



Septiembre 2016 - ISSN: 1988-7833

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO PLANALTO DA IBIAPABA E ÁREAS CIRCUNJACENTES- NORDESTE DO BRASIL

Francisco Leandro de Almeida Santos¹

Universidade Estadual do Ceará – UECE
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PropGeo
E-mail: leogeofisico@gmail.com

Flávio Rodrigues do Nascimento²

Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFC
Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFF
E-mail: flaviogeo@bol.com.br

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Francisco Leandro de Almeida Santos y Flávio Rodrigues do Nascimento (2016): "Mapeamento geomorfológico do planalto da Ibiapaba e áreas circunjacentes- nordeste do Brasil", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (julio-septiembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/cccs/2016/03/ibiapaba.html>

Resumo

O Planalto da Ibiapaba representa um importante compartimento de relevo cuestiforme modelado na borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, apresentando um diversificado mosaico de unidades geomorfológicas. Este trabalho se restringiu à análise do relevo dentro dos limites municipais de Tianguá e Ubajara, no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. Os procedimentos operacionais foram divididos em quatro etapas: 1) Revisão da literatura; 2) Interpretação de imagens orbitais; 3) Elaboração do mapeamento temático; 4) Trabalho de campo. Os resultados apresentaram a disposição das seguintes unidades geomorfológicas ao longo do recorte municipal de Tianguá e Ubajara: 1) depressão periférica; 2) vertente; 3) cristas residuais e inselbergs; 4) reverso imediato e 5) reverso e 6) depressão monoclinial. Assim, foram elaborados quadros sintéticos para uma análise integrada das características naturais de cada unidade que compõe o modelado dinâmico do relevo.

Palavras-chave: Unidades Geomorfológicas, Relevo Cuestiforme, Modelado Dinâmico do Relevo, Bacia Sedimentar do Parnaíba e Análise Integrada.

Abstract

The Plateau Ibiapaba represents an important cuesta relief compartment modeled on the eastern edge of sedimentary basin Parnaíba, presenting a diverse picture of geomorphological units. This work is limited to the analysis of the relief within the municipal boundaries of Tianguá and Ubajara, in the State of Ceará, Northeast of Brazil. The operational procedures were divided into four steps: 1) Literature review; 2) Interpretation of orbital images; 3) Elaboration of thematic mapping. 4) Field work. The results showed the disposition of the following geomorphological units along the city Tianguá cut and Ubajara: 1) peripheral depression; 2) slope; 3) residual ridges and inselbergs; 4) reverse immediately; 5) reverse and 6) monoclinial depression. So we were prepared summary tables for an integrated analysis of the natural features of each unit that makes up the dynamic relief modeled.

¹ Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará.

² Doutor em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará. Professor colaborador do Programa de Geografia da Universidade Federal Fluminense.

Key-words: Geomorphological units, Cuesta Relief, Modeled Dynamic Relief, Sedimentary Parnaíba Basin and Integrated Analysis.

Resumen

La Meseta Ibiapaba es un importante compartimiento del relieve en cuesta ubicado en el borde oriental de la cuenca sedimentaria del Parnaíba, presentando un panorama diverso de unidades geomorfológicas. Este trabajo se reserva al análisis del relieve dentro de los límites municipales de Tanguá y Ubajara, provincia de Ceará, Nordeste de Brasil. Los procedimientos metodológicos fueron desarrollados en cuatro pasos: 1) Revisión de la literatura; 2) Interpretación de las imágenes orbitales; 3) Elaboración de la cartografía temática; 4) Trabajo de campo. Los resultados indican la disposición de las siguientes unidades geomorfológicas al largo del límite municipal de Tanguá y Ubajara: 1) depresión periférica; 2) pendiente; 3) sierras residuales y inselbergs 4) reverso inmediato; 5) reverso y 6) depresión monoclinial. Así, se prepararon tablas de resumen para un análisis integrado de las características naturales de cada unidad que conforma el modelado dinámico del relieve.

Palabras clave: Unidades Geomorfológicas, Relieve en Cuesta, Cuenca Sedimentaria del Parnaíba, Modelado Dinámico del Relieve y Análisis Integrado.

1 INTRODUÇÃO

O mecanismo de evolução geomorfológica do Planalto da Ibiapaba está estreitamente vinculado ao jogo de relações entre os condicionantes morfoestruturais e morfoesculturais resultando na exposição de padrões uniformes de relevo. Assim, as morfoesculturas exprimem as influências do modelado dinâmico da superfície terrestre sobre o substrato morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Parnaíba, guardando especificidades no recorte espacial de Tanguá e Ubajara em dependência do grau de imposição de um condicionante sobre o outro na evolução do relevo cuestasiforme.

Ross (1991) salienta a sistematização dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura como resultado das contribuições de Gerasimov (1946), Gerasimov e Meschericov (1968) e Meschericov (1968). Esses trabalhos delinearam uma conotação metodológica para cartografia geomorfológica baseada no dimensionamento espacial das categorias genéticas do relevo terrestre, representando a dinâmica dos processos exogenéticos e endogenéticos na gênese das formas.

As morfoestruturas são de diferentes idades e origens influenciando o comportamento morfoescultural do relevo através das zonas de cisalhamento, modelos de estratificação e grau de resistência das rochas, as quais representam as estruturas que sustentam ou controlam o modelado. As morfoesculturas correspondem ao modelado ou a tipologia das formas geradas sobre uma ou várias morfoestruturas através da ação exogenética. O conceito de morfoescultura remonta à gênese das feições do relevo a partir da compreensão dos climas atuais e pretéritos na elaboração dos diferentes níveis morfológicos da superfície terrestre (ROSS, op. cit.).

Nesse aspecto, a neotectônica e as mudanças ambientais do Quaternário são responsáveis pelo ajustamento de uma feição cuestasiforme, justificando o mecanismo genético do relevo regional.

Amiúde, o período Quaternário corresponde às mudanças ambientais que ocorreram nos últimos 2 milhões de anos da era Cenozoica, subdividido no intervalo de 10.000 a 12.000 anos AP entre o Pleistoceno e o Holoceno. Nesse contexto, o Quaternário foi marcado por sucessivas fases glaciais e interglaciais que condicionaram a evolução das paisagens de todo o planeta. Assim, a intensidade das variações climáticas produziram efeitos nas taxas de intemperismo e pedogênese, nos regimes fluviais e nível dos oceanos, implicando na distribuição ecológica dos seres vivos, forçados a migrações e adaptações às condições mutáveis (MOURA, 1998).

Ab' Saber (1971), expõe a influência dos processos morfoclimáticos do Quaternário sobre a evolução dos compartimentos de relevo em singularidade com a distribuição dos domínios fitogeográficos do Brasil. Durante a fase tropical úmida, a distribuição areolar da Mata Atlântica assumiu contornos expressivos nas paisagens intertropicais, denunciando uma fase extensiva dissecação das vertentes, estruturação da rede de drenagem e espessamento dos mantos de intemperismo com o consequente desenvolvimento dos solos. A fase de semiaridez agressiva contribuiu para atuação da morfogênese mecânica sobre o relevo, esboçando a configuração das amplas rampas de pedimentação concomitante à retração das florestas tropicais para os refúgios ecológicos, à medida que as caatingas ralas expandiam-se pelas depressões intermontanas favorecendo a remoção dos solos desprotegidos face aos efeitos das chuvas torrenciais.

A rigor, o objetivo da pesquisa se pauta no mapeamento geomorfológico do Planalto da Ibiapaba e das áreas circunjacentes conforme a metodologia de Ross (1991). Desta forma, os municípios de Tianguá e Ubajara ganham destaque para o melhor detalhamento da escala de trabalho segundo critérios de hierarquização dos processos que se configuram no modelado da superfície terrestre e permitem uma compartimentação rigorosa das unidades de relevo.

Nesse aspecto, o presente artigo preenche uma importante lacuna na literatura científica pela reconstrução dos processos de gênese e evolução do Planalto da Ibiapaba, sobretudo, com base nos condicionantes morfoestruturais e morfoesculturais para justificar a elaboração de uma morfologia custiforme associada ao recuo da vertente e formação da depressão periférica circunjacente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A proposição metodológica da cartografia geomorfológica aperfeiçoada por Ross (1991), resulta das contribuições de Demek (1967) e Mescherikov (1968) e no trabalho técnico desenvolvido pelo Projeto RadamBrasil (1981). Desta forma, a taxonomia do relevo exprime sistematicamente a dinâmica de evolução do modelado terrestre nos diferentes níveis de hierarquização expostos abaixo:

1º Taxón – Unidades Morfoestruturais – Correspondem às macroestruturas, como as grandes estruturas relacionadas às Bacias Sedimentares e Províncias Geológicas do Pré-Cambriano.

2º Taxón – Unidades Morfoesculturais – Correspondem aos compartimentos de relevo pertencentes a uma determinada morfoestrutura e posicionados em diferentes níveis topográficos.

3º Taxón – Modelado – Corresponde aos agrupamentos de formas de agradação e denudação.

4º Taxón – Conjuntos de formas semelhantes – Correspondem às tipologias do modelado. Formas de vertente, aplainadas e tabulares nos relevos de agradação e denudação.

Para a elaboração do mapa de lineamentos estruturais foi utilizada uma imagem SRTM (*SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION*), com resolução espacial de 90 m sobreposta à base cartográfica CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais do Brasil) para extração das zonas de cisalhamento. Desta forma, o mapeamento foi realizado pelo SIG QUANTUN GIS 1.8 na escala de 1/400.000, demonstrando a disposição dos lineamentos estruturais e zonas de cisalhamento em caráter compressional, extensional, transcorrente dextral e sinistral.

Vale ressaltar, a ênfase dada ao Lineamento Transbrasiliiano no contato do Planalto da Ibiapaba com o embasamento pré-cambriano, mecanismo responsável pelo papel da neotectônica no soerguimento das vertentes e controle dos padrões de drenagem e alinhamentos de cristas.

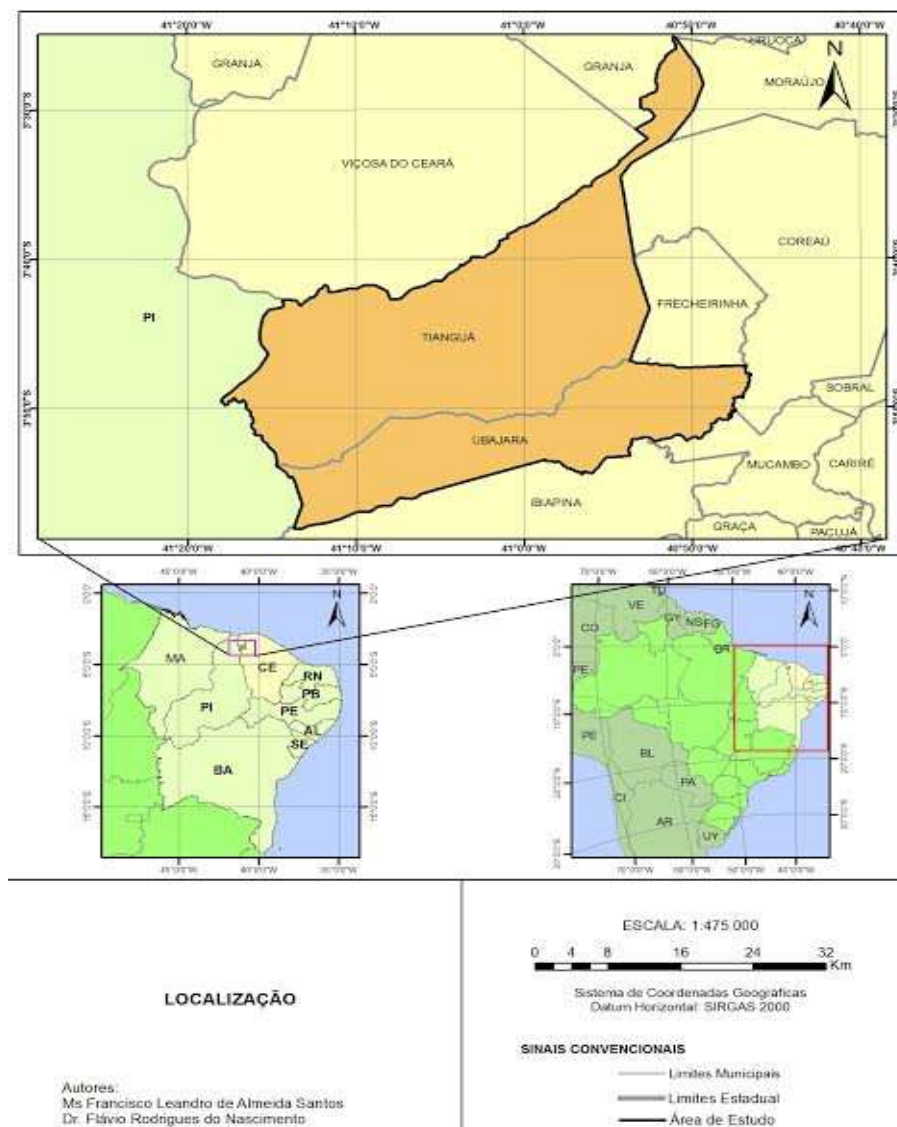
Nesse aspecto, foi confeccionado um mapa planialtimétrico para análise qualitativa da evolução geomorfológica do Planalto da Ibiapaba. A representação cartográfica destacou a disposição do relevo regional através da elaboração de um perfil topográfico para mensurar a relação morfoestrutura-morfoescultura no contexto de Tianguá e Ubajara. Sob esses aspectos, foi utilizada uma imagem SRTM (*SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION*), com resolução espacial de 90 metros, folha SA-24-Y-C, na escala de 1:250.000, disponibilizada pelo site da EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) via download. Para o processamento desta imagem foi utilizado o software SPRING 5.2.6. Após o processamento, foi utilizado o SIG QUANTUN GIS 1.8 para realização do mapeamento na escala de 1:320.000 e geração das isoípsas de 100m.

O Trabalho de campo foi imprescindível para o reconhecimento da realidade terrestre. Nesta etapa foi utilizado o GPS GARMIN E TEX 10, com apoio da Carta Imagem do satélite LANDSAT 8, para possibilitar o acesso até os pontos que se remetem ao traçado do perfil topográfico nos municípios de Tianguá e Ubajara. Assim, os dados foram tabulados no gabinete para guiar a correção do mapeamento temático. Tais informações foram validadas a partir da análise de imagens SRTM para delimitação das unidades geomorfológicas. As unidades geomorfológicas foram delimitadas no SIG QUANTUN GIS 1.8 conforme a metodologia de Ross (1991), delineadas pela conotação do 3º táxon, ligadas ao modelado do relevo. A utilização da Imagem SRTM possibilitou a extração dos padrões de drenagem com sombreamento e modelo digital de terreno em base tridimensional.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CONDICIONANTES MORFOESTRUTURAIS

A área de estudo corresponde aos municípios de Tianguá e Ubajara, situados no setor ocidental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, a qual se dispõe a borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba através de um escarpamento abrupto em contato com a depressão sertaneja e um reverso de caimento topográfico suave controlado pelo mergulho litoestratigráfico das camadas sedimentares no sentido oeste, configurando-se num relevo cuestiforme.



Mapa 1: Localização da área de estudo.

A gênese da sinéclise está relacionada aos movimentos subsidentes e arqueamentos que ocorreram no final do ciclo Brasileiro, além de sucessivas transgressões e regressões marinhas provenientes de oeste e noroeste, provavelmente a partir da faixa Paleozóica da Amazônia Oriental, período marcado por significativos ciclos de sedimentação no Brasil (AB' SABER, 2006).

A Bacia do Parnaíba possui dimensões da ordem de 600.000 Km² e espessura de até 3500 m. Ela corresponde a uma bacia intracratônica localizada na porção nordeste da Plataforma Sul Americana, ocupando em grande parte os estados do Piauí e do Maranhão e recobrando parcialmente o Pará, Ceará, Bahia, Tocantins e Goiás. A Bacia do Parnaíba está posicionada na área de remobilização brasileira apresentando forma elipsoidal com diâmetros maior (NE- SW) e menor (NW – SE) de 1.000 e 800 km, respectivamente. A área original da bacia excedeu 0,7 milhão de km² durante sua evolução Paleozóica, tendo acumulado cerca de 2.500 m de sedimentos detríticos em seu depocentro (ALMEIDA 1969).

Cunha (1986) afirma que a localização geotectônica da Bacia do Parnaíba está posicionada entre as faixas de dobramentos que bordejam os crátons do Amazonas, São Luís e São Francisco. Tais faixas foram formadas e/ou retrabalhadas no ciclo Brasileiro, sendo constituídas de metassedimentos de grau metamórfico baixo a intermediário aflorando nos terrenos adjacentes às bordas leste, sudeste, sudoeste e oeste da bacia.

Para Cunha (op. cit.), a formação desta sinéclise está vinculada ao resfriamento e decompressão da crosta no final do ciclo Brasileiro. Esse evento promoveu a reativação das zonas de cisalhamento ao longo dos lineamentos herdados do pré-cambriano. Desta feita, tensões cisalhantes, normais e transcorrentes passaram a atuar na região, originando fossas precursoras delimitadas por extensas falhas normais, instaladas a partir da subsidência dos lineamentos Transbrasiliano e Picos-Santa Inês.

Góes e Feijó (1994) classificaram a estratigrafia da Bacia do Parnaíba em quatro grupos: Serra Grande, Canindé, Balsas e Mearim. A evolução paleogeográfica foi reconstituída com base na subdivisão de cinco sequências deposicionais de segunda ordem. Cada sequência corresponde a expressivas coberturas sedimentares de ampla distribuição. O Grupo Serra Grande corresponde às rochas que compõem o Planalto da Ibiapaba, se configurando na primeira incursão marinha da sinéclise com ciclo transgressivo-regressivo completo. A sequência Siluriana é composta por arenitos, folhelhos, siltitos, conglomerados e raros diamictitos. A sedimentação se processou a partir de um megassistema fraturas ligada a contração térmica que ocorreu no final da orogenia brasileira.

Fernandes (2006) afirma que durante o Mesozóico, após as periódicas variações do nível do mar, foi observada uma estabilidade tectônica generalizada para o fim do Jurássico na plataforma Afro-Brasileira, seguindo de uma reativação dos sistemas de falhamentos ligados ao rifting do continente Gondwana durante o Cretáceo, no qual proporcionaram processos de abatimentos das sinéclises já existentes por ajustes de isostasia.

A margem oriental do continente Sul Americano foi submetida às tensões e esforços distensivos resultando na formação de blocos basculados com instalação dos sistemas de *grabens* e *horts*. Assim, a drenagem se estruturou escavando vales por captura ou adaptação em resposta aos fluxos térmicos que iniciaram o rifting e aos desequilíbrios isostáticos gerados pelos abatimentos das margens oceânicas limítrofes (SAADI, 1998).

Shobbenhaus e Brito Neves (2003) afirmam que os grandes lineamentos da fase de extrusão das províncias brasileiras (e pan africanas), foram ativadas de forma intensa com rejeitos verticais expressivos, geralmente associados a extensos falhamentos formados em torno das zonas miloníticas herdadas do ciclo Brasileiro. Em consequência disso, as coberturas paleozoicas e mesozoicas foram efetivamente reestruturadas localmente ao longo das linhas de falhas brasileiras, com vários exemplos por todo Brasil, seguindo notadamente os Lineamentos Transbrasiliano, Jaguaribe, Patos-Malta, Afogados do Ingazeiro, Pernambuco, e etc.

Nesse contexto, os efeitos da tectônica global sobre a Bacia Sedimentar do Parnaíba, decorrem das diferentes variações dos campos de tensões gerados pela abertura do Atlântico Sul, configurando no deslocamento da margem oriental brasileira combinada com o ajuste estrutural das zonas cisalhamento africanas (FAIRHEAD & MAUS, 2003).

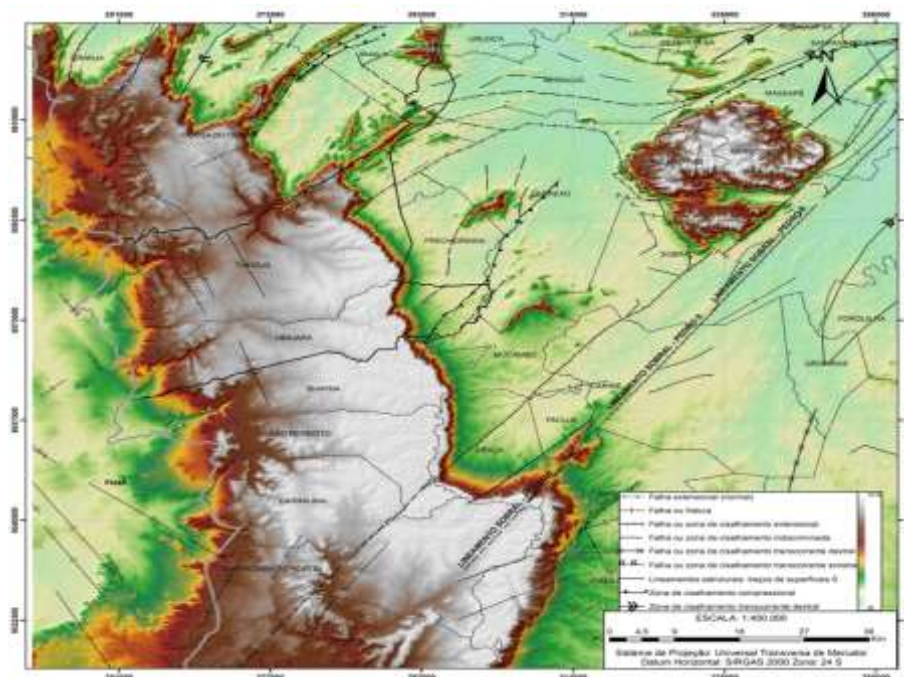
Nessa linha de interpretação, esses eventos condicionaram à reativação do Lineamento Transbrasiliano através de movimentos tectônicos que propiciaram o soerguimento da borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, promovendo o basculamento das camadas sedimentares com as sequências litoestratigráficas se inclinando para o eixo central da sinéclise.

Este lineamento compõe um sistema de zonas cisalhamento transcorrentes dextrais com direções que seguem o sentido NE-SW, desde o estado do Ceará até o noroeste da Bacia do Paraná. Reativações durante o Fanerozóico estão registradas em falhas normais e fraturas ao longo da sinéclise do Parnaíba ou evidenciadas pelo controle estrutural e preservação de várias bacias sedimentares mesozoicas transtracionais em diversas porções da província Borborema, a exemplo: Bacia Araripe, Rio do Peixe e Iguatu. Desta forma, a reativação do Lineamento Transbrasiliano ocorreu em toda sua extensão continental controlando o arcabouço estrutural das sinéclises que integram a plataforma Sul Americana (DELGADO, 2003 et. al.).

Maia e Bezerra (2014) salientam a importância da reativação das zonas de cisalhamento transcorrentes pré-cambrianas em caráter rúptil e dúctil para ocorrência de deformações tectônicas sobre o relevo do Nordeste brasileiro. No Planalto da Ibiapaba, o Lineamento Transbrasiliano representa a expressão geomorfológica dos campos de tensões em condições de nível crustal profundo. Os *trends* estruturais se estendem e orientam a dissecação fluvial nos vales subssequentes do rio Jaibas e parte do rio Acaraú, controlando a morfologia de superfície na direção NE-SW.

A referida zona de cisalhamento recebe o topônimo de Lineamento Sobral-Pedro II, delimitando os principais alinhamentos de cristas e vales incisos que se dispõem entre o contato morfoestutural da borda da sinéclise e o embasamento pré-cambriano circunjacente.

O mapa a seguir expõe a disposição morfoestrutural das principais zonas de cisalhamento herdadas do ciclo Brasileiro, que foram reativadas em regimes extensionais, compressivos e transcorrentes pelo processo de rifting do continente Gondwana. Neste caso, a tectônica justifica a ocorrência do embasamento pré-cambriano numa cota altimétrica de 600 m ao longo da escarpa, remontando evidências que durante o Cretáceo, a reativação do Lineamento Transbrasiliano promoveu no flanco norte do Planalto da Ibiapaba um soerguimento de caráter regional.



Mapa 2: Contato do Planalto da Ibiapaba com embasamento cristalino circunjacente.

3.2 CONDICIONANTES MORFOESCULTURAIS

As feições morfoesculturais do Planalto da Ibiapaba evoluíram a partir das mudanças ambientais do Quaternário sobre comportamento dinâmico da morfoestrutura em condições morfogenéticas distintas, justificando a diversificação de compartimentos geomorfológicos no contexto da paisagem. Assim, há estreita relação entre a tipologia das formas e cada processo morfoclimático dominante responsável pelo modelado do relevo regional.

Segundo a gênese de rios, no Planalto da Ibiapaba a organização da drenagem se orienta pelo controle da morfoestrutura nas rochas pertencentes ao Grupo Serra Grande. Conforme salienta Penteado (1973), a drenagem consequente flui em concordância com o mergulho estratigráfico das camadas sedimentares entalhando a superfície do reverso da cuesta. Por outro lado, a drenagem obsequente entalha em direção contrária ao caimento topográfico, se responsabilizando pelo mecanismo genético do retalhamento da escarpa no contexto da evolução do modelado.

A superimposição da rede hidrográfica condicionada pelo entalhamento da drenagem obsequente assume importante papel na evolução morfogenética do relevo regional. A incisão dos processos exodinâmicos no modelado da escarpa colocaram em evidência o trabalho seletivo da erosão diferencial, denunciando a ocorrência de morros testemunhos na área da depressão periférica em consequência da elaboração de festonamentos nos patamares de vales obsequentes da superfície cuestasiforme.

A esse respeito Souza (1988) menciona o registro de um afloramento que possui a mesma identidade geológica do Grupo Serra Grande. Trata-se de um morro testemunho situado cerca de 80 km da escarpa do Planalto da Ibiapaba, próximo à cidade de Santana do Acaraú, abrangendo uma faixa de aproximadamente 25 km de comprimento por 5 km de largura preenchendo um *graben*. Tal fato comprova que a escarpa se dispôs numa área de maior expressão espacial justificando o mecanismo de evolução ambiental da depressão periférica ocidental do Ceará.

Além disso, os prolongados eventos de semiaridez esboçaram a configuração das superfícies de erosão, no qual o dismantelamento do Planalto da Ibiapaba por circundesnudação promoveu a elaboração da depressão sertaneja concomitante ao preenchimento de paleopavimentos dentrícos no sopé da escarpa obsequente. Sob esse aspecto, o contexto morfoescultural se configura como resultante do recuo pronunciado da escarpa por complexos esquemas circundesnudaçionais.

Esse processo consubstancia na formação de patamares de erosão deprimidos e periféricos de arranjos circulares ou semicirculares na borda de bacias sedimentares. Desse modo, se constata no Planalto da Ibiapaba, a ocorrência do mais sugestivo exemplo de áreas de eversão do relevo brasileiro cuja ruptura topográfica entre o pediplano sertanejo e a superfície basal do Serra Grande está acima de 700 metros (AB' SABER, 1949). A figura a seguir, exemplifica o modelado do relevo:



Figura 3: A imagem superior esquerda expõe a ruptura topográfica do Planalto da Ibiapaba com a depressão periférica; A imagem superior direita ilustra os patamares dissecados do planalto; A imagem inferior esquerda mostra o entalhe da drenagem consequente na área do reverso; A imagem inferior direita apresenta o entalhe da drenagem obsequente na escarpa da cuesta produzindo festonamentos. Fonte: Santos (2015).

A disposição do relevo frente ao deslocamento dos ventos úmidos provenientes do Oceano Atlântico, favorece a ocorrência de chuvas orográficas no reverso imediato da “cuesta”, potencializando a existência de um enclave de mata úmida em meio ao contexto do semiárido brasileiro. Este enclave é representado por uma exuberante e expressiva floresta perenifolia abrangendo uma estreita faixa de terras que contrasta para oeste com o “carrasco” e para leste com os sertões pediplanados recobertos pelo Bioma Caatinga.

Sob esse aspecto, o arranjo fitogeográfico testemunha as variações climáticas do Quaternário frente à existência de refúgios ecológicos da Mata Atlântica em meio ao ambiente semiárido. Nas condições atuais, a mata úmida ocupa os níveis de cimeira do planalto a partir da retração fitogeográfica das espécies para os setores onde a dinâmica ambiental ainda se mantém próxima das que deram origem a esse contexto geobotânico. Tais condições esboçam a configuração de um verdadeiro brejo de altitude no contexto morfoclimático das caatingas semiáridas.

No município de Ubajara, os processos exodinâmicos exumaram rochas carbonáticas pertencentes segundo o Radam Brasil (1981) a série Banbuí datada como Eocambriana. Há o desenvolvimento de um modelado cárstico com feições ruiformes esculpidas em grutas *lápies* e *pepino hills*. Tais feições evoluem pelo clima úmido atuante que favorece a recarga do aquífero a partir da infiltração dos níveis de precipitação no capeamento arenítico do platô úmido da cuesta.

O modelado cárstico compreende a dissolução de rochas calcárias pela infiltração da água sobre a rede de fissuras e diaclases do material constituinte, propiciando a formação de feições subterrâneas no relevo terrestre (BIGARELLA, 1996). Assim, se projetam adiante da vertente do planalto a ocorrência de *pepino hills* como feições residuais da superfície carbonática. Além disso, a erosão pluvial promove a abertura de sulcos de erosão com a elaboração de *lápies* na morfologia exocárstica conforme os planos de estratificação e sistemas de diaclases das rochas calcárias.

Há a ocorrência de *pepino hills* como feições residuais da superfície carbonática. Além disso, a erosão pluvial promove a abertura de sulcos de erosão com a elaboração de *lápies* na morfologia exocárstica conforme os planos de estratificação e sistemas de diaclases das rochas calcárias.

A espessura da cornija arenítica é variada de norte para sul. Próximo à cidade de Tianguá, o arenito repousa de modo discordante sobre os quartizitos. Estas rochas possuem feições morfológicas dissecadas com cristas perpendiculares a escarpa. De Tianguá para Viçosa, é notado um adelgamento da cornija, e em alguns pontos a exumação de rochas do embasamento cristalino. O relevo é dissecado em cristas, lombadas e colinas rasas. A escarpa perde altura para norte restringindo-se um *front* dissimulado (SOUZA, 1981).

O reverso é entalhado pela drenagem consequente que flui na direção do eixo da bacia havendo um controle estrutural sobre a morfologia. Os pequenos cursos d'água, que dissecam a superfície em interflúvios tabulares confluem para bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Nesse contexto, se sobressai o vale de superimposição do rio Poti, que ao escavar a parte central da cuesta, proporcionou a abertura de uma garganta epigênica, sobretudo, em condições paleoclimáticas úmidas nas quais o rio adquiriu poder de entalhe para sectionar a estrutura rochosa do *front*.

Nesse panorama, o mergulho estratigráfico passa a comandar as características morfológicas. Para oeste, a superfície apresenta um conjunto topográfico quase imperceptível, não superior a 3°- 5°. Há estreita correlação entre a estrutura geológica e morfologia. Tais relações só perduram até cerca de 30 km – 35 km para oeste, quando então se desenvolve na direção do Piauí uma vasta depressão monoclinial em resposta a maior incisão dos processos degradacionais nos rebordos interiores de declives que se assemelham ao *front* externo. São características que comprovam o desdobramento de cuestas em direção ao eixo da Bacia Sedimentar do Parnaíba (SOUZA, 2000).

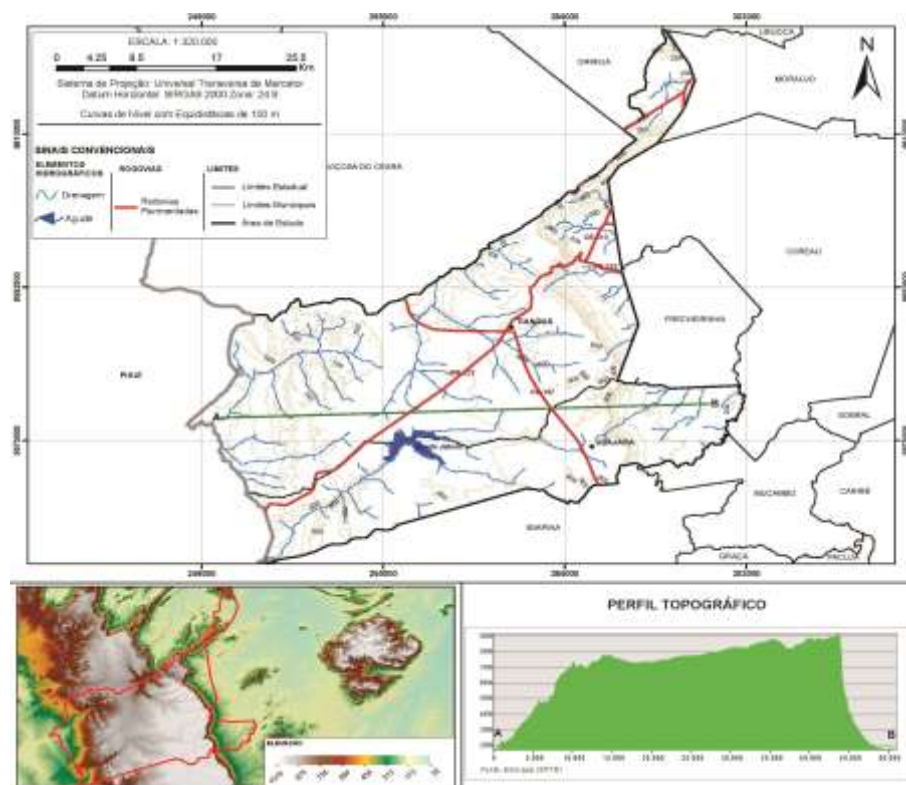
No município de Ubajara, o rio Jaburu possui orientação consequente isolando a superfície do reverso em altos estruturais que apresentam expressivas rupturas de declive na direção da depressão monoclinial. As incisões lineares dos vales confluem para a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba em consonância com o mergulho estratigráfico das rochas sedimentares.

A par dessas questões, o mapa planialtimétrico traduz em três dimensões o jogo de influências das variáveis morfoestruturais e morfoesculturais no condicionamento da feição cuestiforme ao longo do recorte municipal de Tianguá e Ubajara. Ademais, o esquema tridimensional representa a ruptura topográfica entre depressão periférica e a frente escarpada da cuesta através do perfil dos níveis de erosão em isoípsas de 100 m. O modelo salienta a disposição do relevo numa altitude acima de 700 m, configurando um importante dispersor de drenagem da bacia hidrográfica do rio Coreaú, a partir da ressurgência de nascentes que assumem orientação obsequente, propiciando o ataque da erosão remontante no contexto morfoгенético da vertente oriental do planalto.

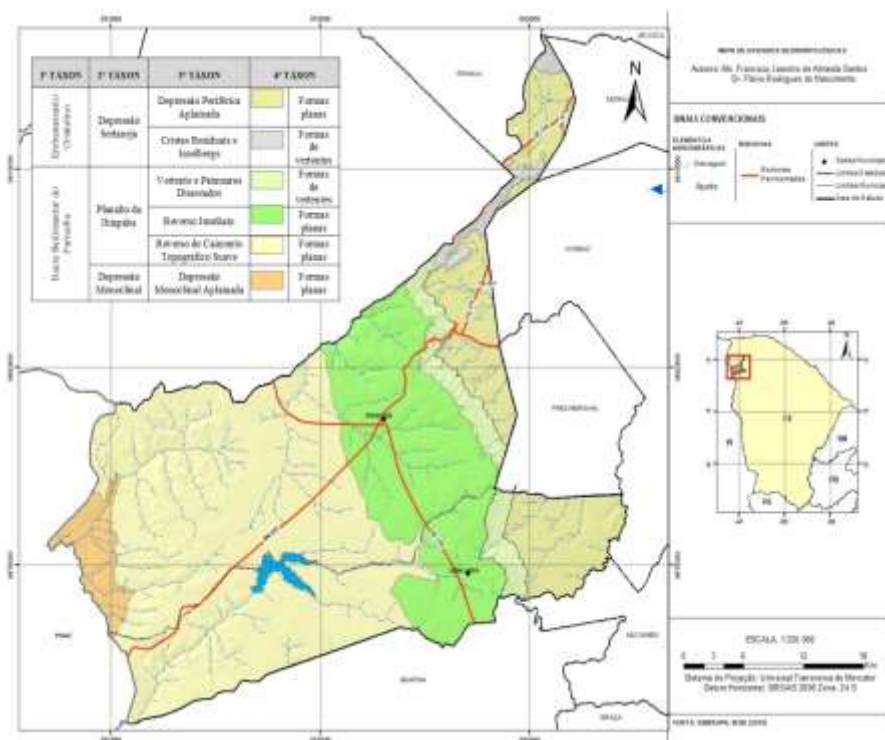
Nesse aspecto, o traçado das isoípsas sobre a escarpa da cuesta traduz a dissecação da drenagem obsequente em oposição ao controle da morfoestrutura, demandando coletores por captura fluvial até a área da depressão sertaneja, visto a condição dos rios em impor a abertura dos vales no sentido inverso ao mergulho estratigráfico das camadas sedimentares.

A configuração espacial da superfície sertaneja resulta do recuo paralelo do Planalto da Ibiapaba para oeste como reflexo da condição de semiaridez quaternária. A coalescência das rampas de pedimentação possibilitou a existência de inselbergs e cristas residuais como resultado da morfogênese mecânica sob os compartimentos geomorfológicos, onde se sobressaíram setores de maior resistência litológica frente ao aplainamento progressivo do relevo regional.

Em contraponto, o controle da morfoestrutura no reverso impõe um comportamento morfoescultural no ajustamento do caimento topográfico. Há o mergulho gradativo das rochas para o eixo da sinéclise, condicionando à adaptação da drenagem consequente que assume padrão paralelo na elaboração de vales pedimentados até confluir para o rio Parnaíba. Além disso, o perfil topográfico certifica a presença da depressão monoclinial nos municípios de Tianguá e Ubajara com níveis altimétricos de 200 m, em semelhança à depressão sertaneja. Trata-se de uma superfície de aplainamento mapeada na escala de trabalho cujo detalhamento 1\50.000 permite a identificação das feições morfoesculturais com maior rigor no tratamento da expressão espacial de cada compartimento que compõe a organização do arranjo geomorfológico. Como ilustra o mapa abaixo:



A discussão abaixo expõe a compartimentação geomorfológica dos municípios de Tianguá e Ubajara conforme a metodologia de Ross (1991). Ademais os quadros a seguir proporcionam uma análise integrada das interconexões estabelecidas entre as unidades e os componentes naturais.



Quadro 1: Depressão Periférica Aplainada
Características Naturais Dominantes

Superfícies planas moderadamente dissecadas com incisão da drenagem subsequente em padrões dendrídicos e subdendrídicos. Os rios possuem regime intermitente sazonal. O clima assume condições semiáridas, tendendo a subúmidas à medida que se aproxima dos rebordos do planalto. O mosaico de solos assume maior complexidade, prevalecendo os Planossolos, Neossolos Litólicos e os Argissolos Vermelho-Amarelos revestidos por caatingas arbustivas e arbóreas.

Fonte: Adaptado de Ross (1991), elaborado pelos autores.

Quadro 2: Cristas Residuais e Inselbergues

Características Naturais Dominantes
Correspondem a setores de maior resistência litológica face ao aplainamento progressivo do relevo regional no contexto da depressão sertaneja. A drenagem possui padrão dendrítico com regime intermitente sazonal encaixada sobre o embasamento cristalino em áreas de elevado declive. Condições climáticas que tendem de subúmidas a semiáridas. Prevaecem os Neossolos Litólicos revestidos pela caatinga arbustiva-arbórea.

Fonte: Adaptado de Ross (1991), elaborado pelos autores.

Quadro 3: Vertente e Patamares Dissecados

Características Naturais Dominantes
Relevos dissecados com incidência de festonamentos havendo em diversos setores a exumação do embasamento cristalino em cristas e lombadas. Drenagem obsequente com regime fluvial semiperene confluindo coletores até a Bacia do rio Coreaú. Condições climáticas úmidas e subúmidas com totais pluviométricos anuais de 900 a 1200 mm. Dominam os Argissolos Vermelho-Amarelos com fertilidade natural de média a alta revestidos primariamente pela mata de encosta.

Fonte: Adaptado de Ross (1991), elaborado pelos autores.

Quadro 4: Reverso Imediato

Características Naturais Dominantes
Superfícies de cimeira com altitudes de 750-900m suavemente onduladas, entalhadas por cursos d'água consequentes que dissecam a superfície em interflúvios tabulares. A drenagem possui padrão paralelo com regime fluvial semiperene convergindo para o rio Parnaíba. Canais obsequentes drenam no sentido do rio Coreaú. Condições climáticas úmidas com precipitações anuais que superam 1200 mm. Dominam os Latossolos Vermelho-Amarelos revestidos pela mata plúvio-nebular.

Fonte: Adaptado de Ross (1991), elaborado pelos autores.

Quadro 5:Reverso de Caimento Topográfico Suave

Características Naturais Dominantes
Superfícies com caimento topográfico suave no sentido oeste entalhada por cursos fluviais consequentes. A drenagem possui paralelo com a elaboração de vales pedimentados. Os rios apresentam regime intermitente sazonal confluindo para o rio Parnaíba. Condições climáticas semiáridas com significativa escassez das precipitações. Dominam os Neossolos Quartzarênicos revestidos pelo "carrasco".

Fonte: Adaptado de Ross (1991), elaborado pelos autores.

Quadro 6:Depressão Monoclinal Aplainada

Características Naturais Dominantes
Superfície de aplainamento com características que comprovam a ação dos processos exodinâmicos sobre o arcabouço estrutural da sinéclise. Os níveis altimétricos chegam a 300 m em semelhança a depressão sertaneja. Condições climáticas semiáridas. Os rios possuem padrão paralelo com regime intermitente sazonal, confluindo para o rio Parnaíba. Prevaecem os Neossolos Quartzarênicos revestidos pelo "carrasco".

Fonte: Adaptado de Ross (1991), elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geomorfologia da área foi analisada conforme o condicionamento da morfoestrutura na compartimentação do relevo regional, as principais zonas de cisalhamento, os processos morfogenéticos e a orientação dos padrões de drenagem. Nesse aspecto, se apoiou na correlação das variáveis morfoestruturais e morfoesculturais como parâmetro de interpretação para evolução

geomorfológica do Planalto da Ibiapaba. Assim, foi considerada na referida análise, a influência das mudanças ambientais do Quaternário o mecanismo de evolução das unidades geomorfológicas.

Nesse aspecto, o recorte municipal dos municípios de Tianguá e Ubajara possibilitou maior detalhamento na mensuração dos processos morfogenéticos, denunciando maior diversificação de feições morfoesculturais, principalmente os aspectos do modelado cárstico, a incisão linear dos vales, o caimento topográfico do reverso no sentido do eixo da sinéclise, os festonamentos da escarpa, o trabalho da erosão remontante, além da disposição das depressões periférica e monoclinal como resultado da ação exodinâmica sobre os rebordos de declive do planalto.

Nesse viés, o mecanismo evolutivo do Planalto da Ibiapaba expõe as influências das mudanças ambientais que ocorreram ao longo da história geocológica do Quaternário. Esquemáticamente, ora pelo predomínio da morfogênese química através da superimposição da rede hidrográfica pela dissecação e abertura prévia dos vales, ora pela atuação da morfogênese mecânica através da ação simultânea do recuo paralelo da escarpa com a exumação do embasamento cristalino e formação de superfícies de erosão na área da depressão periférica circunjacente.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, Aziz Nacib. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. In: **Geomorfologia**, 18, São Paulo, IGEOG-USP, 1969, p. 1-23.
- _____. Regiões de Circundesnudação Pós-Cretácea, no Planalto brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo, 1949, p. 1-21.
- _____. Megageomorfologia do Território Brasileiro In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA (orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. **Congresso de Geologia**, Salvador, 1969, p. 29-40.
- BIGARELLA, J.J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: UFSC, vol. 1. 1999.
- _____. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**; contribuição de Everton Passos... [et. al.]. Florianópolis: ED da UFSC, 2003. V. 3 (p.877-1436)
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Folha SA24-Fortaleza: Mapas geológico, geomorfológico, exploratório de solos e vegetação – Escala 1:1.000.000 – Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 21).
- CUNHA, F. M. B. **Evolução Paleozóica da Bacia do Parnaíba e Arcabouço Tectônico** Rio de Janeiro, UFRJ. Dissertação de Mestrado, 1986.
- DELGADO, Inácio de Medeiros. Et. al. Geotectônica do Escudo Atlântico in BIZZI, L. A. SHOBENHAUS, C. VIDOTTI, R. M. GONÇALVES, J.H. **Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Brasília, 2003.
- FAIRHEAD, J.D; MAUS, S. CHAMP satellite and terrestrial magnetic data help define the tectonic model for South América and resolve the lingering problem off the pré- break-up fit off the South Atlantic Ocean. **The Leading Edge**, (8) 2003 V. 22, pp 779-783
- FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas**. 3ª ed. Fortaleza: Realce editora e indústria gráfica, 2006.
- GÓES, A.M.O; FEIJÓ, F.J. **Bacia do Parnaíba**. B. Geoci. PETROBRÁS, Rio de Janeiro: v.8, n.1, p.57-67, jan/mar. 1994.
- JUSTO, A.P. **Sistemas orbitais e aéreos aplicados à análise multi-escalar de lineamentos na borda sudeste da Bacia do Parnaíba**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.
- ROSS, Jurandyr. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 9ª ed. São Paulo: Contexto, 2012.
- MAIA, Rubson Pinheiro. BEZERRA, Francisco Hilário Rego. **Tópicos de Geomorfologia Estrutural – Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2014.
- SHOBENHAUS, Carlos; BRITO NEVES, Benjamim Bley de. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana in BIZZI, L. A. SHOBENHAUS, C. VIDOTTI, R. M. GONÇALVES, J.H. **Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Brasília, 2003.
- SOUZA, Marcos José Nogueira de. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C., SOUZA, M. J. N., MORAES, J. O. (orgs.). **Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000.
- _____. **Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú-Coreaú (Ceará)**. Tese de Geografia. USP, 1981.
- _____. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia** (nº 1). Fortaleza: Edições Universidade Federal do Ceará, 1988.