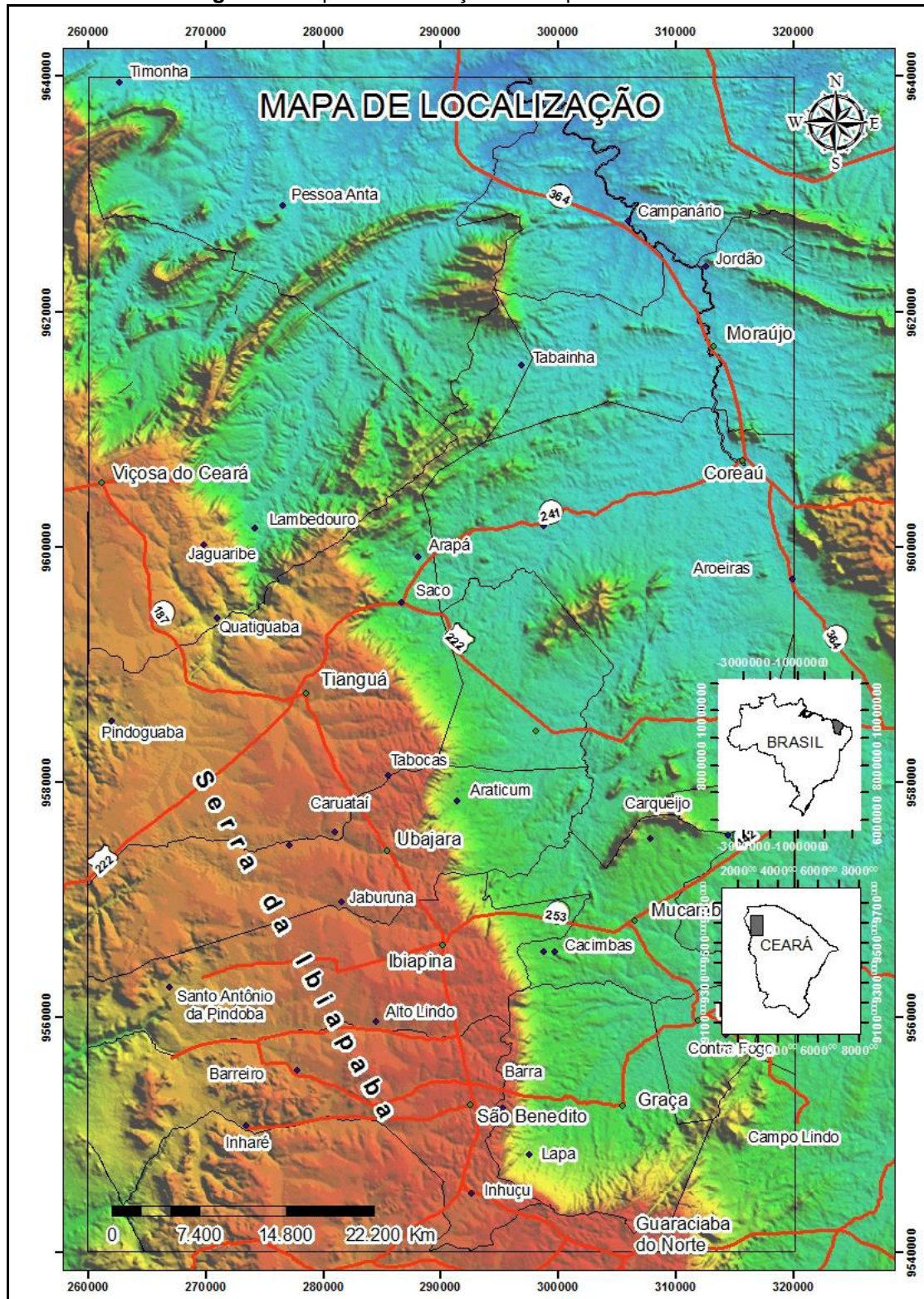
O levantamento cartográfico se constituiu em diversos mapas temáticos, imagens de satélite, arquivos *shapes* e imagens de radar, cartas topográficas e imagem SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica de Radar Transportado), da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), escala 1:250.000 (1998).

Já os levantamentos de campo foram realizados em diferentes momentos ao longo do trabalho de pesquisa, feitos em dias consecutivos e programados antecipadamente, 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 de todos os elementos abordados.

Por fim, as atividades de laboratório consistiram inicialmente em análises detalhadas, tanto de material impresso quanto digital de diversos mapas e cartas: 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*, aplicativo *ArcMap*, módulo central onde são confeccionados / manipulados os mapas, realizada a edição e a exportação dos dados georreferenciados.

Figura 1: Mapa de localização da Ibiapaba setentrional.



Fonte: Moura-Fé (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estruturação regional proterozoica-paleozoica ocorrida na região noroeste do estado do Ceará influenciou de forma significativa o entorno da Ibiapaba, setor da Província Borborema, demarcando uma malha de zonas de cisalhamento, que 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, bem como, ensejou o desenvolvimento da sinéclise que evoluiu para a bacia do Parnaíba, quadro que condicionou de forma significativa toda a rede hidrográfica da região e, por conseguinte, os padrões de drenagem e dissecação regional do modelado (MOURA-FÉ, 2015).

Por sua vez, a etapa de evolução morfoestrutural meso-cenozoica foi responsável inicialmente por diversos eventos distensionais, remobilização de falhas antigas, surgimento de fraturas e eventos magmáticos diacrônicos, deformações extensionais e o soergimento de volumes montanhosos nas laterais dos riftes abortados. Posteriormente, na etapa de rifteamento e abertura oceânica, a configuração morfoestrutural da região ganhou novos e importantes capítulos, com o início da separação entre América do Sul e África, condicionada estruturalmente ao arcabouço herdado dos processos anteriores, sobretudo o Ciclo Brasileiro, onde houve o fundamental início do processo de soergimento da região NO do Ceará, que deu origem à Ibiapaba como um modelado elevado (MOURA-FÉ, 2015).

A elaboração de modelados de grande porte, autênticas feições morfoestruturais, inseridas na Ibiapaba e no seu entorno, foi seguida da exposição das mesmas à ação de processos modeladores, predominantes no Cenozoico, mas que ainda são verificados na paisagem da região noroeste do Ceará; são as morfoestruturas que ilustram esse itinerário evolutivo, apresentadas e analisadas na sequência.

Superfícies de Aplainamento

Classicamente, a explicação da evolução geomorfológica do Nordeste brasileiro se dá através dos modelos baseados no escalonamento de superfícies de aplainamento, cuja origem é remetida à interação entre mudanças climáticas e processos tectônicos, onde fases pedogenéticas de clima predominantemente úmido alternaram-se com fases morfogenéticas em clima seco, com chuvas intensas e concentradas, e predomínio dos processos de pediplanação da paisagem, com retração das vertentes, acúmulo de material detrítico na base e formação de pedimentos na direção dos vales (MAIA e BEZERRA, 2014b; MAIA et al., 2010).

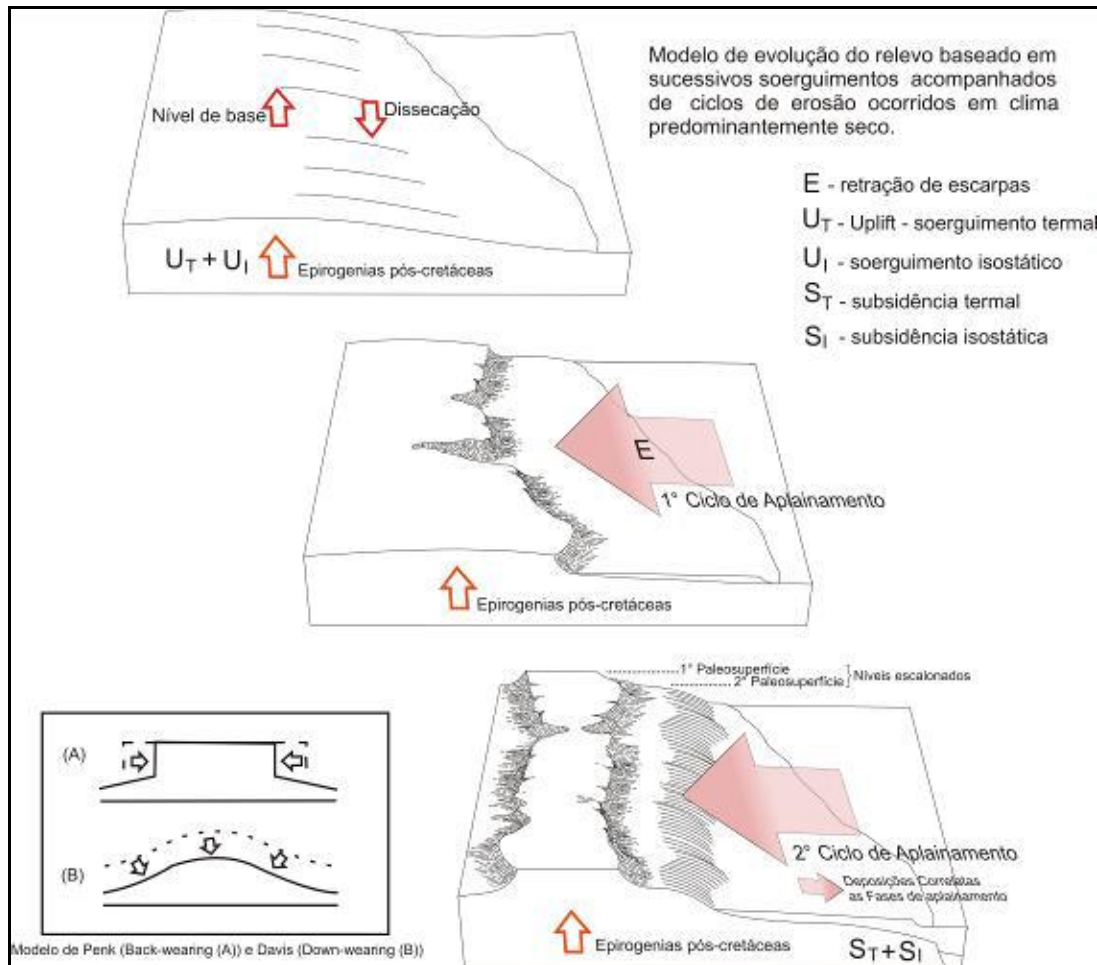
Ou seja, as superfícies de aplainamento se desenvolveriam a partir de processos erosivos subsequentes ao soergimento de núcleos centrais pós-cretáceos e correlato rebaixamento do nível de base regional (MAIA e BEZERRA, 2014b; MAIA et al., 2010).

Mas, conforme Maia e Bezerra (2014b), no tocante específico à participação tectônica nesse modelo explicativo, há divergências entre autores que propõem essa intumescência na escala do núcleo nordestino e outros que propõem a ocorrência de vários pontos (ou eixos) de elevação crustal, espacialmente relacionados com as principais direções tectônicas regionais. Assim, a partir de um soergimento de origem poligênica, seriam desencadeados os processos de erosão linear sectionando os vales fluviais, originando vertentes que, submetidas à climas áridos, recuariam lateralmente mantendo suas altimetrias, interpretadas como paleosuperfícies (Figura 2) (MAIA et al., 2010).

Contudo, problemas relacionados à ausência de dados geocronológicos, à dificuldade em estabelecer a correlação entre os ciclos de erosão e a sedimentação correlativa; à omissão de dados de reativação pós-rifte; e, sobremaneira, à dificuldade em estabelecer a identificação e a correlação das paleosuperfícies, colocaram esse modelo sob questionamento (PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2004; MAIA e BEZERRA, 2014b; MAIA et al., 2010).

Com base nessas questões e sob influência da morfotectônica, reinterpretações evolutivas mais complexas vêm sendo feitas ao modelo de pediplanação, abordando os mecanismos de rifteamento e a história das bacias e a reativação cenozoica. Peulvast e Claudino-Sales (2004) propuseram a existência de 3 superfícies de aplainamento: Sertaneja, Cenomaniana (Jaguaribe) e Infrapaleozoica (Ibiapaba), com a existência de superfícies antigas situadas em cotas rebaixadas, o que contradiz a concepção clássica.

Figura 2: Modelo de evolução - soerguimento seguido de aplainamento



Fonte: Maia et al., 2010.

A superfície de aplainamento infrapaleozoica, de idade pós-brasiliana, ocorre na Ibiapaba, no centro e à leste da bacia do Araripe, e em resquícios dispersos, principalmente no oeste e sul do Ceará. Equivalente à mais antiga superfície de aplainamento identificada no oeste africano (no entorno das bacias de Taoudeni e Voltaian), forma o maior contato discordante entre o embasamento e a cobertura pós-brasiliana (MATOS, 2000; PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2004; 2003; PEULVAST et al., 2008).

Especificamente na Ibiapaba, essa superfície é elevada a mais de 600 m a apenas 50 km da zona costeira e registra a mesma inclinação para oeste que a sobreposta cobertura arenítica do reverso que compõe o topo da Ibiapaba. Além disso, ela apresenta-se rebaixada por falhas (*down-faulted*) ao longo da Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (ZCS), onde um segmento estreito, subjacente à um resquício preservado de arenito no graben de Santana do Acaraú, está arqueado abaixo do nível do mar (PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2004).

As altitudes elevadas e regulares do topo da Ibiapaba sugerem um soerguimento significativo da área, com um ligeiro aumento para o norte, possivelmente registrado na geometria do reverso da flexura marginal (etapa pós-rifte do processo de abertura do oceano Atlântico Sul), mas as incertezas sobre a idade (sin ou pós-rifte), altitudes iniciais e geometria da superfície de aplainamento evitam qualquer avaliação precisa da velocidade deste soerguimento (PEULVAST e BÉTARD, 2015).

A altitude atual da superfície infrapaleozoica, exumada e erodida concomitante ao curso da inversão de relevo da borda da bacia do Parnaíba para dar lugar à superfície sertaneja, indica que essa região sofreu não apenas os movimentos diferenciais associados aos rejeitos, mas também a ação da

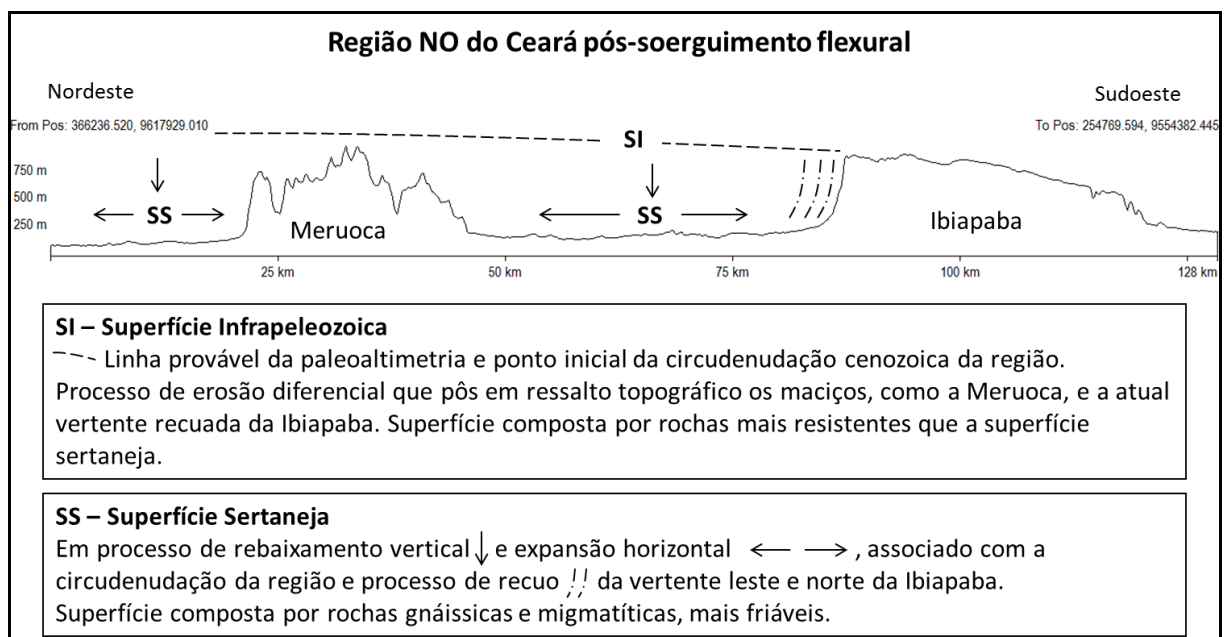
flexura marginal a NE (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007; PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2004).

Conforme visto, a reativação mesozoica da ZCS produziu deformações no NO do Ceará, bem como no prolongamento dos grabens paleozoicos de Jaibaras e Ubajara (SZATMARI et al., 1987; DESTRO et al., 1994), registrado pela presença do Grupo Serra Grande (litologia fundamental da Ibiapaba) no graben Ubajara. A reativação cretácica do graben Jaibaras parece ter sido acompanhada e seguida pelo rebaixamento em relação aos relevos vizinhos de um largo corredor no entorno do qual foi desenvolvida outra superfície de aplainamento, a superfície sertaneja, da mesma forma que aquela que se desenvolveu no entorno da Bacia Potiguar (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007), a superfície infra-cenomaniana.

Na superfície sertaneja predominam os processos de dissecação sobre os de agradação gerando a expansão contínua do embasamento. A complexidade litológica associada dificulta sua caracterização geológica, todavia, é possível destacar a predominância de um substrato metamórfico variado onde a mineralogia das rochas, resultantes do metamorfismo que ocorreu no Proterozoico, controla a erosão diferencial que ocorreu no Cenozoico (MAIA e BEZERRA, 2014b).

No processo de soerguimento flexural da região, fundamental para essa erosão diferencial cenozoica, as rochas gnáissicas e migmatíticas na Província Borborema, mais frágeis que as litologias da Ibiapaba, deram origem à essa superfície de aplainamento adjacente aos maciços cristalinos, ao passo que a superfície sertaneja foi sendo aperfeiçoada ou estendida em detrimento dos relevos elevados a partir do Cretácico Superior (CLAUDINO-SALES e LIRA, 2011; PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2004), seja a partir da circudenudação dos maciços, seja pelo recuo da escarpa leste da Ibiapaba (Figura 3).

Figura 3: Evolução simplificada das superfícies de aplainamento



Fonte: Moura-Fé (2015).

Em síntese, a presença de uma superfície de aplainamento infrapaleozoica, provavelmente Cretácica, sin ou pós-rifte, em altitudes elevadas de partes remotas do ombro do rifte (a Ibiapaba), sugere que ao menos parte dessa área foi submetida a um soerguimento pós-rifte e que a superfície sertaneja foi desenvolvida pelo encaixamento cíclico da recentemente aplainada faixa costeira (PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2004).

Vale frisar que a superfície sertaneja trunca litologias antigas da região, do Complexo Granja, da Unidade Canindé (Complexo Ceará), na área tectônica da Plataforma de Sobral; do Grupo Riacho Sairi, do Grupo Martinópolis, predominante no setor norte, cujas litologias, situadas em meio à ocorrência de falhamento, apresentam-se morfologicamente ainda na forma de maciços.

Contudo, no contato com a vertente leste da Ibiapaba, as litologias modeladas pela superfície sertaneja são diferentes. O Grupo Ubajara apresenta-se como uma unidade metassedimentar e o Grupo Jaibaras (Formação Pacujá, predominantemente), como uma unidade vulcanossedimentar, cujas características implicam, por exemplo, na resistência maior ou menor físico-química aos processos erosivos, e na diferenciação do contato geomorfológico da Ibiapaba com a superfície sertaneja, conforme será visto no item a seguir.

O Glint – A Cuesta

Os relevos desenvolvidos nas bacias paleo-mesozoicas, ou seja, a Ibiapaba e as chapadas do Araripe e do Apodi, são as que melhor representam os eventos deformacionais pós-rifte (MAIA e BEZERRA, 2014b), a subsidência térmica e a flexura continental que soergueram essas regiões e que contribuiriam decisivamente para o processo de inversão de relevo ao longo do Cenozoico e que permanecem até hoje (PEULVAST e BÉTARD, 2013).

Essa inversão de relevo se notabiliza, sobretudo, pelo fato de que as litologias do Grupo Serra Grande, que fazem contato com os terrenos antigos do Subdomínio Médio Coreaú da Província Borborema, soerguidas em conjunto, resistiram com mais intensidade ao processo erosivo cenozoico, enquanto as rochas fragilizadas (gnáissicas e migmatíticas), falhadas e dobradas foram sendo erodidas, deixando em resalto terrenos mais resistentes, tanto cristalinos quanto sedimentares (CLAUDINO-SALES e LIRA, 2011).

Esse processo ocorreu de forma relativamente diferenciada no entorno leste da Ibiapaba, dotada de algumas características tectônicas, litológicas e morfológicas distintas do entorno norte, ao passo que o processo de inversão de relevo e a circundenudação correlata proporcionaram uma diferenciação em relação aos contatos das vertentes da Ibiapaba e da sua linha de escarpa à leste e norte, diferenciações de ordem morfoestrutural, sobretudo.

A evolução estrutural da região estruturou a vertente norte da Ibiapaba com uma base formada por litologias cristalinas e não sedimentares, aplainando ainda os terrenos antigos do entorno e deixando em situação de relevo elevado, litologias dobradas em regime de compressão desde o processo de abertura oceânica (fase rifte) e que atualmente apresentam-se como maciços, especificamente os terrenos compostos pelas litologias quartzíticas da Formação São Joaquim, mais resistentes aos processos intempérico-erosivos (Figura 4).

A evidência desse processo encontra-se na relação topografia/litologia: a erosão produziu a vertente abrupta esculturada no Grupo Serra Grande, caracterizada pela ocorrência da cornija arenítica no topo. Na parte basal da vertente, o SDMC, formado por terrenos dobrados, metamorfizados e plutonizados, apresenta-se dissecado e aplainado, geomorfológicamente na forma de uma superfície de aplainamento, a superfície sertaneja. Entre ambos, perfazendo o contato com cotas altimétricas intermediárias, as superfícies soerguidas dissecadas do embasamento (Figura 5).

A existência de rochas cristalinas na vertente da Ibiapaba, sustentada no topo por rochas sedimentares define a existência de uma *cuesta* com contato de “*glint*” e demonstra a intensidade, bem como a longevidade, do processo erosivo na área. A existência de contato entre cristalino e sedimentar ocorrendo na vertente, e não na base do relevo, demonstra ainda um maior grau de resistência das rochas sedimentares em relação às rochas cristalinas, isto significa que as rochas cristalinas foram rebaixadas para além do contato com o pacote sedimentar (CLAUDINO-SALES e LIRA, 2011).

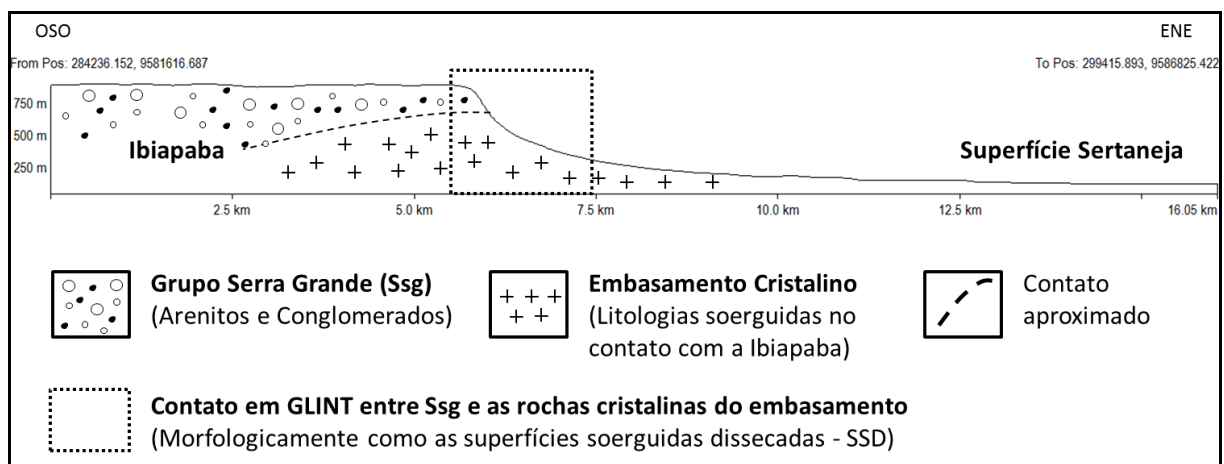
Por sua vez, o contato leste, embora de predomínio de litologias metamórficas, não apresenta o quadro tectônico verificado no setor norte, dotado de falhamento intenso, tampouco de litologias quartzíticas, mais resistentes aos processos intempéricos. O resultado é a ausência de maciços elevados em contato com a vertente leste da Ibiapaba, o qual se dá, sobremaneira, diretamente com a superfície sertaneja, tendo as superfícies soerguidas dissecadas como as feições de transição entre esses modelados. A exceção se dá no anfiteatro Ubajara, com a presença pontual de relevos cársticos junto à vertente da Ibiapaba.

Figura 4: Bloco diagrama do contato em *glint* da Ibiapaba – vertente Norte



Fonte: Moura-Fé (2015). **Legenda:** Serras do Umari, Gameleira e São Joaquim, modeladas nos quartzitos da Formação São Joaquim, Grupo Martinópolis

Figura 5: Perfil do contato em *glint* da Ibiapaba

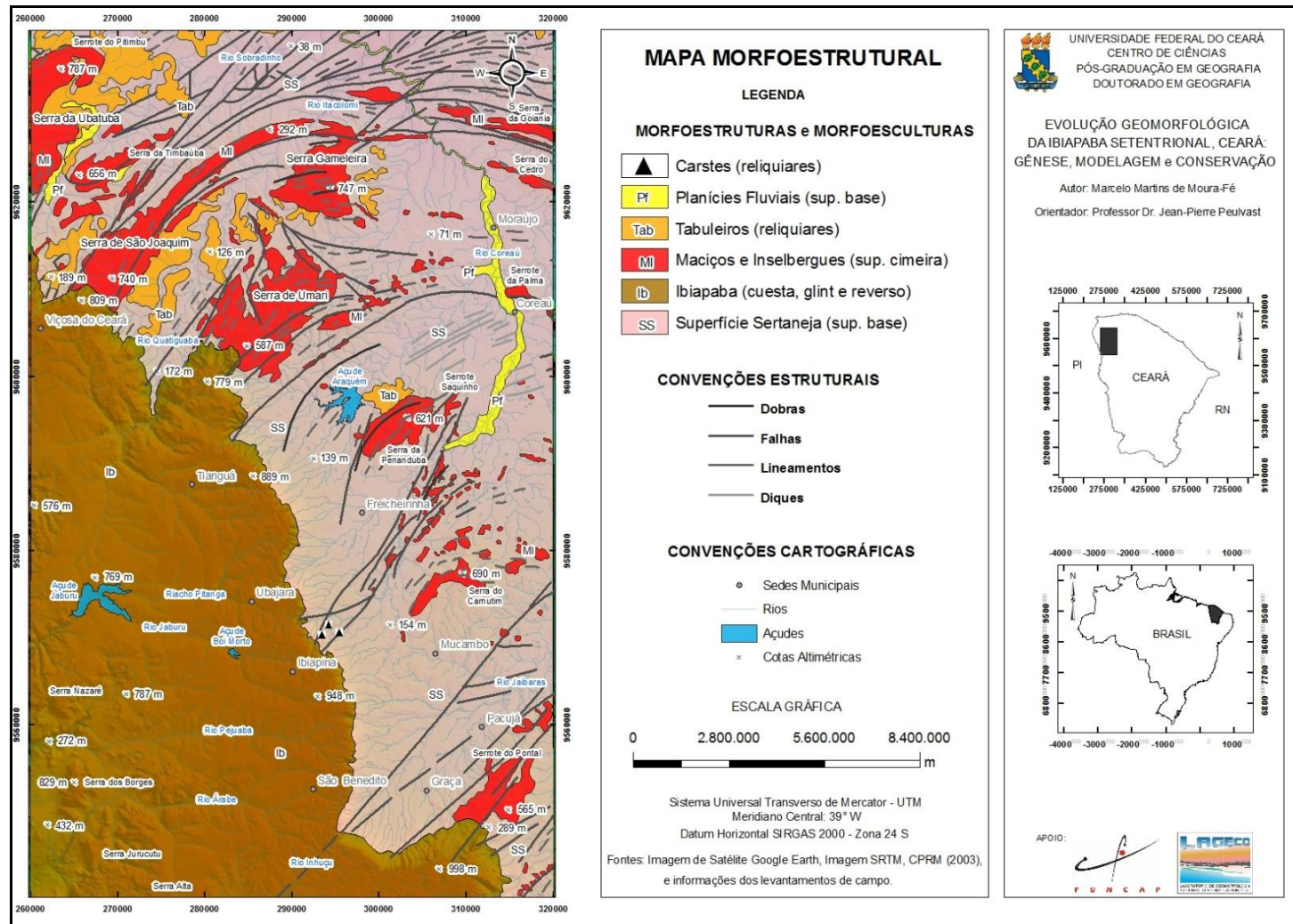


Fonte: Moura-Fé (2015).

Em suma, por conta dessas relações morfoestruturais, a Ibiapaba se define como um modelado de grande porte, dotado de altitudes situadas entre 814 e 998 m no topo, com características cuestasiformes, apresentando contatos à leste e ao norte com litologias cristalinas, típicos de um *glint*, formatando um quadro morfoestrutural singular no Ceará.

A Figura 6 apresenta o quadro morfoestrutural da área de estudo, com a espacialização das morfoestruturas apresentadas até aqui, bem como as demais, foco da análise dos próximos itens.

Figura 6: Mapa Morfoestrutural da Ibiapaba setentrional e áreas adjacentes



Fonte: Moura-Fé (2015).

Reverso da Ibiapaba

A ampla superfície que perfaz o contato entre o topo da Ibiapaba e as porções ocidentais da bacia do Parnaíba, seguindo a conceituação geomorfológica de *cuesta*, é designada como reverso, a qual, de maneira geral, é uma ampla superfície estrutural dissecada, com altitudes situadas na faixa de 688 a 814 m, caracterizada por uma inclinação regional leste-oeste elaborada sobre as camadas areníticas superiores do Grupo Serra Grande, características diferentes das demais morfoestruturas analisadas aqui, justificando sua individualização.

De maneira geral, o acamamento dos sedimentos paleozoicos do Grupo Serra Grande apresentam mergulhos regionais suaves para o centro da bacia, da ordem de 0,5° a 2°, enquanto na borda ocidental os mergulhos são mais fortes, da ordem de 4° a 5° (MESNER e WOOLRIDGE, 1964 apud PETRI e FÚLFARO, 1983), condicionados pelo soerguimento flexural da borda.

Estruturalmente, a bacia sedimentar, per si, condiciona esse caimento topográfico geral a partir da sua borda oriental na direção do seu depocentro, cuja maior amplitude topográfica oriental se dá pelo soerguimento da Ibiapaba nos períodos sin (abertura oceânica) e, sobretudo, pós-rifte (flexura marginal). Esta é a condição básica dessa morfoestrutura.

Como se sabe, os fatores morfoestruturais e seus reflexos geomorfológicos são condicionados por 2 aspectos fundamentais: a tectônica e a litologia (TRICÁRT, 1977), e esses aspectos parecem condicionar a macro-topografia do reverso da Ibiapaba.

A bacia do Parnaíba apresenta uma espessura média de 2 km da coluna sedimentar, acima de 3,5 km no depocentro (PEREIRA et al., 2012; SANTOS et al., 1984; VAZ et al., 2007). Com forma elíptica arredondada, cujo diâmetro maior é orientado no sentido NE-SO, por sua vez, condicionado pelo embasamento pré-cambriço, a bacia está inscrita em uma geometria hexagonal, derivada estruturalmente de tectônica linear, evidenciada pelos falhamentos, flexuras e lineamentos que deram origem a um mosaico de blocos escalonados (SANTOS e CARVALHO, 2009).

Sob esta condição estrutural, o seu arcabouço estrutural exhibe na sua porção oriental/meridional uma ampla banda de deformação em superfície e subsuperfície, associada com a interceptação da ZCS (PEREIRA et al., 2012), e a presença de blocos falhados de pequenos rejeitos (VAZ et al., 2007). Tais condições tectônicas podem promover exceções à inclinação geral da bacia da borda oriental na direção do centro em profundidade (em nível de embasamento), indo ao encontro do panorama topográfico específico do reverso.

Nesse contexto, as camadas basais da bacia (conglomerados e arenitos do Grupo Serra Grande) são horizontalizadas ou ligeiramente inclinadas para oeste, dispostas em discordância sobre as estruturas falhadas e erodidas, e intrusões relacionadas com a ZCS. O substrato metamórfico ou ígneo é, muitas vezes, profundamente resistente, como mostram os afloramentos de horizontes grosseiros caulinizados abaixo da escarpa da Ibiapaba (por exemplo, Ubajara) (PEULVAST e BÉTARD, 2015; PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2003).

Além do condicionamento relativo ao posicionamento estrutural da bacia, a alternância litológica de folhelhos e arenitos, características comuns do Grupo Serra Grande, parece ter contribuído para o entalhamento de diversos níveis topográficos (COSTA et al., 1979) no caimento geral do reverso.

Obviamente que, além da arquitetura de fundo da bacia do Parnaíba e da influência litológica, o papel intempérico-erosivo deve ser considerado no aprofundamento das condições tectônicas e litológicas pré-existentes, sobretudo, no tocante ao desenvolvimento de vales fluviais de diferentes portes e perfis (Figuras 7 e 8), os quais por sua vez, são fundamentais para o processo de escalonamento topográfico do reverso e setorização geomorfológica com o desenvolvimento de platôs (Figura 9), embutindo planaltos diacrônicos, vistos comumente no setor (Figura 10).

Figura 7: Amplo vale fluvial no reverso da Ibiapaba Leito do rio São Gonçalo, em Viçosa do Ceará.



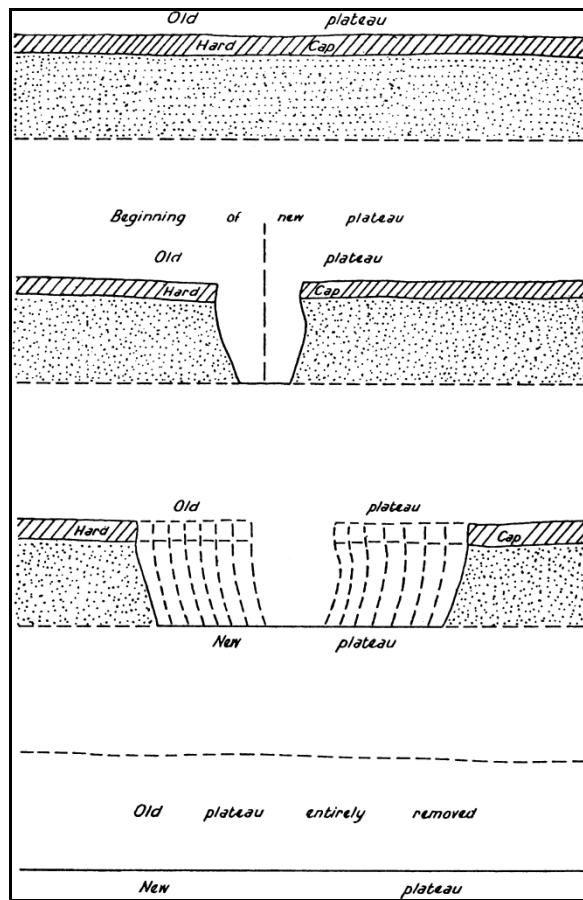
Fonte: Moura-Fé (2015).

Figura 8> Leito fluvial escalonado no reverso da Ibiapaba do riacho do Boi Morto, em Ubajara.



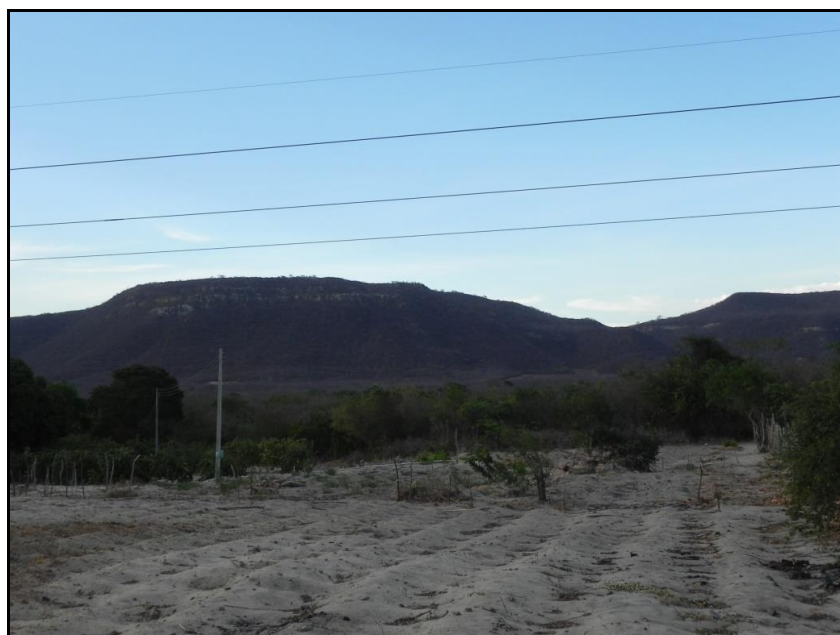
Fonte: Moura-Fé (2015).

Figura 9: Desenho esquemático do desenvolvimento de novos platôs.



Fonte: Diagrama de Jutson, 1914 apud Twidale, 2002.

Figura 10: Planalto embutido no reverso da Ibiapaba. Visão da Serra dos Borges. Em primeiro plano, um nível topográfico inferior do reverso.



Fonte: Moura-Fé (2015).

Fomentando o processo de dissecação linear dos rios, há que se ressaltar o papel da inversão de relevo ao longo do Cenozoico, o qual, conforme visto, rebaixou os terrenos cristalinos e pôs em sobressalto topográfico os depósitos sedimentares da Ibiapaba. É nesse contexto, por exemplo, que o rio Poti se instala, com o curso fluvial erodindo de forma vertical o Grupo Serra Grande para atingir o nível de base da superfície sertaneja. Dessa dinâmica surge o cânion do Poti (BARRETO e COSTA, 2014), exemplo mais significativo da incisão dos rios no reverso da Ibiapaba.

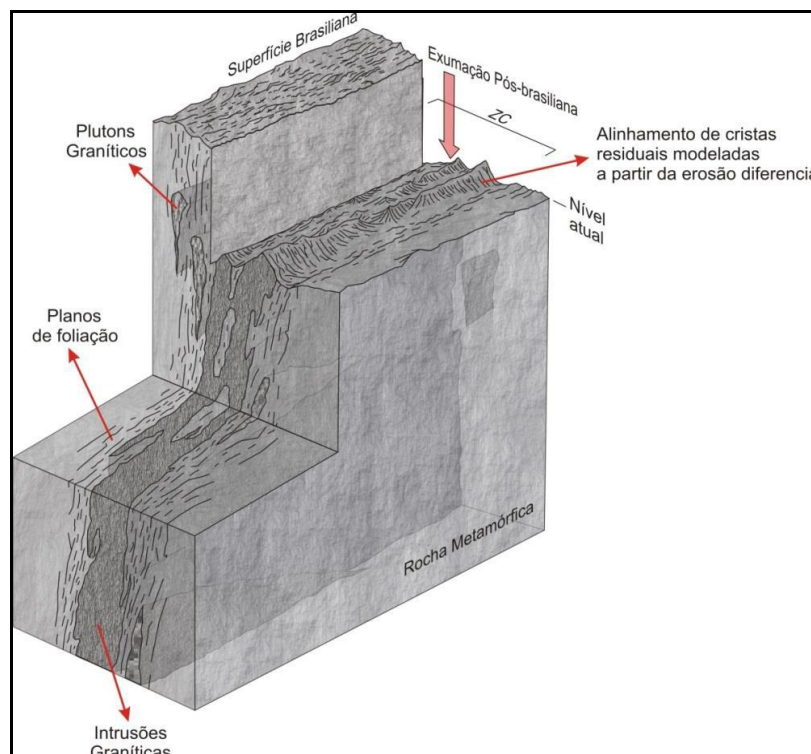
Maciços e Inselbergues

Estruturas deformacionais dúcteis e rúpteis impressas no embasamento são representadas por morfologias desenvolvidas em zonas de falhas herdadas da estruturação pré-cambriana na região Nordeste do Brasil e noroeste do Ceará. Por exemplo, as zonas de cisalhamento exercem importante controle nas feições que incluem os maciços, cristas lineares e vales incisivos compondo altos e baixos topográficos orientados segundo a direção dos *trends* estruturais (NE-SO e L-O) (MAIA e BEZERRA, 2014b).

Existem várias evidências de que o relevo nas zonas de deformação é controlado por zonas de cisalhamento dúcteis e suas reativações, ao passo que dois aspectos são importantes para este controle. O 1º é exercido pela erosão diferencial, onde litologias mais resistentes à erosão originam sobressaltos topográficos. O 2º controle é dado pela reativação das zonas de cisalhamento, o qual tem gerado abatimentos e soerguimentos segundo os planos de deformação brasileira dando origem a um relevo notoriamente marcado por *trends* de lineamentos estruturais (MAIA e BEZERRA, 2014b).

Nas zonas de cisalhamento, a configuração litológica heterogênea disposta em faixas paralelas direcionadas segundo os planos de deformação e os sistemas de falhas e fraturas, condicionam os processos erosivos que passam a expressar no relevo as direções da foliação metamórfica e dos *trends* estruturais. Isso acontece porque nas zonas de cisalhamento pode ocorrer a ascensão de magma granítico e seu posterior deslocamento horizontal originando intrusões lineares (**Figura 11**) (MAIA e BEZERRA, 2014a; 2014b).

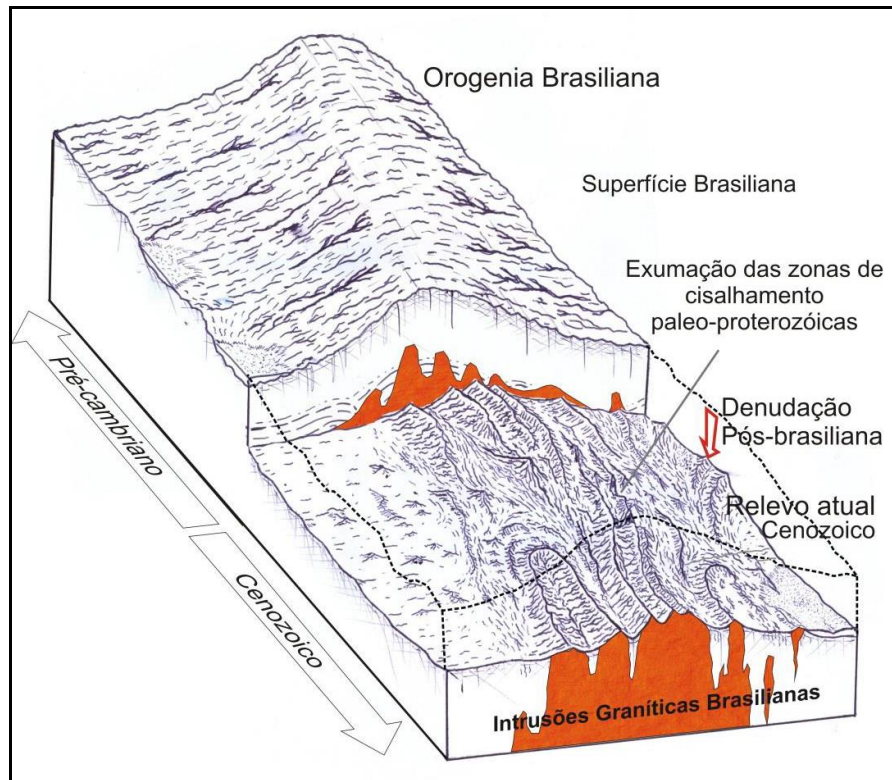
Figura 11: Intrusões graníticas e sua repercussão na morfologia.



Fonte: Maia e Bezerra (2014a).

O resultado final da atuação da erosão é o desaparecimento do relevo e o retorno da crosta à sua espessura inicial, anterior ao evento deformacional. Entre outras coisas, isso implica que o substrato de subsuperfície aparecerá em superfície. Assim, a erosão de zonas de cisalhamento dúcteis pré-cambrianas conduz à progressiva exumação de maciços cristalinos, possibilitando, através da erosão diferencial, a formação de *trends* de lineamentos geomorfológicos dispostos em formas lineares positivas e negativas associadas aos planos de deformação brasileira (Figura 12) (MAIA e BEZERRA, 2014a; 2014b).

Figura 12: Exumação nas zonas de cisalhamento.



Fonte: Maia e Bezerra (2014a). Exumação nas Zonas de Cisalhamento evidencia as estruturas deformacionais de caráter dúctil de idade brasileira.

O processo de soergimento do NO cearense, o qual soergueu em conjunto a borda NE da bacia do Parnaíba, proporcionou posteriormente a inversão de relevo que originou a Ibiapaba, além de pôr em condição evolutiva similar, outros modelados na região, dentre eles, todo o embasamento adjacente, composto de litologias de idades diversas num contexto tectônico de zona de cisalhamento.

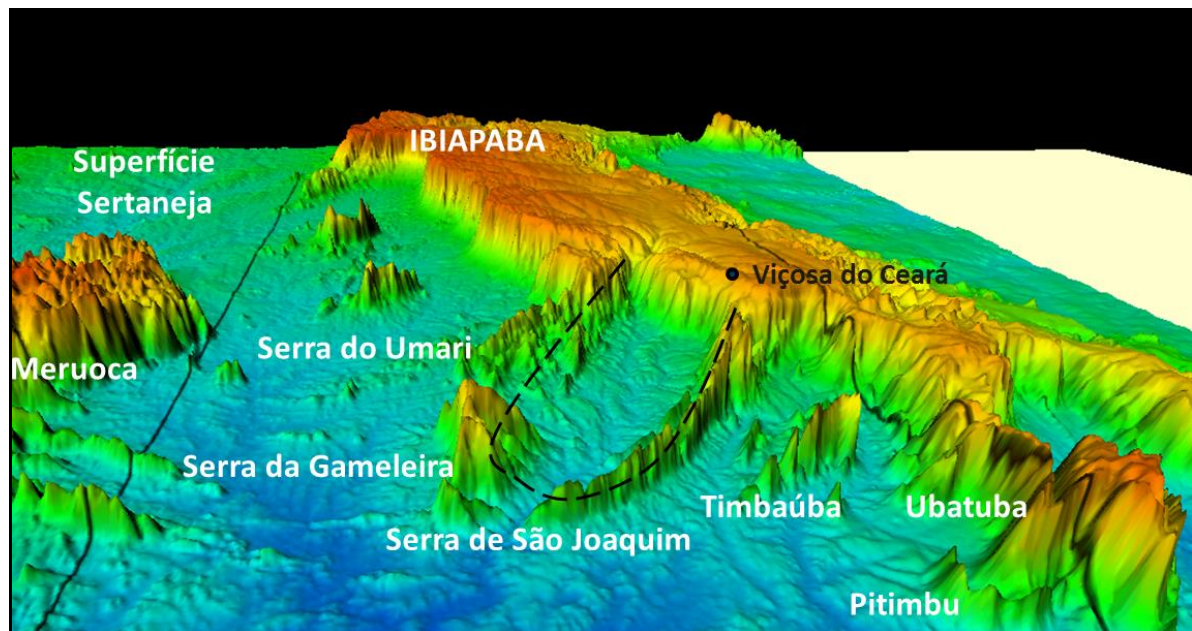
Ao curso do processo de soergimento da região e de inversão de relevo em relação à *cuesta* da Ibiapaba, a ação dos processos erosivos sobre o embasamento pré-cambriano resultou no arrasamento das unidades litológicas mais tenras e no surgimento de testemunhos correspondentes a litologias mais resistentes (ANGELI et al., 1993), com maior destaque topográfico para os maciços quartzíticos, com litologias mais resistentes aos processos intempéricos-erosivos e estreitamente relacionados aos lineamentos NE-SO da região, cujo direcionamento se expressa morfológicamente.

Vale frisar que os quartzitos são rochas metamórficas que apresentam alta resistência (TEIXEIRA et al., 2003) e que, assim como o granito, por exemplo, são moldadas por intemperismo em subsuperfície controlado por fratura, e particularmente tem sua alteração orientada pela umidade, campo de ação para a etchplanação (TWIDALE, 1993; VIDAL ROMANÍ e TWIDALE, 2010), processo fundamental na modelagem da paisagem.

Além disso, de forma ampla, sabe-se que elevadas posições altimétricas coincidem com massas de litologias ígneas e rochas de alta metamorfismo (como os quartzitos puros da Formação São Joaquim), em contraponto com relevos rebaixados, esculpidos em rochas de baixo metamorfismo, que sugerem efeitos importantes do intemperismo químico (ROSS, 2013).

Desse contexto evolutivo de erosão diferencial, resultaram os maciços estruturais quartzíticos do setor norte, orientados conforme o *trend* regional (NE-SO e secundariamente, L-O): serra do Umari (587 m), serra de São Joaquim (740 m), com uma crista principal quartzítica de aproximadamente 20 km de extensão e um arqueamento L-O na sua porção setentrional, e a serra da Gameleira (747 m), as quais formam um anfiteatro quartzítico “emoldurando” a superfície sertaneja no sopé do município de Viçosa do Ceará. Além destes, vale destacar ainda a serra da Ubatuba (787 m); o serrote do Pitimbu, uma feição de menor porte e que apresenta-se fortemente modelada sobre estruturas dobradas, e a serra da Timbaúba (656 m); além da ocorrência de outros maciços de menor porte e inselbergues (Figura 13) (MAIA e BEZERRA, 2014a; 2014b).

Figura 13: Maciços setentrionais e quartzíticos da área de estudo.



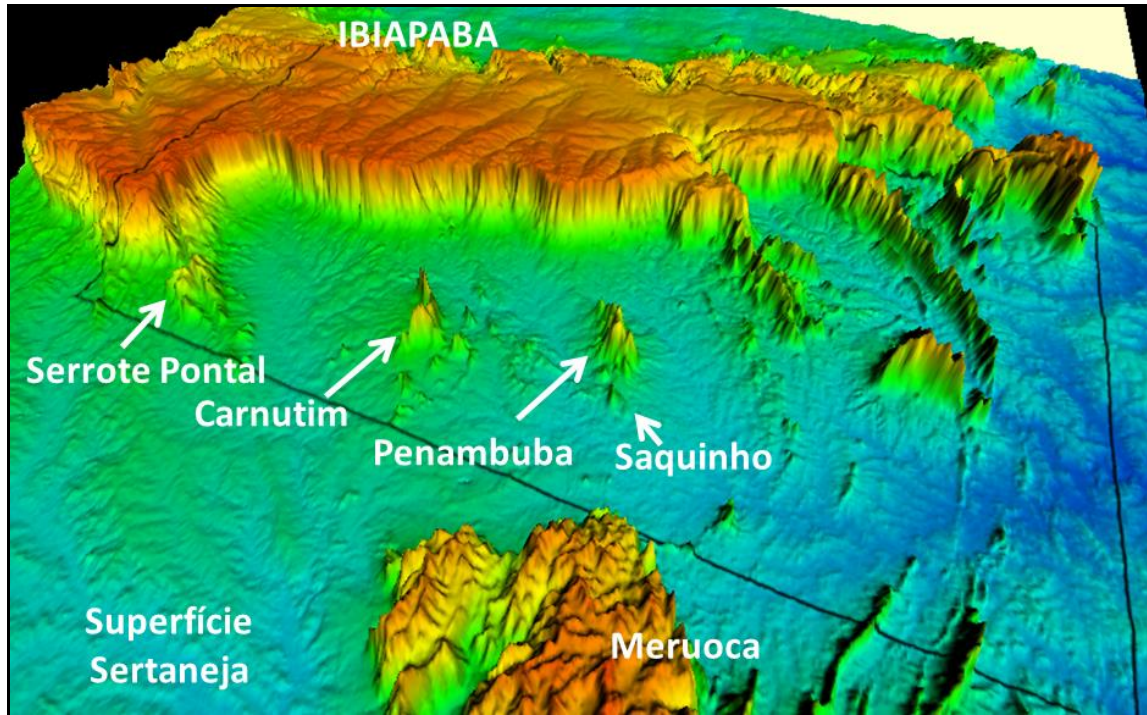
Fonte: Moura-Fé (2015). Visualização do conjunto de maciços, parcialmente em contato com a Ibiapaba, formando um “anfiteatro” quartzítico (contorno tracejado), com visão ampla desde a cidade de Viçosa do Ceará.

Por sua vez, maciços relacionados ao controle das reativações das zonas de cisalhamento brasileiras e à erosão consecutiva, se pode atribuir a colocação em relevo dos granitos brasileiros de Chaval e da Meruoca (vide figura anterior), presentes ao longo da ZCS (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007). Desta forma, os modelados situados junto do lineamento Transbrasiliiano podem ser definidos como linha de escarpas de falha (PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2003), contexto no qual podem ser inseridos os modelados do setor leste à vertente da Ibiapaba, associados a tal lineamento.

O significativo processo de circudenuação dos maciços e de expansão da superfície sertaneja, correlatos ao desnudamento do ombro NO do lineamento Transbrasiliiano (PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2003; 2002), são características fundamentais do entorno leste da Ibiapaba. Exemplo disso se deu com o granitoide Mucambo, correlato à suíte intrusiva Meruoca, o qual foi significativamente erodido, sendo reduzido morfologicamente a alguns inselbergues e um maciço arqueado, estreito, com cerca de 600 m de altitude máxima - serra do Carnutim (ou do Mucambo); e nas partes sul e central do afloramento houve o desenvolvimento de um modelado suave, associado à superfície

sertaneja (Figura 14). Possivelmente essa diferenciação tenha se dado em função de uma fraturação diferenciada nos setores e/ou maior resistência litológica/faciológica.

Figura 14: Maciços orientais da área de estudo.



Fonte: Moura-Fé (2015). Maciços elaborados sobre litologias granitoides, vulcânicas e metassedimentares, afastados da vertente leste da Ibiapaba.

Ainda no setor leste, tem-se o serrote Saquinho, pequeno modelado, profundamente dissecado, representante do vulcanismo de idade paleoproterozoica, situado ao lado da serra da Penanduba, que por sua vez, é constituída pela formação basal do Grupo Ubajara, a Formação Trapiá (arenitos e quartzitos conglomeráticos).

Mais ao sul, a Formação Trapiá estende-se para SE, bordejando o flanco NO do granitoide Mucambo, com contato intercalado pelos termometamorfitos do Grupo Ubajara até o sopé da Ibiapaba, mais precisamente no contexto da ponta de São Benedito. Nessa 2ª ocorrência, apesar de se apresentar como parte da superfície sertaneja, há ocorrência de pequenos serrotes, provavelmente modelados sobre as litologias mais resistentes da formação, assim como na serra da Penanduba.

Em suma, o processo de circudenudação das morfologias associadas ao lineamento Transbrasiliano ao longo do entorno leste da Ibiapaba parece ter erodido cerca de 300-400 m de arenitos discordantes do Grupo Serra Grande e, pelo menos, 400-500 m de rochas do embasamento (PEULVAST e CLAUDINO-SALES, 2003; 2002).

Se a erosão diferencial, agindo em consonância com a influência tectônica da reativação das zonas de cisalhamento, coloca em ressaltos topográficos os maciços e cristas, um 3º tipo de modelado, estreitamente associado à esse contexto morfoestrutural, representa o resultado inverso, ou seja, o rebaixamento altimétrico, são os vales fluviais, cuja dinâmica erosiva está embutida no direcionamento da rede de drenagem regional.

Rede de Drenagem Regional

Os entornos norte e leste da Ibiapaba, correspondentes ao subdomínio Médio Coreaú da província Borborema, apresentam lineamentos com direções predominantes NE-SO e L-O, desenvolvidos sobre zonas de cisalhamento dúcteis pré-cambrianas (reativadas durante o Cretácico e o Cenozoico) e que originaram áreas arqueadas ou rebaixadas que, uma vez submetidas à erosão diferencial, formam um alinhamento de cristas ou vales com direções preferenciais conforme o *trend* estrutural (MAIA e BEZERRA, 2014b).

Como se sabe, os relevos desenvolvidos em estrutura dobrada são variados, o que se deve: à diversidade das condições litológicas que se oferecem à erosão diferencial; à complexidade das condições tectônicas e à ação da erosão. Mas, dentro dessa diversidade existe uma característica fundamental, a presença de cristas e vales alinhados e paralelos (PENTEADO, 1978). Portanto, é comum que um relevo esculpido em antigas deformações dobradas, exumadas pela denudação, possa dar origem tanto a cristas geradas nos estratos mais resistentes, alinhadas e paralelizadas, quanto a vales formados nos estratos menos resistentes (PENHA, 2003).

Assim, desde as vertentes da *cuesta* da Ibiapaba, drenando o contato em *glint* com a superfície de aplainamento sertaneja, os vales fluviais apresentam exatamente esse direcionamento preferencial NE-SO e, secundariamente, L-O, num padrão de drenagem dendrítico no setor, o qual muda no baixo curso desses rios onde apresentam um padrão paralelo (CEARÁ, 2009a; 2009b).

Esse quadro hidrográfico resultante do *trend* estrutural se observa nas bacias dos rios Acaraú e Coreaú, sobremaneira, em relação ao direcionamento dos vales de 1ª, 2ª e até, em alguns setores, de 3ª ordem, principalmente, no setor norte, onde os cursos d'água estão embutidos entre as vertentes dos maciços quartzíticos, ocupando as porções anticlinais dos dobramentos da região (Figura 15).

Contudo, o rio Coreaú foge um pouco desse padrão, ao apresentar uma direção S-N que, na porção setentrional da área, inflete para a direção SE-NO, coletando hierarquicamente as águas dos tributários vindos da Ibiapaba e entorno. Provavelmente, essa exceção se dê em função da maior capacidade de incisão linear do rio Coreaú, principal curso d'água da região, dotado de maior vazão em relação aos demais, o qual drena setores compostos por litologias antigas e mais tenras, quadro que possibilita o truncamento dos direcionamentos preferenciais dos lineamentos, principalmente no trecho de inflexão SE-NO.

Porém, de maneira geral, os entornos leste e norte da Ibiapaba se apresentam como um considerável exemplo da configuração morfoestrutural disposta em alinhamento de cristas residuais que confinam a drenagem de 1ª ordem e orientam a dissecação dos modelados na direção NE-SO e L-O, conforme os lineamentos e o *trend* estrutural.

Por sua vez, o mesmo quadro analítico não se aplica à *cuesta* da Ibiapaba e suas características particulares, onde a rede hidrográfica é classificada fundamentalmente em função do direcionamento das camadas sedimentares da bacia do Parnaíba. Todavia, vale ressaltar, conforme visto anteriormente na análise do reverso, o caimento L-O dos arenitos do Grupo Serra Grande são condicionados pela arquitetura do embasamento, incluindo a ocorrência de bloco, e pelo soerguimento da borda oriental da bacia, que originou a própria Ibiapaba.

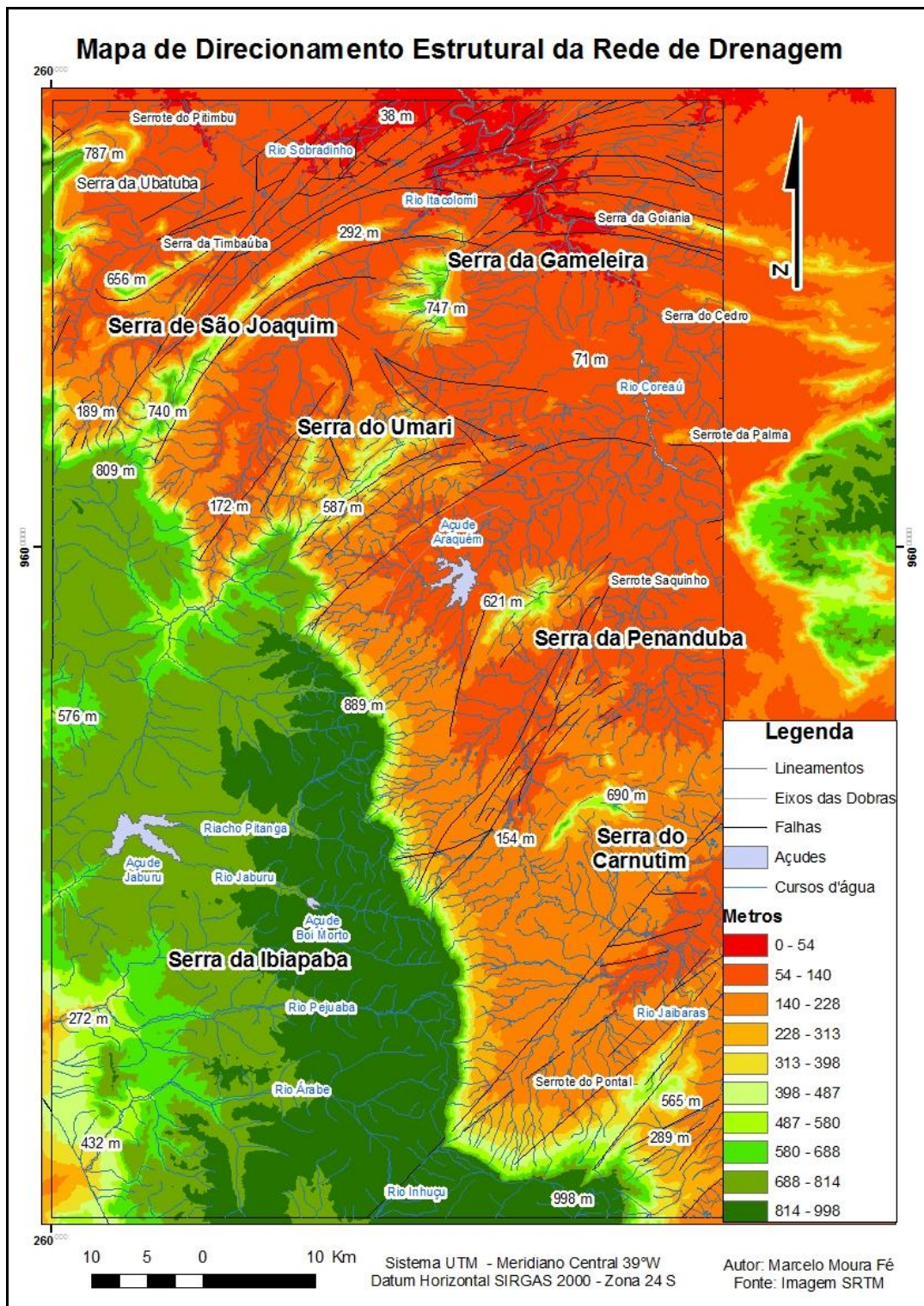
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Associadas à estruturação regional proterozoica-paleozoica e à etapa de evolução morfoestrutural meso-cenozoica, foram identificadas e analisadas 5 morfoestruturas, de escala regional, as quais, por sua vez, são registros presentes e notáveis na paisagem dos processos de evolução da geomorfologia da região noroeste do estado do Ceará.

A partir do objetivo proposto aqui, identificar e analisar as morfoestruturas da serra da Ibiapaba e áreas adjacentes, elementos associados à evolução morfoestrutural regional de idade pré-cretácica, cretácica e cenozoica da região noroeste do estado do Ceará, entende-se que a abordagem morfoestrutural pode ser imprescindível para se entender a evolução de uma dada região.

Conhecer os elementos que compõem a paisagem, ou seja, a etapa de compartimentação das unidades de paisagem e, num momento consecutivo, analisar a interrelação dos relevos já se apresenta como uma contribuição para se entender um modelado do porte regional que tem a serra da Ibiapaba.

Figura 15: Mapa de Direcionamento Estrutural da Rede de Drenagem.



Fonte: Moura-Fé (2015).

O histórico e cada vez mais intenso processo de ocupação da Ibiapaba tem decorrido em diversos problemas e questões de ordem ambiental, cuja qualquer proposta de solução, necessita considerar a dinâmica geomorfológica.

Estudos posteriores podem e devem ser feitos. Alguns desdobramentos foram feitos em Moura-Fé (2015), mas o fato é que o conhecimento geomorfológico do patrimônio natural do Ceará requer mais estudos, mais grupos de pesquisa envolvidos, para que possamos entender cada vez mais as dinâmicas naturais presentes e, por conseguinte, poder usar esse conhecimento em prol de ambientes cada vez mais equilibrados, condição básica para qualidade de vida.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa uma parte da tese de doutorado defendida pelo autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGG-UFC), sob orientação do prof. Jean-Pierre Peulvast, com apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), através da concessão da bolsa de estudo. A todos quero agradecer.

REFERÊNCIAS

- ANGELI, N.; NOGUEIRA NETO, J. A.; SOUZA, J. V.; RIBEIRO FILHO, E. e MORENO, R. **Minerais de minério e paragênese da jazida de cobre de Pedra Verde** – Viçosa do Ceará. *Revista de Geologia*, v. 06, p. 05-32, 1993.
- BARRETO, L. L. e COSTA, L. R. F. **Evolução geomorfológica e condicionantes morfoestruturais do cânion do rio Poti – Nordeste do Brasil**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 3, p. 411-424, 2014. <https://doi.org/10.20502/rbg.v15i3.504>
- CEARÁ. **Caderno regional da bacia do Coreau**. Fortaleza: INESP, 2009a.
- _____. **Caderno regional da bacia do Acaraú**. Fortaleza: INESP, 2009b.
- 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.
- CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S. e LIRA, D. R. **Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema**. *Revista do Instituto Geológico*, v. 31, n. 1/2, p. 35-52, 2010. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.20100003>
- COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R. e 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.
- DESTRO, N.; SZATMARI, P. e LADEIRA, E. **Post-Devonian transpressional reactivation of a Proterozoic ductile shear zone in Ceará, NE Brazil**. *Journal of Structural Geology*, v. 16, n. 1, p. 35-45, 1994. [https://doi.org/10.1016/0191-8141\(94\)90016-7](https://doi.org/10.1016/0191-8141(94)90016-7)
- MAIA, R. B. e BEZERRA, F. H. R. **Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro**. *Mercator*, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014a.
- _____. **Tópicos de Geomorfologia Estrutural: Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2014b. <https://doi.org/10.4215/RM2014.1301.0010>
- MAIA, R. B.; BEZERRA, F. H. R. e CLAUDINO-SALES, V. **Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento**. *Revista de Geografia*, v. 27, p. 6-19, 2010.
- MATOS, R. M. D. **Tectonic evolution of the Equatorial South Atlantic**. In: *Atlantic Rifts and Continental Margins*. Geophysical Monograph, American Geophysical Union, n. 115, p.331-354, 2000.
- MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação**. Tese de Doutorado (PPGG –UFC), Fortaleza-CE, 2015. 307 p.

PENHA, H. M. **Processos endogenéticos na formação do relevo**. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

PEREIRA, E.; CARNEIRO, C. D. R.; BERGAMASCHI, S. e 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. e FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1983.

PEULVAST, J-P. e BÉTARD, F. **Landforms and landscape evolution of the Equatorial margin of Northeast Brazil: an overview**. Springer Earth System Sciences. New York: Springer International Publishing, 2015. 186 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-18203-2>

_____. **Late cenozoic and presente-day hillslope erosion dynamics in a passive margin context: stability or instability? Case studies in Northeast Brazil**. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria (ITA), v. 36, n. 1, p. 139-149, 2013.

PEULVAST, J. P.; BÉTARD, F. e LAGEAT, Y. **Long-term landscape evolution and denudation rates in shield and platform areas: a morphostratigraphic approach**. Géomorphologie: relief, processus, environnement, n. 2, p. 95-108, 2009.

PEULVAST, J. P. e CLAUDINO SALES, V. **Stepped Surfaces and Paleolandforms in the Northern Brazilian “Nordeste”**: constraints on models of morphotectonic evolution. Geomorphology, n. 62, p. 89-122, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.02.006>

_____. **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. Mapas na escala 1:500.000. Serviço Geológico do Brasil, CD-Rom, 73 p., 2003.

_____. **Aplainamento e Geodinâmica**: revisitando um problema clássico em Geomorfologia. Mercator, n. 1, p. 62-92, 2002.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V.; BÉTARD, F. e GUNNEL, Y. **Low post-Cenomanian denudation depths across the Brazilian Northeast**: Implications for long-term landscape evolution at a transform continental margin. Global and Planetary Change, n. 62, p. 39-60, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.11.005>

ROSS, J. L. S. **Brasilian Relief**: structures and forms. Revista do Departamento de Geografia, v. 25, p. 20-36, 2013. <https://doi.org/10.7154/RDG.2013.0025.0102>

_____. **Geomorfologia**: Ambiente e Planejamento. 7 ed. São Paulo: Contexto, 2003.

SANTOS, E. J.; COUTINHO, M. G. N.; COSTA, M. P. A. e 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. e CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM, 2009.

SZATMARI, P.; FRANÇOLIN, J. B. L.; ZANOTTO, O. e WOLFF, S. **Evolução tectônica da margem equatorial brasileira**. Revista Brasileira de Geociências, v. 17, n. 2, p. 180-188, 1987.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R. e TAIOLI, F. (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

TWIDALE, C. R. **The two-stage concept of landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of an idea**. Earth-Science Reviews, v. 57, p. 37-74, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(01\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00059-9)

TWIDALE, C. R. **The research frontier and beyond**: granitic terrains. Geomorphology, v. 7, p. 187-223, 1993. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(93\)90017-V](https://doi.org/10.1016/0169-555X(93)90017-V)

TRICÁRT, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE-SUPREN, 1977.

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

VIDAL ROMANÍ, J. R. e TWIDALE, C.R. **Structural or climatic control in granite landforms?** The development of sheet structure, foliation, boudinage, and related features. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe (Coruña-ESP), v. 35, p. 189- 208, 2010.

Recebido em: 26/04/2017

Aceito para publicação em: 08/09/2017