



## GEOMORFOLOGIA COMO CRITÉRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CLASSES DE SOLOS E UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS NO PLANALTO DA IBIAPABA - NOROESTE DO CEARÁ

Geomorphology as a Criterion for the Identification of Phytogeographic Units and Classes of soils in the Ibiapaba Plateau - Northwest of Ceará

Geomorfología como criterio para identificación de las clases de suelos y unidades Fitogeográficas en el Planalto de la Ibiapaba - Noroeste del Ceará

Francisco Leandro de Almeida Santos<sup>1</sup>

Flávio Rodrigues do Nascimento<sup>2</sup>

### RESUMO

O Planalto da Ibiapaba representa um importante compartimento de relevo modelado na borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, se configurando numa morfologia de cuesta. Nesse caso elege-se o recorte municípios de Tianguá e Ubajara para proceder o mapeamento geomorfológico na escala de trabalho de 1/50.000 com base nos pressupostos de Ross (1991). 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. Após as discussões, os resultados apresentaram as seguintes unidades geomorfológicas: 1) depressão periférica; 2) vertente e patamares dissecados; 3) cristas residuais e inselbergs; 4) reverso imediato 5) reverso de caimento topográfico suave e 6) depressão monoclinar. Por fim, foram estabelecidas correlações entre solos e vegetação com a disposição das unidades geomorfológicas, validando o tratamento do relevo como componente guia na interpretação sistêmica dos atributos naturais envolvidos na dinâmica do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Mapeamento geomorfológico, cobertura vegetal, modelado dinâmico do relevo

### ABSTRACT

The plateau of the Ibiapaba is important relief compartment on the eastern face of the sedimentary basin of the, forming a cuesta. Basead on Ross (1991) The municipalities of Tianguá and Ubajara are elected to elaborate a better level of detail to the geomorphological mapping of the Ibiapaba plateau (1/50,000), basead on Ross The operational procedures were divided into four steps: 1) revision of the literature; 2) interpretation of orbital images; 3) Elaboration of thematic mapping; 4) field work. After the discussions, the results presented the following geomorphological units: 1) peripheral depression; 2) dissected strands and plateaus; 3) residual and inselbergs; 4) Immediate Reverse 5) reverse topographic trim and 6) peripheral

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: leogeofisico@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: flaviorn@yahoo.com.br

depression. Finally, were elaborated correlations between soils and vegetation with the geomorphological unit, validating treatment of the relief.

**Key-words:** Geomorphological mapping, vegetation cover, dynamic relief modeling

### RESUMEN

El Planalto de Ibiapaba representa un importante compartimento en relieve modelado en el borde oriental de la Cuenca Sedimentaria de Parnaíba, formando una morfología de cuesta. En este caso, las ciudades de Tianguá y Ubajara son seleccionadas para llevar a cabo el mapeo geomorfológico en la escala de trabajo de 1/50,000 basado en los supuestos de Ross (1991). Los procedimientos operativos se dividieron en cuatro etapas: 1) Revisión de la literatura; 2) Interpretación de imágenes orbitales; 3) Preparación de mapeo temático; 4) Trabajo de campo. Después de las discusiones, los resultados presentaron las siguientes unidades geomorfológicas: 1) depresión periférica; 2) cobertizo disecado y niveles; 3) crestas residuales e inselberg; 4) reversa inmediata 5) reversa del recorte topográfico liso y 6) depresión monoclinal. Finalmente, se establecieron correlaciones entre los suelos y la vegetación con la disposición de unidades geomorfológicas, validando el tratamiento de alivio como un componente guía en la interpretación sistémica de los atributos naturales involucrados en la dinámica del ambiente.

**Palabras clave:** Mapeo geomorfológico, cobertura vegetal, modelado dinámico en relieve

## INTRODUÇÃO

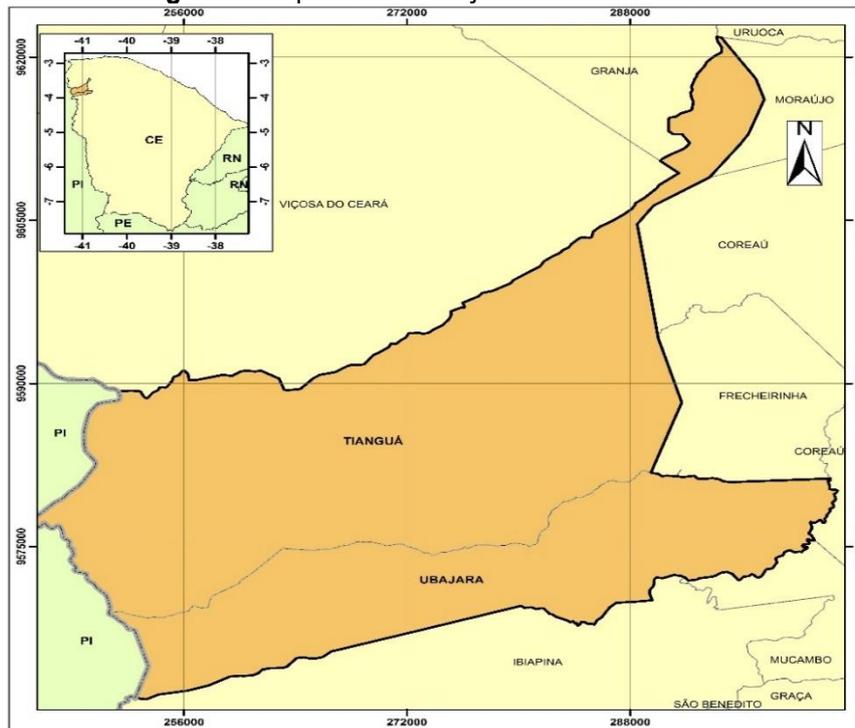
O mecanismo de evolução da paisagem está condicionado pela ação simultânea e interdependente de processos morfoestruturais e morfoesculturais resultando na exposição de diferentes padrões de relevo. A rigor, o objetivo da pesquisa se pauta no mapeamento geomorfológico do Planalto da Ibiapaba conforme os níveis taxonômicos de Ross (1991), aplicado aos municípios de Tianguá e Ubajara na escala de trabalho de 1/50.000. Além disso, pretende-se estabelecer uma correlação entre disposição das classes de solos e a dispersão das unidades fitogeográficas no recorte espacial das unidades geomorfológicas como critério para identificação de agrupamentos uniformes de paisagens naturais.

A distribuição dos padrões fitogeográficos do Planalto da Ibiapaba se configura como reflexo das interações de processos morfogenéticos e pedogenéticos no modelado dinâmico do relevo. Desse modo, as associações entre os componentes investigados na pesquisa guardam especificidades no recorte espacial de Tianguá e Ubajara em dependência do grau de imposição de um condicionante sobre o outro no funcionamento da exploração biológica.

Esta análise, parte do pressuposto básico de que a vegetação representa a resposta última que deriva do complexo de relações mútuas entre os componentes geoambientais. A vegetação possui múltiplas influências sobre a dinâmica do ambiente, sobretudo, na ação dos processos morfoclimáticos, na pluviosidade e na temperatura do solo e do ar. Além disso, interfere nos agentes modeladores acionando processos morfogenéticos e pedogenéticos na superfície terrestre (SOUZA, 2000).

Os municípios de Tianguá e Ubajara estão localizados no setor noroeste do Estado do Ceará integrando a porção setentrional do Planalto da Ibiapaba entre 3° 43' 56" S e 3° 51' 16" S e 40° 59' 30" W e 40° 55' 16" W, respectivamente. Por consequência, se somadas à dimensão real dos dois municípios em epigrafe, a área equivalente chega a 1329, 93 km<sup>2</sup>. A área se limita ao norte com Moraújo, Granja e Viçosa do Ceará, ao sul com Ibiapina e Mucambo, a leste com Moraújo, Frecherinha, Coreaú e Mucambo e a oeste com o Estado do Piauí (IPECE, 2014).

**Figura 1:** Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Base cartográfica: IPECE (2013), elaborado pelos autores.

## MATERIAL E MÉTODO

As unidades geomorfológicas foram delimitadas no SIG QGIS 3. A Imagem SRTM possibilitou a extração dos padrões de drenagem com sombreado e modelo digital de terreno. Para o processamento desta imagem foi utilizado o software SPRING 5.2.6. 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). Assim, a taxonomia do relevo exprime a dinâmica das superfícies terrestres nos níveis de hierarquização 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.

Além disso, foi elaborado os mapas de lineamentos estruturais a partir da imagem SRTM (*SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION*), folha SA-24-Y-C com resolução espacial de 90 m sobreposta à base cartográfica CPRM (2003) (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais do Brasil) para extração das zonas de cisalhamento na escala de 1/400.000. Sob esse aspecto, a elaboração do mapa planialtimétrico foi realizada na escala de 1: 320.000 e geração das isoípsas de 100m com perfil topográfico. O SIG QGIS 3 foi utilizado como ferramenta no geoprocessamento dos dados.

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. 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.

No campo da pedologia, foi utilizado o mapeamento exploratório do estado do Ceará realizado em 1973 pela Embrapa na escala de 1/600.000 para o reconhecimento e espacialização das classes de solos. Neste caso, o trabalho: de Levantamento exploratório Solos do Ceará: Desagregação por Classe, realizado pela FUNCEME em 2009, contribuiu para atualização da delimitação espacial das classes de solos nos municípios de Tianguá e Ubajara. A fitogeografia foi tratada com ênfase nos padrões fisionômicos que revestem o solos da área, denunciando a estruturação da natureza como reflexo das relações de interface entre o potencial ecológico (geologia, geomorfologia, climatologia e hidrologia), e da exploração biológica (solos e fitogeografia). A elaboração dos quadros sínteses representa as associações entre as unidades geomorfológicas, classes de solos e unidades fitogeográficas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Planalto da Ibiapaba representa a borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba através de um escarpamento abrupto no contato com a depressão periférica e um caimento topográfico suave para oeste, constituindo-se em um típico relevo de aspecto cuestiforme.

A sinéclise do Parnaíba foi atulhada na fase pós orogênese com sedimentos oriundos da Cadeia Brasileira que foi destruída por colapso tectônico e erosão. As rochas do Grupo Serra Grande correspondem a primeira incursão marinha da bacia em ambiente deposicional, datando do Siluriano em torno de 435 Ma (CLAUDINO-SALES, 2016).

Claudino-Sales e Peulvast (2007) sugerem que o soerguimento do setor setentrional da Ibiapaba está ligado as reativações do Lineamento Transbrasiliano durante o Cretáceo, pois o escarpamento que caracteriza a sua borda, modelada em *glint*, se estende de norte a sul por mais de 500 km registrando deformação nas rochas exumadas do embasamento cristalino.

A escarpa do *Glint* da Ibiapaba, se sobressai como uma cuesta com ruptura topográfica acima de 700 m modelada na forma de um *glint* (o relevo *glint* é caracterizado pelo fato de ser uma cuesta cujo sopé e/ou vertentes sustentadas por rochas cristalinas, e não sedimentares). Apresenta front dissecado, mantido pelas rochas do Grupo Serra Grande sobrepostas ao embasamento cristalino menos resistente à erosão (CLAUDINO-SALES, 2016).

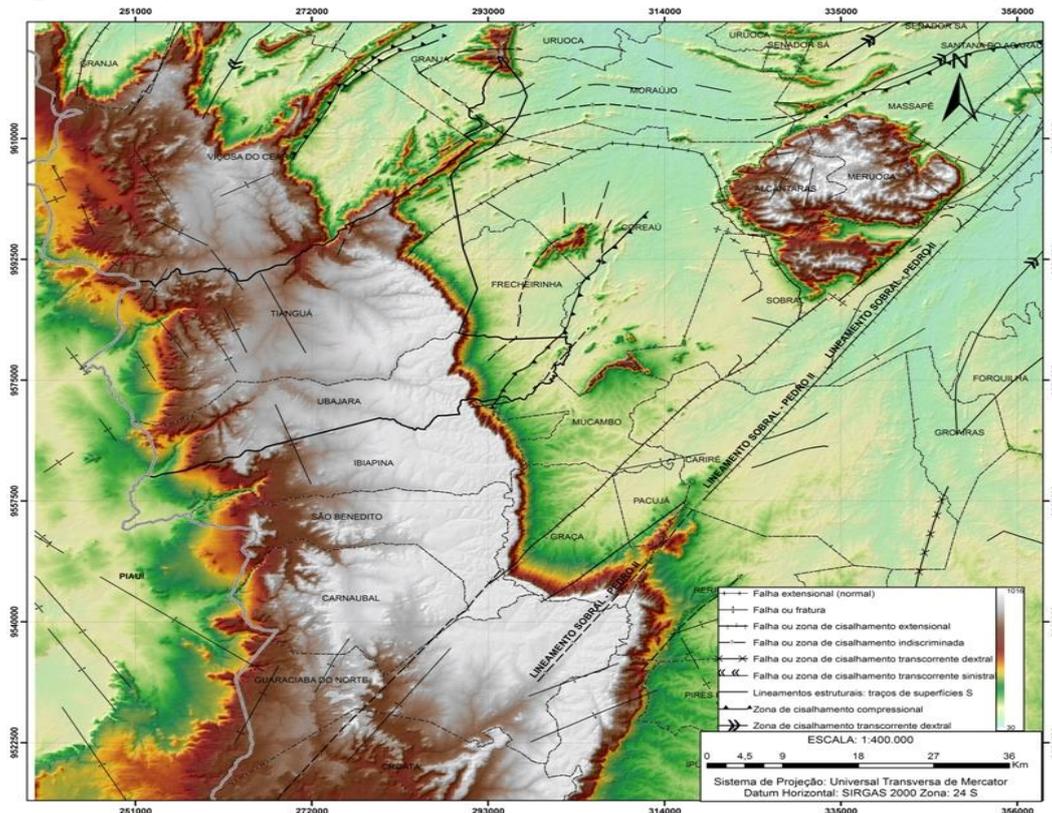
Em território brasileiro, o Lineamento Transbrasiliano estende-se por uma distância cerca de 2.700 Km, desde o Noroeste do Ceará (onde é localmente chamado de Lineamento Sobral-Pedro II) atravessando a Sinéclise do Parnaíba até o Noroeste da Bacia do Paraná, na região do sudoeste do Mato Grosso do Sul, seguindo possivelmente até os limites entre os crátons do Rio da Prata e Pampia. (RAPELA. et. al, 2007, RAMOS et. al 2010, CHAMANI, 2011). Esse lineamento corresponde umas das principais zonas de suturas de amalgamação e da gênese do Gondwana (CORDANI & BRITO NEVES, 1991).

Para Maia e Bezerra (2014) no Planalto da Ibiapaba, o Lineamento Transbrasiliano representa a expressão geomorfológica dos campos de tensões em condições de nível crustal profundo. A referida zona de cisalhamento recebe o topônimo de Lineamento Sobral-Pedro II, delimitando os principais alinhamentos de cristas e vales incisos. Desta feita, os *trends* estruturais se estendem e orientam a dissecação fluvial nos vales subssequentes do rio Jaibaras e parte do rio Acaraú, controlando a morfologia de superfície na direção NE-SW.

O mapa 2 a seguir expõe a disposição morfoestrutural na borda da sinéclise, das principais zonas de cisalhamento herdadas do ciclo brasileiro, que foram reativadas em regimes

extensionais, compressivos e transcorrentes pelo processo de rifteamento do continente Gondwana. Neste caso, a tectônica justifica a ocorrência do embasamento cristalino numa cota altimétrica de 600 m em contato discordante na forma de *glint*, remontando evidências de reativação do Lineamento Transbrasiliano no Cretáceo através de um alçamento regional do relevo no flanco norte do Planalto da Ibiapaba.

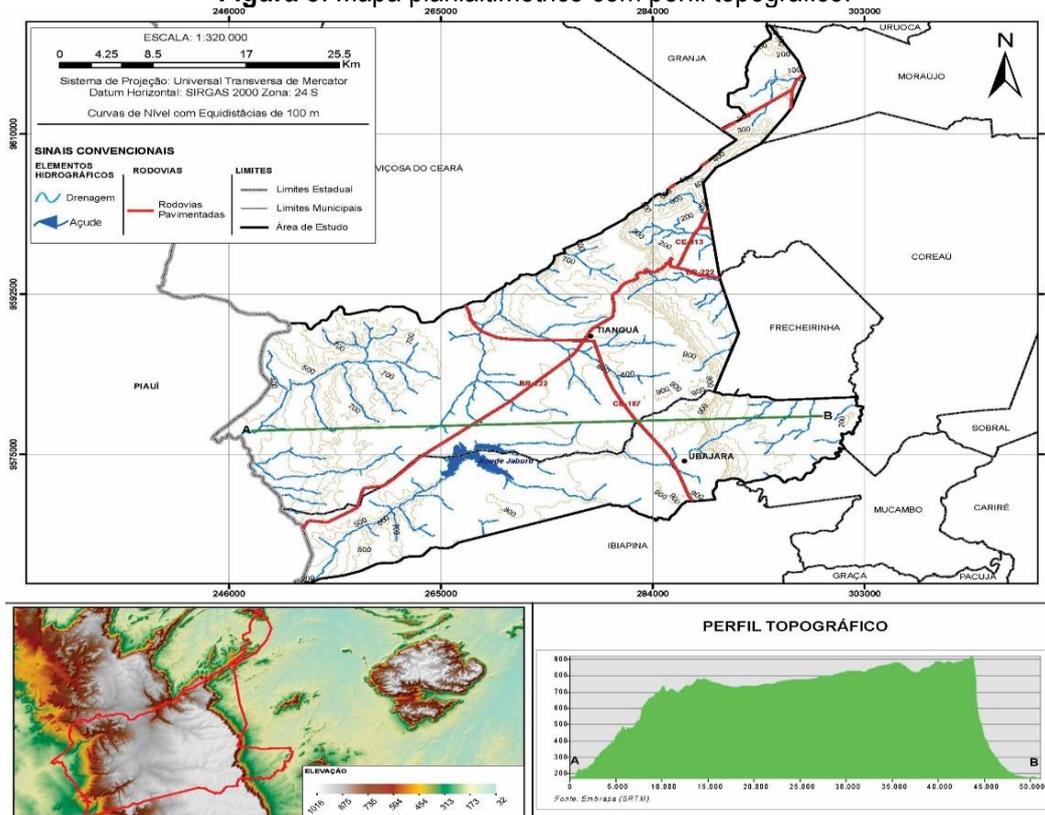
**Figura 2:** Mapa de Lineamentos Estruturais do setor setentrional do Planalto da Ibiapaba.



Fonte: Base Cartográfica: CPRM (2014), elaborado pelos autores.

O mapa planialtimétrico abaixo 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 na elaboração de festonamentos sob a vertente do Planalto da Ibiapaba.

**Figura 3:** Mapa planialtimétrico com perfil topográfico.

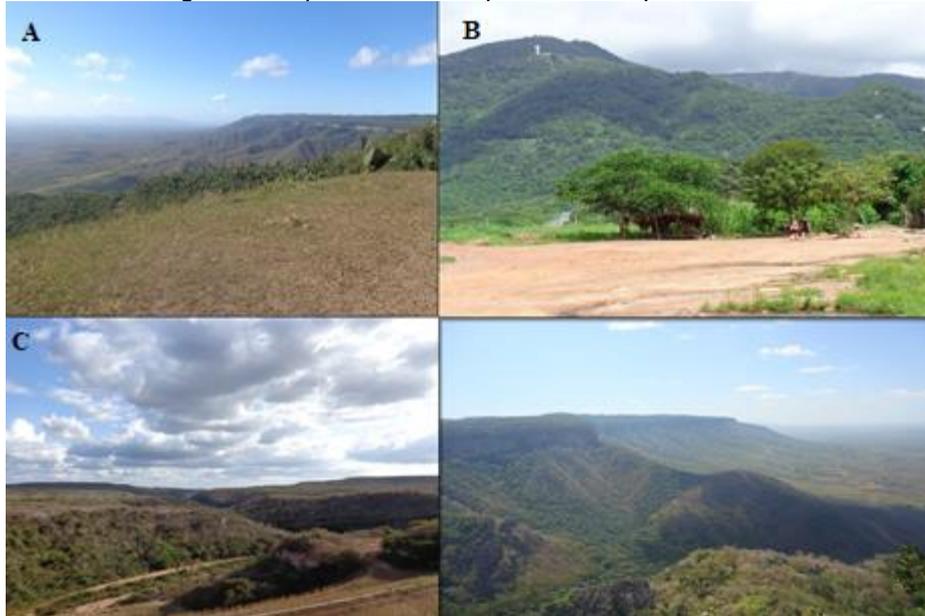


Fonte: Base Cartográfica: EMBRAPA (2014), elaborado pelos autores.

Nesse aspecto, o traçado das isoipsas sobre a escarpa da cuesta traduz a dissecação do relevo pela 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.

O arranjo espacial da superfície sertaneja resulta do recuo do Planalto da Ibiapaba por circundesnudação. Desta forma, 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 do relevo regional.

**Figura 4:** A) Ruptura topográfica do Planalto da Ibiapaba com a depressão periférica; B) Patamares dissecados do planalto; C) Entalhe da drenagem consequente no reverso; D) Entalhe da drenagem obsequente na escarpa da cuesta produzindo festonamentos.



Fonte: Autores (2015).

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 com níveis altimétricos de 200 m, em semelhança à depressão sertaneja.

## CLASSES DE SOLOS E UNIDADES FITOGEOGRÁFICAS

### Neossolos Litólicos e Caatinga Arbustiva

As variações climáticas do Quaternário condicionaram a evolução do contexto morfopedológico da depressão periférica como resposta a pedogênese a partir do manto de intemperismo oriundo do embasamento cristalino exumado. A ténue evolução pedogenética relaciona-se com a recente dispersão fitogeográfica da caatinga com padrões fisionômicos arbustivos face a estruturação das superfícies sertanejas no noroeste do Ceará.

A distribuição da cobertura vegetal na superfície sertaneja se condiciona pela adaptação do bioma caatinga ao ambiente semiárido. As deficiências hídricas impõem um caráter peculiar de natural xerofilismo reservado ao aspecto caducifólio do revestimento florístico. Com isso, a queda

temporária das folhas se constitui na melhor forma de defesa da planta para reduzir a transpiração durante a estação seca. Assim, a vitalidade do suporte fitoecológico se explica pela acumulação de nutrientes nas raízes, dada à capacidade de retenção da água no solo (FERNANDES, 2006).

Os Neossolos Litólicos recobrem grande parcela da Caatinga com características edáficas que traduzem a configuração do ambiente semiárido. Nos municípios estudados, estes solos de neoformação estão nos setores de alto declive das cristas residuais e inselbergs, além da depressão periférica à retaguarda dos patamares subúmidos do planalto. Sob esse aspecto, a ação das chuvas torrenciais na morfodinâmica sertaneja justifica o seu caráter susceptível perante aos processos erosivos ativos, potencializando a remoção dos horizontes superficiais.

Compreendem solos pouco evoluídos de espessura rasa a muito rasa, não apresentando alterações expressivas em relação ao seu material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição química mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação, que podem limitar ou impedir a evolução dos solos (CEARÁ, 2007).

Dessas condições, emerge o recobrimento vegetal como componente que melhor reflete a preponderância do ambiente semiárido no mecanismo de evolução da superfície sertaneja. Há uma dispersão fitogeográfica de formações de caatingas que ostentam variados padrões fisionômicos e florísticos (SOUZA, 2000). O Quadro abaixo lista espécies da Caatinga arbustiva:

Quadro 1: Espécies que Integram o Bioma Caatinga.

<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Popular</b>
Mimosa Hostilis	Jurema Preta
Croton Sonderianus	Marmeleiro
Cereus Jamacaru	Mandacaru
Aspidosperma Pyrifolium	Pereiro
Ploceurus Gounelli	Xiquexique

Fonte: Fernandes (2006).

## Argissolos Vermelho-Amarelos e Caatinga/Mata Semidecídua

Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrem na vertente e na área da depressão periférica revestidos pela mata semidecídua e caatinga arbórea, respectivamente. Esta classe compreende solos com horizonte B textural, sequência de horizontes A, Bt e C não hidromórficos e com argila de atividade baixa. Nas vertentes dissecadas assumem caráter eutrófico, essencialmente, por apresentar, além de média a alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio, menor acidez, bem como, conteúdo mineralógico que encerra comumente, quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fortes nutrientes para as plantas. Possuem de média a alta fertilidade natural (FUNCEME, 2009).

Desta forma, assumem variações quanto à espessura, textura e fertilidade natural nas diferentes feições morfoesculturais demonstrando o papel condicionante do relevo como fator de formação do solo. Tal fato é justificado pela condição de maior desenvolvimento pedogenético e de fertilidade natural dos Argissolos em relação ao contexto do morfopedológico do ambiente semiárido. Ademais, a influência orográfica do Planalto da Ibiapaba conduz à moderação da semiaridez a favor da dispersão fitogeográfica da caatinga com aspecto florístico hipoxerófilo. O quadro abaixo apresenta as principais espécies de caatinga arbórea:

Quadro 2: Espécies que Integram a Caatinga Arbórea.

Nome Científico	Nome Popular
Mimosa caesalpinifolia	Sabiazeiro
Auxemma oncocalyx	Pau Branco
Cnidocolus Phyllacanthus	Faveleira
Tabebuia Impetiginosa	Ipê Roxo
Caesalpinia Brancteosa	Catingueira

Fonte: Fernandes (2006).

Corresponde um tipo florestal com expressão fisionômica de mata seca. A caatinga arbórea apresenta três estratos: um arbóreo, com representantes de 8-12 m de altura, outro arbustivo/subarbustivo com indivíduos de 2-5 m e, finalmente, um herbáceo, geralmente de caráter sazonal o efêmero, muito pobre em espécies (FERNANDES, 2006).

Na vertente do planalto, os Argissolos Vermelho-Amarelos típicos apresentam-se moderadamente profundos (0,50 a 1,0 m) com fertilidade natural de média a alta. Ocorrem nas feições aguçadas da frente escarpada da “cuesta” revestidos por uma estreita faixa de transição

vegetacional entre a caatinga e a mata plúvio-nebular representadas por formações florestais semidecíduas (SOUZA & OLIVEIRA, 2006).

A mata de encosta do Planalto da Ibiapaba apresenta estrutura caracterizada pela estacionalidade da folhagem e troncos que exibem a casca grossa e conicidade acentuada. A maioria dos seus elementos lenhosos tem a gemas foliares protegidas contra a seca pronunciada, dotadas de propriedades membranosas decíduas (RADAM BRASIL, 1981). O quadro abaixo expõe exemplos de espécies da mata semidecídua:

Quadro 3: Espécies que Integram a Mata Semidecídua.

Nome Científico	Nome Popular
Ceiba Glazioviiiceiba	Barriguda
Gallesia Integrifolia	Pau d'algo
Astronium Fraxinifolium	Aroeira
Cordia Trichotoma	Freijó
Spondias mombin	Cajazeira

Fonte: Fernandes (2006).

A composição florística da mata semidecídua é dotada de melhores condições ecológicas com relações hídricas intermediárias num estágio particular de mesofilismo. Não costuma ocorrer na área nuclear das depressões sertanejas, embora esteja enriquecida por alguns elementos do Bioma Caatinga (FERNANDES, 2006).

Desta forma, o aspecto fisionômico da mata semidecídua demonstra que há estreita correlação entre o desenvolvimento dos Argissolos Vermelho-Amarelos e as melhores condições de umidade no setor a barlavento que caracteriza a vertente do Planalto da Ibiapaba, possibilitando a evolução desse tipo de padrão fitogeográfico numa zona de transição até a mata plúvio-nebular.

### Latossolos Vermelho-Amarelos e Mata Plúvio-Nebular

Esses solos ocorrem principalmente nos níveis de cimeira do planalto em decorrência da decomposição do capeamento arenítico da Formação Serra Grande. O estágio avançado de pedogênização é desenhado como resposta aos fatores de exceção ligada a influência das condições climáticas úmidas sobre um típico brejo de altitude.

São solos não hidromórficos com horizontes Bw latossólicos, com avançados estágios de intemperização, sendo constituídos essencialmente por quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila do Grupo 1.1, quartzo e minerais resistentes à morfogênese.

Compõem perfis muito profundos, com Horizonte A fraco ou moderado, mas podendo ocorrer o tipo proeminente ou húmico, com horizonte subsuperficial (Bw) com poucas diferenciações entre as camadas. O Horizonte Bw possui textura média e argilosa, com baixos teores de silte, fortemente drenados e com boa permeabilidade a infiltração de água (NASCIMENTO, et. al. 2006).

Vale ressaltar o papel condicionador do relevo na variabilidade climática ao longo da área de influência do ambiente semiárido. Sob esse aspecto, a escarpa setentrional do Planalto da Ibiapaba se posiciona como verdadeiro obstáculo topográfico em contraposição ao deslocamento livre do ar quente e úmido. O excedente hídrico ocorre entre os meses de fevereiro a maio, registrando níveis mais elevados durante trimestre março-abril-maio coincidente ao período da quadra chuvosa. Esse fato se justifica, pela atuação da ZCIT na distribuição das chuvas, com efeito orográfico sobre o Planalto da Ibiapaba. Desta forma, o déficit hídrico predomina no restante do ano, demonstrando a influência da ecozona semiárida, até mesmo nos enclaves úmidos, onde os totais pluviométricos superam o contexto das depressões sertanejas inseridas no Nordeste seco.

Do ponto de vista do revestimento vegetal, há o predomínio da floresta úmida cujos estratos herbáceos e arbustivos são pobres em espécies e de pequena densidade. O componente arbóreo tem prevalência se apresentando bastante rico do ponto de vista florístico com elevada densidade de espécies (SOUZA, 1978). O quadro abaixo expõe espécies que integram da mata plúvio-nebular:

Quadro 4: Espécies que Compõem a Mata Plúvio-Nebular.

Nome Científico	Nome Popular
Attalea Speciosa	Babaçu
Tabebuia Serratifolia	Pau D'Arco Amarelo
Byrsonima Basiloba	Murici Preguiça
Copaifera langsdorffii	Copaíba
Balfourodendron Riedeliannum	Pau Martim

Fonte: Fernandes (2006).

Esse enclave de mata úmida configura uma formação de altitude que pelo grau de similaridade vegetacional e florística, representa remanescentes da mata pluvial driática (Mata Atlântica ou Floresta Serrano Oriental), válidas como disjunções florestais em meio às caatingas circunjacentes. Tais disjunções ocorrem dada à existência local de fatores de exceção de origem

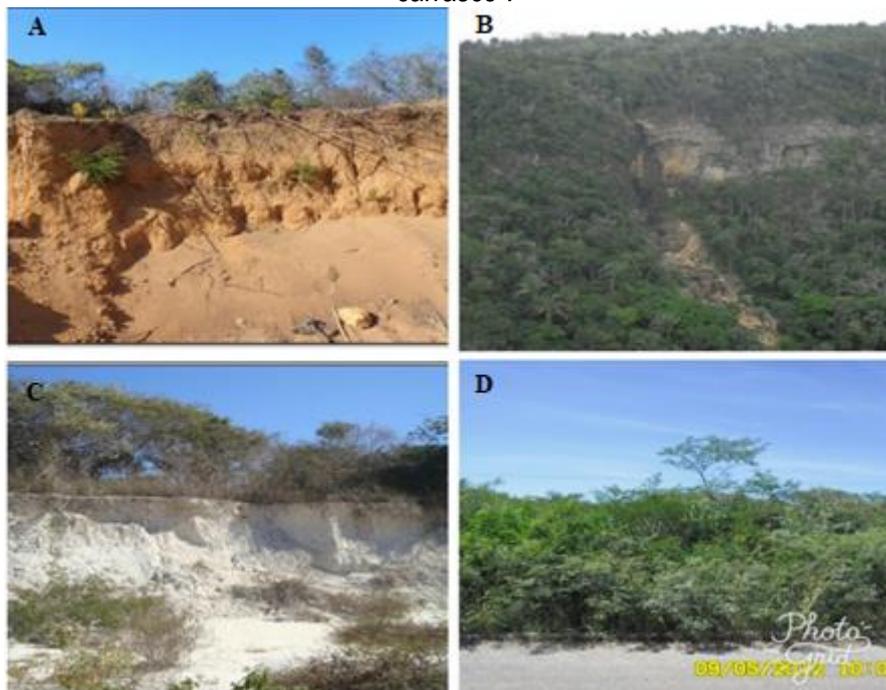
climática, topográfica, hidrológica ou mesmo litológica, ligados a processos paleontológicos. Por certo, testemunham uma maior ocupação das florestas atlânticas no interior do continente. Os enclaves úmidos remontam as variações climáticas do Quaternário, o qual no período úmido recobriu de modo contínuo, grande parte do espaço que ainda hoje os mantêm encravados (FERNANDES, 2006).

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 de “Brejos de Altitude” em meio ao semiárido justificam o estágio avançado de desenvolvimento dos solos em equilíbrio com o recobrimento contínuo do manto florestal.

### **Neossolos Quartzarênicos e “Carrasco”**

No reverso de caimento topográfico suave, em função da retenção da umidade na vertente a barlavento e no reverso imediato recoberto pela mata plúvio nebulosa, há uma redução expressiva dos totais pluviométricos com implicações negativas nas disponibilidades hídricas do ambiente. Nesse contexto, a semiaridez se configura como principal condicionante geoambiental, justificando a dispersão edáfica do “carrasco” associados à evolução dos Neossolos Quartzarênicos. A figura 4 mostra a tipologia dos solos e a dispersão fitogeográfica da mata plúvio nebulosa e do carrasco nas áreas do reverso imediato e no reverso de caimento topográfico suave, respectivamente:

**Figura 5:** A) Latossolo Vermelho-Amarelo na área do Reverso Imediado; B) mata plúvio nebular; C) Neossolo Quartzênico em associação com o “carrasco”; D) aspectos fitogeográficos do “carrasco”.



Fonte: Autores (2014).

Compreendem solos arenosos de forte a moderadamente ácidos com seqüência A–C, constituídos essencialmente por grãos de quartzo. Apresentam geralmente cores acinzentadas-claras ou ainda amareladas e vermelho-amareladas. Correspondem a perfis excessivamente drenados com horizonte A fracamente desenvolvido e de baixa fertilidade natural (PEREIRA & SILVA, 2007).

Nessas condições, o “carrasco” já alcançou um estado de equilíbrio permanente, em sua área de ocupação, mostrando uma flora de estrutura morfológica heterogênea com representantes escleromorfos e mesomorfos de origem natural. É uma formação arbustivo-arborescente de ramificação densa e caducifólia variada integrando pela sua condição ecológica e florística um modelo vegetacional e exclusivo (FERNANDES, 2006).

Fernandes (op. cit.) atribui a origem natural do “carrasco” como resultado do processo de sucessão ecológica ajustado ao ambiente semiárido. Além disso, o autor considera provável a hipótese do “carrasco” está vinculado ao espaço do cerradão assumindo características próprias após adaptação às condições mais rústicas. Por força de substituição natural haveria uma competição com dominância dos componentes dessa vegetação sobre os demais representantes escleromorfos, que ainda resistem ao ambiente que lhes parece desfavorável.

Em correlação aos Neossolos Quartzarênicos, a dispersão fitogeográfica do “carrasco” ocorre desde o caimento topográfico do Planalto da Ibiapaba até a depressão monoclinal, quando entra gradualmente em contato o Cerrado no Piauí sob um caráter peculiar de evolução edafoclimática.

O quadro abaixo apresenta exemplos de espécies que integram a fitogeografia do “carrasco”:

Quadro 5: Espécies que Compõem o “Carrasco”.

Nome Científico	Nome Popular
Curatella Americana	Cajueiro do Mato
Bowdichia Virgilioides	Sucupira do Campo
Terminalia fagifolia	Cachaporra do Gentio
Sclerolobium Paniculatum	Carvoeiro
Plathymenia Foliolosa	Candeia

Fonte: Fernandes (2006).

## COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA, CLASSES DE SOLOS E FITOGEOGRAFIA

A discussão abaixo expõe a compartimentação geomorfológica do Planalto da Ibiapaba no recorte espacial dos municípios de Tianguá e Ubajara conforme a metodologia de Ross (1991). Ademais, os quadros sínteses a seguir proporcionam uma análise sistêmica de evolução de cada unidade de relevo associando as suas características naturais dominantes, bem como as relações de interdependência que se configuram entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

Quadro 6: 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. Os solos assumem maior complexidade, prevalecendo os Neossolos Litólicos e os Argissolos Vermelho-Amarelos revestidos por caatingas arbustivas e arbóreas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 7: Cristas Resíduais 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: Elaborado pelos autores.

#### Quadro 8: 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: Elaborado pelos autores.

#### Quadro 9: 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: Elaborado pelos autores.

#### Quadro 10: Reverso de Caimento Topográfico Suave.

##### **Características Naturais Dominantes**

Superfícies com caimento topográfico suave no sentido oeste entalhada por cursos fluviais consequentes. A drenagem possui padrão 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: Elaborado pelos autores.

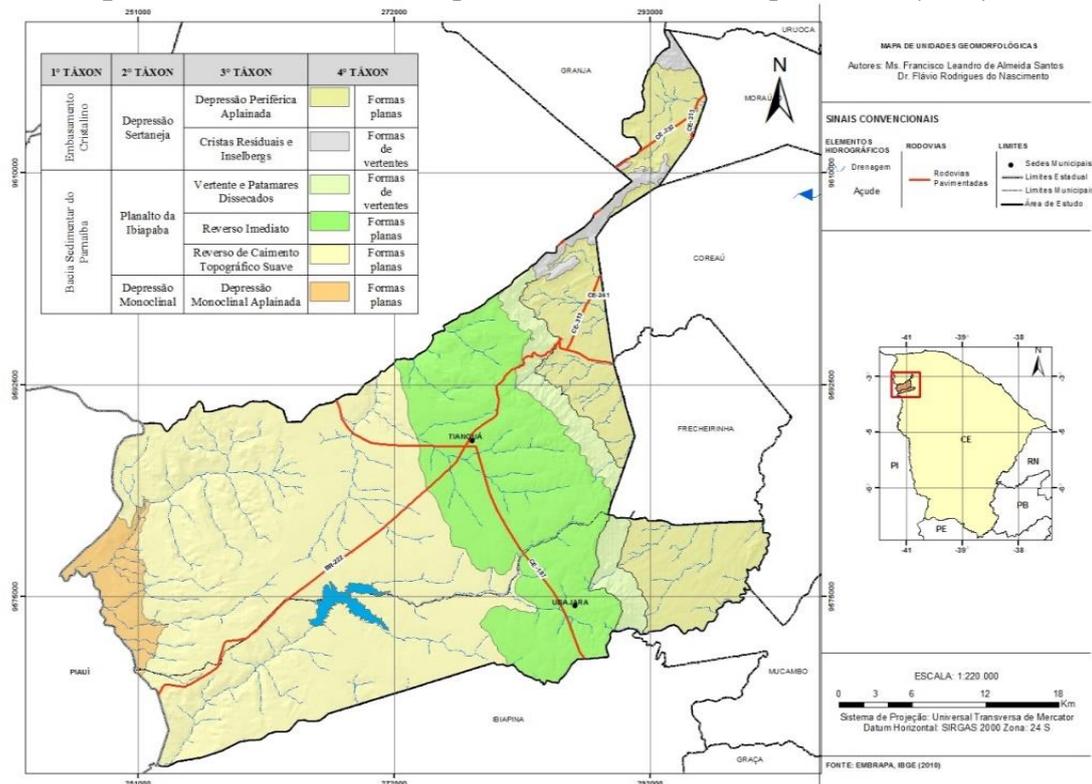
#### Quadro 11: Depressão Monoclinal Aplainada.

##### **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: Elaborado pelos autores.

**Figura 6:** Unidades Geomorfológicas conforme a metodologia de Ross (1991).



Fonte: Base Cartográfica: EMBRAPA (2014), elaborado pelos autores.

O quadro abaixo expõe as unidades geomorfológicas e mosaico de solos dos municípios supracitados em associação com o desenvolvimento do recobrimento vegetal em singularidade com a representação do perfil topográfico. O levantamento das classes de solos está em conformidade com a base cartográfica da EMBRAPA (1973) e FUNCEME (2009) na escala de 1/600.000 Cabe mencionar, o que a escala de mapeamento é de reconhecimento exploratório, tornando-se passível de generalizações. Assim, a análise parte de uma interpretação sistêmica com auxílio do trabalho de campo para aplicação da geomorfologia como critério de síntese das inter-relações entre os componentes da natureza.

**Figura 7:** Perfil Topográfico do Planalto da Ibiapaba e as associações entre a geomorfologia, classes de solos e unidades fitogeográficas.



Fonte: Autores. (2016).

**Quadro 12:** Sinopse da Geomorfologia, Pedologia e Fitogeografia.

Perfil Topográfico/Associações de Solos	Unidades Geomorfológicas	Classes de Solos EMBRAPA (1973)	Classes de Solos EMBRAPA (1999)	Padrões Fitogeográficos
1	Depressão Periférica Aplainada	Solos Litólicos(Re14), Planossolos (PL4)	Neossolos Litólicos/ Planossolos	Caatinga Arbustiva
2	Depressão Periférica Aplainada	Podzólicos Vermelho-Amarelos (PE12)	Argissolos Vermelho-Amarelos	Caatinga Arbórea
3	Vertente e Patamares Dissecados	Podzólicos Vermelho-Amarelos (PE12)	Argissolos Vermelho-Amarelos	Mata Semidecídua
4	Reverso Imediato	Latosolos Vermelho-Amarelos (LVd7)	Latosolos Vermelho-Amarelos	Mata Plúvio Nebular
5	Reverso de Caimento Topográfico Suave	Areias Quartzosas (AQd2)	Neossolos Quartzarênicos	Carrasco
6	Depressão Monoclinal Aplainada	Areias Quartzosas (AQd7)	Neossolos Quartzarênicos	Carrasco

Fonte: Autores (2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área da depressão periférica, os Argissolos Vermelho-Amarelos estão revestidos pela caatinga arbórea em função das melhores condições hídricas que tendem para condições subúmidas à medida que se aproxima da vertente da Ibiapaba. Não obstante, a mata

subcaducifólia representa a zona de transição entre a caatinga e a mata plúvio-nebular revestindo os Argissolos Vermelho-Amarelos sob relevos exumados do embasamento cristalino na vertente e nos patamares dissecados.

A distribuição do enclave de mata úmida no Planalto da Ibiapaba se combina à evolução dos Latossolos Vermelhos-Amarelos como reflexo a imposição de parâmetros hidroclimáticos na interface com a exposição do relevo numa ruptura topográfica que ultrapassa 700 m. Há o condicionamento de um expressivo brejo de altitude com características que exprimem uma tipicidade geocológica peculiar ao contexto das paisagens de exceção do Nordeste brasileiro.

Desse modo, as associações entre os Latossolos Vermelho-Amarelos e as unidades fitogeográficas resultam do arranjo espacial da geomorfologia como componente de síntese na organização da natureza. À medida que não há mais a influência do brejo de altitude, o “carrasco” se configura como principal reflexo das condições de semiaridez instaladas no reverso. Os Neossolos Quartzarênicos preponderam como resultantes da desagregação mecânica do arenito da Formação Serra Grande se associando ao “carrasco” até área da depressão monoclinal.

Desta forma, a geomorfologia se destaca como importante condicionante que guia a estruturação das variáveis envolvidas na dinâmica do meio ambiente, ensejando a organização de setores ecológicos individualizados com singularidades e relações de interdependência que compõem o mosaico das unidades de paisagem. Esse fato justifica a presença de classes de solos posicionadas nos diferentes níveis topográficos, justificando a resposta biológica dada para dispersão fitogeográfica de domínios geobotânicos que integram a dinâmica ambiental de cada unidade geomorfológica.

## REFERÊNCIAS

ARCHANJO, C. J.; LAUNEAU, P.; HOLLANDA, M. H. B. M., MACEDO, J. W. P., 2009. Scattering of magnetic fabrics in the Cambrian alkaline granite of Meruoca (Ceará State, northeastern Brazil). *International Journal of Earth Sciences*, 98: 1793-1807.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **PROJETO RADAM BRASIL**. Folha: SA. 24. Fortaleza; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 489p.

BRITO NEVES, B.B & CORDANI, U.G. 1991. Tectonic Evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*, 53(1/2): 23-40

CEARÁ. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Caatinga e Serras Úmidas do Estado do Ceará**. FCPC – Fortaleza: PETROBRÁS / FCPC / SEMACE / UFC, 2007. 217p.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Noroeste do Ceará**: História da Paisagem Geomorfológica. Verlag/ Editora. Novas Edições Acadêmicas, 2016.



\_\_\_\_\_. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 7, N .20. 2007. P. 1-21.

CHAMANI, Marlei Antônio Carrari. **Tectônica Intraplaca e Deformação Sinsedimentar Induzida por Abalos Sísmicos: O Lineamento Transbrasileiro e as Estruturas Relacionadas na Província Parnaíba, Brasil** (Dissertação de Mestrado) Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Geoquímica e Geotectônica, 2011.

EMBRAPA. **Levantamento Exploratório de Reconhecimento de Solos do estado do Ceará**. Volume I. Boletim Técnico n.º 28. Mapeamento de Solos – MA/DNPEA – SUDENE/ DRN/ Convênio MA/CONTAP/USAID/ETA. Recife, 1973. 376p.

\_\_\_\_\_. **Solos do Nordeste**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Recife, 2014. 8p.

FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas**. 3ª ed. Fortaleza: Realce editora e indústria gráfica, 2006. 199p.

FUNCEME, **Solos do Ceará: Desagregação por Classe./ Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos** – Fortaleza, 2009, 58p.

MAIA, Rubson Pinheiro. BEZERRA, Francisco Hilário Rego. **Tópicos de Geomorfologia Estrutural – Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Edições UFC, 2014.

NASCIMENTO; CUNHA, S. B; ROSA. M de F. Classes de Solos e Unidades Morfo-Pedológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú- Ceará. VI **Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos, métodos e técnicas**. Goiânia- GO, 2006.

ROSS, Jurandyr. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 9ª ed. São Paulo: Contexto, 1991. 85p.

RAMOS, Victor A; VUJOVICH, Graciela; MARTINO, Roberto; OTAMENDI, Juan. Pampia: A large cratonic block missing in the Rodinia supercontinent. **Journal of Geodynamics**. 50 (2010) 243–255

RAPELA, C.W; PANHKRUST B , R.J; CASQUET C, C; FANNING D, C.M; BALDO, E.G.; GONZÁLEZ-CASADO F, J.M; GALINDO C, C ; DAHLQUIST, J. The Río de la Plata craton and the assembly of SW Gondwana. **Gondwana Earth-Science Reviews** 83 (2007) 49–82

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, p. 13-98.

\_\_\_\_\_. A Ibiapaba e Depressão Periférica Ocidental do Ceará. **3º Enc. Nac. de Geo**. AGB, UFC, SUDEC, Fortaleza: 1978.

\_\_\_\_\_, OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Os enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do Nordeste brasileiro. **MERCATOR – Revista de Geografia da UFC**. Fortaleza, ano 5, nº 9, 2006.