

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

# **GEO DIVERSIDADE DO ESTADO DO CEARÁ**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL  
LEVANTAMENTO DA GEO DIVERSIDADE

## **ORGANIZAÇÃO**

Ricardo de Lima Brandão  
Luis Carlos Bastos Freitas

Fortaleza, Brasil

2014

## CRÉDITOS TÉCNICOS

### LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DO CEARÁ

#### COORDENAÇÃO NACIONAL

##### Departamento de Gestão Territorial

Cassio Roberto da Silva

#### COORDENAÇÃO TEMÁTICA

##### Geodiversidade

Antonio Theodorovicz

##### Geomorfologia

Marcelo Eduardo Dantas

##### Solos

Edgar Shinzato

##### Cenários

Valter José Marques

##### Coordenação de Geoprocessamento e da Base de Dados de Geodiversidade

Maria Angélica Barreto Ramos

Maria Adelaide Mansini Maia

##### Execução Técnica

Ricardo de Lima Brandão

Luís Carlos Bastos Freitas

##### Organização do Livro Geodiversidade do Estado do Ceará

Ricardo de Lima Brandão

Luís Carlos Bastos Freitas

##### Sistema de Informação Geográfica e Leiaute do Mapa

Luís Carlos Bastos Freitas

Ricardo de Lima Brandão

##### Banco de Dados, SIG e Desenvolvimento da Base Geodiversidade

##### Divisão de Geoprocessamento (DIGEOP)

João Henrique Gonçalves

Reginaldo Leão Neto

Leonardo Brandão Araújo

Elias Bernard da Silva do Espírito Santo

Gabriela Figueiredo de Castro Simão

#### Colaboração

Antonio Maurílio Vasconcelos

Edgar Shinzato

Francisco Edson Mendonça Gomes

José Adilson Dias Cavalcanti

Marcelo Eduardo Dantas

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff

Regina Célia Gimenez Armesto

Thamila Bastos de Menezes (Estagiária)

#### Revisão Técnica

Edgar Shinzato

Marcelo Eduardo Dantas

#### Revisão ortográfica e gramatical

Homero Coelho Benevides

#### Normalização e Revisão Bibliográfica

Divisão de Documentação Técnica / DIDOTE

Roberta Silva de Paula

Teresa Cristina Rosenhayme

#### Projeto Gráfico/Editoração/Multimídia

##### Departamento de Relações Institucionais (DERID)

##### Divisão de Marketing e Divulgação (DIMARK) (padrão capa/embalagem)

Ernesto von Sperling

José Marcio Henriques Soares

Washington J F Santos

Chã Com Nozes

#### Departamento de Apoio Técnico (DEPAT)

##### Divisão de Editoração Geral (DIEDIG) (projeto de editoração/diagramação)

Valter Alvarenga Barradas

Andréia Amado Continentino

Agmar Alves Lopes

##### (supervisão de editoração)

Andréia Amado Continentino

##### (editoração)

José Luiz Coelho

##### (edição de imagem)

Juliana Colussi

Leila Maria Rosa de Alcantara

##### Superintendência Regional de Manaus (MANAUS-MA)

##### Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento (GERIDE) (projeto de multimídia)

Maria Tereza da Costa Dias

##### (elaboração do projeto no ArcExibe)

Aldenir Justino de Oliveira

#### FOTOS DA CAPA:

1. Atrativo geoturístico: Vista do teleférico que leva à gruta de Ubajara, formada em rochas calcárias proterozoicas. Parque Nacional de Ubajara - CE.
2. Atrativo geoturístico: agude do Cedro, com a Pedra da Galinha Choca ao fundo, constituindo um cenário de grande beleza e atração turística. A Pedra da Galinha Choca é um inselberg granítico que faz parte da unidade de conservação Monumento Natural dos Monolitos de Quixadá - CE.
3. Implicações geotécnicas: área em processo de desertificação, apresentando solos rasos e pedregosos (pavimentos detríticos). Atuação intensa da erosão laminar, que removeu os horizontes superficiais dos solos. Rodovia BR-222, próximo à cidade de Irauçuba - CE.
4. Atrativo geoturístico: símbolo da praia de Canoa Quebrada, esculpido em falésia formada nos sedimentos do Grupo Barreiras - CE.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DIDOTE – Processamento Técnico

Brandão, Ricardo de Lima.

Geodiversidade do estado do Ceará / Organização

Ricardo de Lima Brandão [e] Luís Carlos Bastos Freitas – Fortaleza : CPRM, 2014.

214 p. ; 30 cm + 1 DVD

Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

ISBN 978-85-7499-140-5

1. Geodiversidade – Brasil – Ceará. 2. Meio ambiente – Brasil – Ceará. 3. Planejamento territorial – Brasil – Ceará. 4. Geologia ambiental – Brasil – Ceará. I. Freitas, Luís Carlos Bastos. (Org). II. Título.

CDD 551.098131

Este produto pode ser encontrado em [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br) e [seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.gov.br)

# 2.2

## ORIGEM DAS PAISAGENS

Marcelo Eduardo Dantas (*marcelo.dantas@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Edgar Shinzato (*edgar.shinzato@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Ricardo de Lima Brandão (*ricardo.brandao@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Luis Carlos Bastos Freitas (*luis.freitas@cprm.gov.br*)<sup>1</sup>

Wenceslau Geraldes Teixeira (*wenceslau.teixeira@embrapa.br*)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CPRM – Serviço Geológico do Brasil

<sup>2</sup>EMBRAPA

### SUMÁRIO

Introdução .....	37
Domínios Geomorfológicos do Ceará .....	41
Planície Costeira do Ceará.....	41
Tabuleiros Costeiros .....	42
Chapada do Apodi.....	43
Chapada do Araripe.....	44
Chapada Ibiapaba.....	45
Depressão Sertaneja .....	47
Depressões Sedimentares em Meio à Superfície Sertaneja.....	52
Maciços Residuais Cristalinos.....	53
Referências.....	58



## INTRODUÇÃO

Na Geografia Física do estado do Ceará destaca-se um amplo predomínio espacial das superfícies aplainadas da Depressão Sertaneja, posicionada em cotas modestas, resultante de uma prolongada atuação dos processos erosivos e denudacionais que promoveu o arrasamento do relevo sustentado pelo embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano (AB'SABER, 1969, 1974; MABESOONE, 1978, CASTRO, 1979, SOUZA et al., 1988, PEULVAST et al., 2004, CLAUDINO SALES; PEULVAST, 2007, FUNCEME, 2009) dentre outros. A despeito da existência de registros neotectônicos no estado do Ceará (SAADI; TORQUATO, 1992; JARDIM de SÁ et al., 1999), sua influência parece ser pequena na configuração do atual cenário geomorfológico. O predomínio de vastas superfícies aplainadas denota um longo período de notável estabilidade tectônica, sem grandes variações de nível de base. Estas condições devem ter prevalecido ao longo do Cenozoico, assim como também devem ter vigorado paleoclimas quentes e semiáridos, com poucas variações em relação ao clima atual. Todavia, estas superfícies aplainadas encontram-se pontilhadas de montes rochosos isolados (*inselbergs*) que se configuram em relevos residuais elaborados em rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão e que resistiram aos processos de aplainamento generalizado, gerando solos rasos e pouco profundos e pedregosos, porém de boa fertilidade natural devido a grande influência do material originário (Jacomine, 1973), que caracterizam grande parte do cenário geomorfológico do estado do Ceará (Figura 2.2.1).

A evolução dos eventos geológicos, que configuram na atual evolução geomorfológica do estado do Ceará, está fortemente associada ao processo de abertura do Atlântico Equatorial durante o Cretáceo sendo datado do período Aptiano, entre 125 e 110 milhões de anos, por (MATOS, 1992) num sistema de falhamentos transcorrentes e ins-



**Figura 2.2.1** - Aspecto regional do relevo suave ondulado das superfícies pediplanadas da Depressão Sertaneja, pontilhadas por esparsos *inselbergs*. Hotel Pedra dos Ventos. Rodovia BR-122, entre Quixadá e Banabuiú.

talação de bacias sedimentares em pequenos ou grandes *riffts* abortados (*pull-apart basins*), tais como as bacias do Araripe, Potiguar, Iguatu e Icó, implantados sobre o Escudo Pré-Cambriano das Faixas de Dobramento Nordestinas (PEULVAST et al., 2008).

Este embasamento ígneo-metamórfico das Faixas de Dobramento Nordestinas corresponde a um conjunto de orógenos amalgamados que exhibe, ao longo da Depressão Sertaneja, núcleos metamórficos mais antigos do embasamento, de idade arqueano-paleoproterozoica; e largas faixas remobilizadas que sofreram a orogênese Brasileira, de idade neoproterozoica. Nestes orógenos Brasileiros, verifica-se um conjunto de rochas metamórficas intrudidas por vastos plútons e batólitos graníticos oriundos de antigos arcos magmáticos neoproterozoicos. Este complexo e diversificado conjunto de litologias do escudo Pré-Cambriano foi denominado de Província Borborema (BRITO NEVES et al., 2000) e reflete-se na paisagem atual, através do grande número de relevos residuais isolados (maciços montanhosos e *inselbergs*) originados a partir da resistência diferencial ao intemperismo e à erosão, apresentada por esse vasto conjunto de litologias, além de um complexo arranjo tectono-estrutural, no qual se salientam extensas zonas de cisalhamento que cortam o estado do Ceará.

Estudos clássicos sobre evolução geomorfológica do Nordeste Brasileiro, como os desenvolvidos por BIGARELLA e ANDRADE (1964); AB'SABER (1969) e MABESOONE (1978), dentre outros, propõem, em linhas gerais, um prolongado evento epirogenético que se estende pelo Cretáceo e Cenozoico (destacando-se, neste contexto, o Planalto da Borborema), com conseqüente geração de dois a quatro níveis de aplainamento escalonados, tendo sido avaliados com base em datações relativas. MABESOONE e CASTRO (1975) sugerem a geração de, pelo menos, duas superfícies de aplainamento para o estado do Ceará: uma superfície de idade paleógena (Cariris Velhos ou Borborema), que corresponderia aos topos das chapadas da Ibiapaba e Araripe, alçadas em cotas entre 750 e 900 metros, o que corresponderia à superfície Sul-Americana de KING (1956); e outra superfície de idade neógena (Sertaneja), uma superfície interplanáltica que corresponderia ao piso da Depressão Sertaneja, embutidas em cotas inferiores a 500 metros, o que corresponderia à superfície Velhas de KING (1956).

PEULVAST et al. (2004) também reconhecem apenas essas duas superfícies de erosão, mas argumentam que as mesmas teriam sido elaboradas no Cretáceo Superior. Estes autores datam a superfície de erosão correspondente aos topos das chapadas do Araripe e do Apodi no período Cenomaniano (entre 100 e 90 milhões de anos). Posteriormente, registra-se uma notável inversão de relevo em escala regional e os antigos baixos estruturais cretácicos (bacias do Araripe, Parnaíba e Apodi) tornaram-se os atuais altos topográficos representados pelas chapadas. Todavia, segundo PEULVAST et al. (2004), CLAUDINO-SALLES e PEULVAST (2007) e MAIA et al. (2010), as superfícies de aplainamento

mais baixas também são muito antigas, tendo em vista que a Depressão Sertaneja a leste do vale do Jaguaribe está sendo exumada, estando sotoposta aos arenitos de idade albiana da base da Formação Açú. Segundo PEULVAST et al. (2008), esta interpretação seria reforçada pelo fato de que as taxas de soerguimento epirogenético após o Cenomaniano são baixas e na plataforma continental interna, verifica-se um espesso registro sedimentar associado ao Cretáceo Médio e Superior. Entretanto, observa-se também um expressivo registro sedimentar que se prolonga ao longo do Cenozoico.

A despeito dos sólidos argumentos apresentados pelos autores supracitados e considerando a tese de que a Depressão Sertaneja (ou parte dela) tenha sido originada no Cretáceo Médio ou Superior, não se pode desconsiderar que, durante todo o Cenozoico, os processos de erosão e aplainamento tenham sido constantes e promoveram ou acentuaram uma notável planura da Depressão Sertaneja, sendo apenas interrompida por esparsos *inselbergs* e maciços residuais. Todavia, a paisagem física atual ainda denuncia uma incipiente dissecação quaternária das superfícies aplainadas, marcadas pela ligeira incisão fluvial e pela topografia muito suavemente ondulada das vastas áreas pediplanadas, bem como o pequeno desenvolvimento pedogenético dos solos, sendo predominantemente rasos a pouco profundos, comprovada pela elevada relação silte/argila e sílica ( $\text{SiO}_2$ )/alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), (Jacomine, 1996).

Entretanto, o entendimento do funcionamento e dinâmica deste conjunto de paisagens sertanejas envolve, forçosamente, a compreensão de sua dinâmica climática e sua importância para caracterizar um conjunto de terrenos, o qual se convencionou denominar de Sertão. O estado do Ceará (incluindo sua zona costeira) está inserido no denominado "polígono das secas" com regime climático quente e semiárido, com temperaturas sempre elevadas (típico de uma zona subequatorial), onde a maior parte de seu território registra uma precipitação média anual inferior a 700 mm/ano, sendo que essas chuvas estão concentradas em dois ou mais meses do ano. O trimestre chuvoso restringe-se aos meses de fevereiro a abril (Nimer, 1989; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). Nas áreas mais úmidas do estado (faixa costeira e os "brejos de altitude") o período úmido se estende de janeiro a julho. Nas áreas mais áridas, dominadas por "caatingas hiperxerófilas", prevalece o clima tipo BSh de Köppen, com predomínio de precipitações pluviométricas médias anuais entre 400 e 450 mm/ano. As taxas de evaporação são altas, a insolação é forte e a umidade relativa é baixa (Jacomine et al., 1989).

Neste sentido, deve-se levar em consideração que o regime hídrico de semiaridez do Sertão Nordestino está diretamente associado ao fato de que todos os sistemas produtores de chuvas que atingem a região atuam por poucos meses promovendo, portanto, estiagens muito prolongadas que podem variar de sete a dez meses, condição hídrica característica do Bioma da Caatinga.

Destacam-se, no estado do Ceará, dois sistemas produtores de chuvas que atingem, marginalmente, o seu território semiárido (NIMER, 1989):

1) A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que promove intensa pluviosidade no Amapá e no norte do Pará e Maranhão, e atinge o sertão do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte apenas durante o máximo de sua oscilação no hemisfério Sul entre os meses de fevereiro a abril. Os outros meses do ano tendem a ser secos.

2) A Massa Equatorial Atlântica (mEa), portadora dos ventos alíseos úmidos (ventos do quadrante leste), promove intensa precipitação no litoral oriental do Nordeste durante o inverno, porém poucas chuvas nas áreas a sotavento do Planalto da Borborema. Portanto, o semiárido do Rio Grande do Norte e Ceará tende também a apresentar longas estiagens com curtos períodos chuvosos durante o inverno.

A situação sinótica exposta acima explica o regime climático de semiaridez que graça sobre a região, porém a característica climática mais penosa para a população sertaneja é a sua irregularidade pluviométrica. Neste caso, existe uma diferença fundamental entre estiagem e o fenômeno da seca. A prolongada estiagem de 7 a 10 meses é um fato climático já esperado pelo sertanejo. Todavia, nos anos em que a ZCIT atua de forma atenuada no hemisfério Sul, não ocorrem chuvas no Ceará durante seu período úmido (fevereiro-abril). Isto implica em mais de um ano sem chuvas ou chuvas inexpressivas. Assim, se caracteriza o fenômeno da "seca" que tanto castiga a população sertaneja.

Os anos atípicos de 2009 e 2010 ilustram, de forma exemplar, esta situação: em 2009, quando o Nordeste Setentrional estava submetido à influência do fenômeno La Niña, a ZCIT oscilou de forma acentuada no hemisfério Sul e promoveu chuvas torrenciais (muito acima das normais de chuvas mensais) nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, entre os meses de fevereiro e junho. Tal evento acarretou inundações, perdas de colheita, danos em obras de infra-estrutura (construções, pontes, açudes, estradas etc.). Em contraposição, no ano de 2010, quando o Nordeste Setentrional estava submetido à influência do fenômeno El Niño, a ZCIT oscilou de forma muito atenuada no hemisfério Sul e verificou-se o fenômeno da "seca" (precipitações muito abaixo das normais de chuvas mensais no período úmido) nos mesmos estados supracitados. Tal evento acarretou (do mesmo modo) perdas de colheita (severa quebra da safra agrícola) e morte de animais.

Do ponto de vista geomorfológico, as chuvas concentradas e torrenciais (como as registradas no período úmido de 2009) que ocorrem em curtos períodos de tempo geram, inclusive, fluxos de enxurradas com alto potencial erosivo caracterizado por intensos fluxos laminares de escoamento superficial. Após o período da seca, ainda com a caatinga desfolhada, essas chuvas intensas praticamente não encontram nenhuma barreira ao chegar ao solo. Até mesmo as folhas ou restos vegetais já estão bastante destruídos pela insolação e altas temperaturas. Isso se intensifica à medi-

da que os terrenos são degradados pelo desmatamento da caatinga, gerando um cenário de solos intensamente castigados por erosão laminar e linear acelerada, onde os materiais finos são transportados pela erosão aflorando cada vez mais pedregosidade e rochiosidade, numa pré-condição à implantação de processos de desertificação, como será mais bem analisado mais adiante (Figura 2.2.2).

A paisagem da caatinga consiste de rios intermitentes (excetuando-se os rios São Francisco e Parnaíba que exibem suas nascentes em chapadas revestidas por cerrado). Neste ambiente o período de estiagem é muito prolongado (de 7 a 10 meses), típico de um clima tropical a subequatorial semiárido. Em função da diversidade de litologia e material originário, de relevo e da menor ou maior aridez do clima, os solos da caatinga são jovens, rasos (<50cm) (Neossolos Litólicos) e pouco profundos (<100cm) (Luvisolos e Argissolos). As condições climáticas favoreceram a formação de solos afetados por sais (Planossolos Nátricos e Planossolos solódicos). Relacionados aos calcários ocorrem os Cambissolos eutróficos, Vertissolos e, em menor expressão, os Neossolos Rêndzicos. Em geral, é comum observar grandes quantidades de cascalho, calhaus e até matacões de quartzo nesses solos, em face dos frequentes veios de quartzo presentes na rocha matriz e também por serem mais resistentes ao intemperismo e à erosão superficial. Nas áreas sedimentares, podem ser encontradas os solos muito profundos (>200cm) arenosos, textura média e até argilosos, como os Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos. Ocorrem também alguns solos específicos relacionados às rochas ígneas e metamórficas como os Neossolos Regolíticos que compreendem solos arenosos porém com grande quantidade de minerais facilmente decomponíveis na massa do solo. (Jacomine, 1996).

Em geral, os solos da caatinga por terem pequeno manto de intemperismo, possuem uma baixa capacidade de armazenamento de água e, portanto, não conseguem reter em sua matriz, durante o curto e irregular período



**Figura 2.2.2** - Paisagem dos sertões de Crateús, onde a erosão laminar atua intensamente.

chuvoso, uma quantidade de água suficiente para manter o fluxo de base de forma contínua. Deste modo, os rios da caatinga são intermitentes.

Destacam-se nestas paisagens, predominantemente aplainadas e de clima semiárido do Ceará, restritas zonas de exceção: são os Brejos de Altitude. Estas paisagens, retratadas como enclaves úmidos e semiúmidos de topografia acidentada, que se sobressaem em meio à Depressão Sertaneja (SOUZA; OLIVEIRA, 2006), são originadas a partir do efeito orográfico que promove uma distribuição diferenciada da pluviosidade em torno dos maciços montanhosos residuais e dos planaltos sedimentares (chapadas). Neste sentido, encostas a barlavento que retêm os ventos provenientes da ZCIT e da massa Equatorial Atlântica (alísios de leste), representam redutos de umidade, associados a temperaturas mais amenas, em meio ao vasto território semiárido da Depressão Sertaneja. Apresentam as melhores condições para o desenvolvimento da agricultura, porém apresentam também, grande fragilidade ambiental, devido ao relevo acidentado. O desmatamento generalizado e a retirada de lenha destas exíguas áreas acarretam, dentre outros problemas, a supressão da floresta original e na erosão acelerada dos solos.

Entretanto, um dos problemas ambientais mais graves que se alastra sobre o estado do Ceará e que afeta áreas significativas de todo o polígono semiárido nordestino é a desertificação (AB' SABER, 1977; MONTEIRO, 1988, 1995; NIMER, 1988; SOUZA et al., 2000, RODRIGUEZ; SILVA, 2002; BRANDÃO, 2003; CONTI, 2005) dentre outros - Figura 2.2.3.

Segundo a literatura citada, pode-se conceituar o fenômeno de desertificação como um conjunto de processos físicos que acarretam a perda irreversível da cobertura vegetal dos terrenos, sendo estes processos, invariavelmente, agravados pelas atividades humanas (em especial,



**Figura 2.2.3** - Superfície aplainada em processo avançado de desertificação, atestado pela supressão de quase toda a vegetação original e exposição do solo desnudo e pedregoso. Ao fundo, vertente a sotavento do maciço de Uruburetama. Área de clima semiárido severo em "zona de sombra orográfica". Imediações da cidade de Irauçuba. Rodovia BR-222.

o desmatamento, o sobrepastoreio e técnicas inadequadas de agricultura ou mineração “a céu aberto”).

Regiões assoladas por um clima semiárido mais severo (que apresentam uma precipitação média anual inferior a 500 mm/ano, com período de estiagem igual ou superior a 9 meses e frequentes registros de “secas”); solos rasos ou de alta erodibilidade (em especial, os Neossolos Litólicos e os Luvisolos Crômicos) mesmo em relevos suaves, sendo os mais afetados aqueles desenvolvidos em relevos ondulados a acidentados (abrangendo desde terrenos colinosos até as denominadas “serras secas” do Ceará), apresentam algumas das condições mais preocupantes em relação ao avanço da desertificação.

Neste sentido, deve-se destacar três tipos de fenômenos de desertificação:

- a) áreas que foram desprovidas de sua cobertura vegetal e sofrem processos de erosão laminar e linear acelerada, acarretando um cenário de *badlands*.
- b) áreas de intensa atuação de processos erosivos, que acarretaram a remoção completa da cobertura de solos e consequente exposição de afloramentos de rocha à superfície, num cenário de lajedões. Nos locais menos afetados a erosão interferiu diretamente no banco genético de sementes no solo que atualmente encontra-se em grande dificuldade de germinação para recomposição da cobertura vegetal.
- c) áreas planas com solos salinos (em especial, os Gleissolos Sállicos e Planossolos Nátricos que, devido a técnicas inadequadas de irrigação, foram salinizados e se tornaram estéreis, num cenário de terrenos desnudos, onde subsistem apenas espécies halófilas).

Na análise de sua Geodiversidade o território cearense foi compartimentado em onze domínios geomorfológicos: Planície Costeira do Ceará; Planícies Aluviais dos rios Jaguaribe e Acaraú; Tabuleiros Costeiros; Chapada do Apodi; Chapada do Araripe; Chapada da Ibiapaba; Depressão Sertaneja I; Depressão Sertaneja II; Depressões em meio à Superfície Sertaneja; Maciços Residuais Cristalinos, sendo este último, subdividido em “serras úmidas” e “serras secas” (Figura 2.2.4).

Em adendo, são apresentados os diversos padrões de relevo do estado (Tabela 2.2.1), os quais estão inseridos nos onze domínios geomorfológicos referidos acima, e encontram-se representados no Mapa de Padrões de Relevo do Estado do Ceará, que serviu de subsídio para a elaboração do Mapa Geodiversidade do Estado do Ceará (Anexo II - Biblioteca de padrões de relevo do território brasileiro). A individualização dos diversos compartimentos de relevo foi obtida com base em análises e interpretação de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 90 m, e de imagens Geocover, sendo as unidades de relevo agrupadas de acordo com a caracterização da textura e rugosidade das imagens. A escala de trabalho adotada foi 1: 1.000.000.

A partir de uma breve avaliação sobre a origem e evolução das paisagens do estado do Ceará, é possível promover uma caracterização dos compartimentos geo-

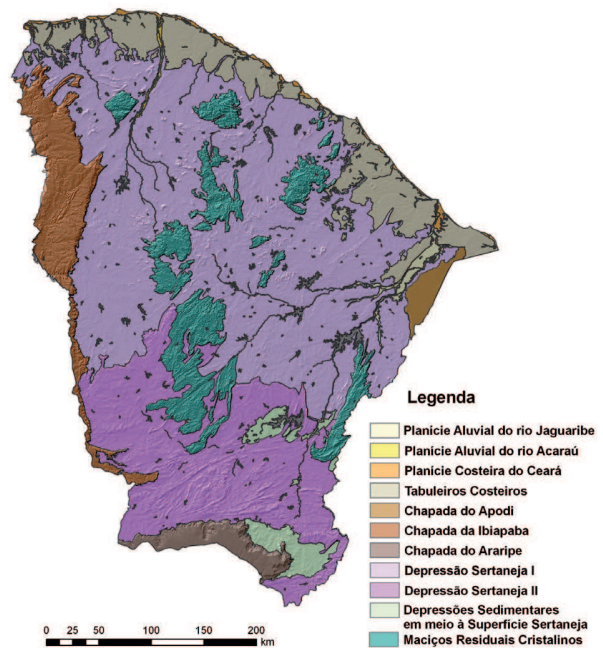


Figura 2.2.4 - Mapa de domínios geomorfológicos do estado do Ceará.

Tabela 2.2.1 - Declividade e amplitude topográfica das formas de relevo identificadas no Estado do Ceará.

Tipo de Relevo	Declividade (graus)	Amplitude Topográfica (metros)
Planícies Fluviais ou fluviolacustres (R1a)	0 a 3	zero
Vertentes recobertas por depósitos de encosta (R1c)	5 a 45	variável
Planícies Fluviomarinhas (R1d)	0	zero
Planícies Costeiras (R1e)	0 a 5	2 a 20
Campos de Dunas (R1f1)	3 a 30	5 a 40
Tabuleiros (R2a1)	0 a 3	20 a 50
Tabuleiros Dissecados (R2a2)	2 a 5	0 a 20
Baixos Platôs (R2b1)	0 a 5	20 a 50
Planaltos (R2b3)	0 a 5	20 a 50
Chapadas e Platôs (R2c)	0 a 5	0 a 20
Superfícies Aplainadas Conservadas (R3a1)	0 a 5	0 a 10
Superfícies Aplainadas Degradadas (R3a2)	0 a 5	10 a 30
Inselbergs (R3b)	25 a 60	50 a 500
Colinas Amplas e Suaves (R4a1)	3 a 10	20 a 50
Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2)	5 a 20	30 a 80
Morros e de Serras Baixas (R4b)	15 a 35	80 a 200
Montanhoso (R4c)	25 a 60	300 a 2.000
Escarpas Serranas (R4d)	25 a 60	300 a 2.000
Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos (R4e)	10 a 45	50 a 200
Vales Encaixados (R4f)	10 a 45	100 a 300



morfológicos existentes. Com base na análise dos produtos de sensoriamento remoto disponíveis, perfis de campo e estudos geomorfológicos regionais anteriores (IBGE, 1995; ROSS, 1985, 1997) dentre outros, os terrenos cearenses foram compartimentados, neste estudo, em dez Domínios Geomorfológicos, que serão descritos, a seguir.

## DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS DO ESTADO DO CEARÁ

### Planície Costeira do Ceará

Abrange uma estreita, mas extensa franja ao longo do litoral cearense, invariavelmente posicionada entre a linha de costa e os Tabuleiros Costeiros. Por vezes, esses tabuleiros atingem o litoral, formando falésias de grande beleza cênica e desnivelamentos superiores a 25 metros, com especial ênfase às diferentes colorações apresentadas pelos sedimentos do Grupo Barreiras (que variam entre branco, amarelo, laranja, vermelho e ocre), marca registrada de localidades de grande apelo turístico, como Canoa Quebrada e Morro Branco.

Esta unidade apresenta um diversificado conjunto de padrões de relevo deposicionais de origens eólica (Figura 2.2.5), fluvial e marinha, dentre os quais destacam-se: os campos de dunas (**R1f**); e as planícies fluviomarinhas (**R1d**), sob forma de mangues na desembocadura dos principais rios. A linha de costa apresenta-se retificada e com o formato de um amplo arco convexo de direção aproximada WNW-ESE, interrompida por esparsos cabos rochosos (tais como os de Jericoacoara, Pecém e Mucuripe) e desembocaduras fluviais.

Denominada de “costa semiárida” por MABESOONE (1978) ocorre um amplo predomínio de formas de relevo derivadas de processos eólicos (dunas móveis, junto à linha de costa e dunas fixas e vegetadas, à sua retaguarda), apresentando uma largura média entre 5 e 10 km (SOUZA et al., 1979). A faixa de dunas apresenta formas predominantes



**Figura 2.2.5** - Predomínio de formações eólicas (dunas ativas ou semiestabilizadas) na faixa costeira entre Mundaú e Flecheiras.

do tipo barcanas e longitudinais e atinge, frequentemente, mais de 30 metros de altura (SOUZA, 1988). Estas formações eólicas são construídas a partir do retrabalhamento de areias marinhas da planície costeira e da plataforma continental interna rasa, sob domínio de ventos alíseos do quadrante leste, em clima semiárido. A geração dos atuais campos de dunas deve ter sido ainda mais importante durante os períodos glaciais pleistocênicos, quando o clima apresentava uma aridez mais severa e níveis relativos do mar em torno de 100 metros abaixo do nível do mar atual.

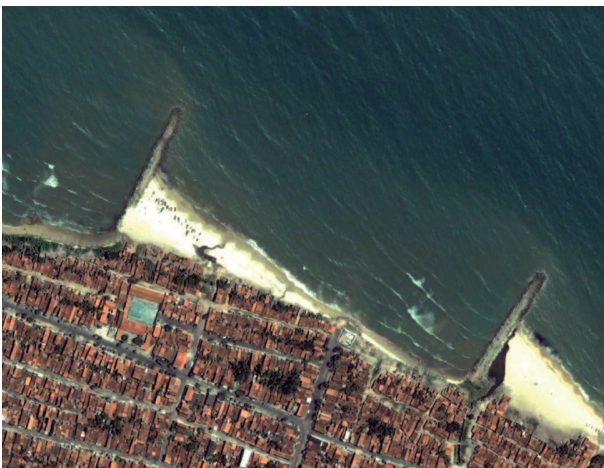
De forma subordinada e restrita às desembocaduras fluviais desenvolvem-se as planícies fluviomarinhas, destacando-se os manguezais que ocorrem nas margens dos estuários ou desembocaduras dos rios Coreaú, Acaraú, Mundaú, Cocó, Ceará, Piranji e Jaguaribe (Figura 2.2.6).

Além de Fortaleza foram implantadas, no litoral cearense, as localidades de Icapuí, Canoa Quebrada, Fortim, Parajuru, Beberibe, Cumbuco, Paracuru, Trairi, Acaraú, Jericoacoara e Camocim. Predominantemente, estes terrenos se assentam sobre solos essencialmente quartzosos, muito profundos, com pouca adesão e coesão entre suas partículas, além da baixa capacidade de retenção de umidade e nutrientes, constituindo-se os Neossolos Quartzarênicos na maior parte dos terrenos (dunas e cordões litorâneos) e subordinadamente os Espodossolos Ferrihumilúvicos (cordões litorâneos). Compreendem também solos quartzosos, porém apresentam acúmulo de ferro e matéria orgânica em subsuperfície, normalmente ao nível do lençol freático, podendo ser facilmente detectado pela “água de coca-cola” nas linhas de drenagem. Além desses ocorrem solos de influência marinha com problemas de tiomorfismo (sulfatos), salinidade e sodicidade elevada constituindo-se os Solos de Manguê, Gleissolos sálicos ou tiomórficos (Jacomine, 1973). Esta unidade apresenta um clima subúmido com precipitação média anual entre 1.000 e 1.400mm e estiagem expressiva, entre 4 e 6 meses (Rodríguez; Silva, 2002). O rigor climático da semiaridez não atinge de forma tão expressiva o litoral, devido a uma maior influência dos alísios de leste.



**Figura 2.2.6** - Vista do manguezal associado à planície fluviomarinha do rio Cocó, na cidade de Fortaleza.

Esta unidade se caracteriza por uma acelerada expansão de núcleos urbanos (muitos dos quais oriundos de antigas vilas de pescadores) além da própria Região Metropolitana de Fortaleza. Este processo de expansão urbana, em terrenos de sedimentação quaternária, de grande fragilidade ambiental, decorre da ação do capital imobiliário, impulsionado pela expansão da “indústria do turismo” nos últimos 20 ou 30 anos. O avanço do turismo na região costeira do Ceará promove impactos positivos no desenvolvimento econômico local, com forte influência na geração de renda e de empregos, entretanto os impactos ambientais acarretados por essa apropriação do espaço costeiro têm sido, igualmente, muito relevantes, com destaque para a ocupação de áreas de dunas (e a consequente reativação de processos de erosão eólica); destruição de mangues (acarretando sérios prejuízos à atividade pesqueira); remoção das matas ciliares nos baixos cursos fluviais; e construção de edificações junto à linha de costa, tornando-as vulneráveis aos processos de erosão costeira. Os imensos molhes construídos na costa urbana de Fortaleza (praias de Iracema, do Meireles e do Futuro), assim como os diversos trechos da costa cearense que registram fenômenos de ação erosiva, demonstram a importância dessa questão para o estado e a necessidade de um gerenciamento ordenado da faixa costeira e da plataforma continental rasa, com o intuito de mitigar os processos erosivos, muitos dos quais promovidos, artificialmente, pelo bloqueio de correntes de deriva litorânea (MUEHE, 2005). Desta forma, a construção de molhes promove o barramento do transporte de areia, acarretando um desequilíbrio do prisma praial. No setor concordante à corrente de deriva litorânea, ocorre um processo de “alargamento artificial” da praia. No setor oposto, por sua vez, devido ao *déficit* de sedimentos, ocorre o desaparecimento da praia e os fenômenos de erosão costeira (Figura 2.2.7),



**Figura 2.2.7** - Molhes construídos na orla da cidade de Fortaleza, promovendo o barramento de sedimentos transportados pela deriva litorânea a montante e, consequentemente, erosão a jusante.

associados com a necessidade de execução de mais enrocamentos e outras obras de contenção, condicionando a transferência do processo erosivo para os setores mais a jusante, no sentido da deriva litorânea (BRANDÃO et al., 1995; MORAES et al., 2006).

## Tabuleiros Costeiros

Os tabuleiros do Grupo Barreiras consistem de formas de relevo tabulares, de extensos topos planos, esculpidas em rochas sedimentares, em geral pouco litificadas, com predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão nas áreas de topo e moderada a forte nas vertentes (**R2a1**). Apenas a oeste de Camocim e estendendo-se pelo litoral do Piauí, os tabuleiros encontram-se mais dissecados (**R2a2**), francamente entalhados por uma rede de canais de moderada densidade de drenagem. Esta unidade está compreendida, junto ao litoral, pelas planícies costeiras e, em direção ao interior, pelas superfícies aplainadas da Depressão Sertaneja. Frequentemente, o contato entre os tabuleiros e os pediplanos adjacentes ocorre por meio de pequenos degraus erosivos, provenientes de remoção progressiva do capeamento sedimentar (Figura 2.2.8).

Também foram incluídas nesta unidade as superfícies tabulares sustentadas por arenitos e conglomerados, de idade paleógena, das formações Camocim e Faceira.

Esses tabuleiros estão posicionados em cotas entre 30 e 100 metros, sendo que são crescentes à medida que estas formas de relevo avançam em direção ao interior, podendo embasar superfícies situadas até 140 metros de altitude. Na costa leste cearense, por vezes, atingem a linha de costa formando falésias, sendo que estas feições se prolongam pelo litoral potiguar (Figura 2.2.9).

Os tabuleiros costeiros representam, portanto, antigas superfícies deposicionais apresentando gradientes extremamente suaves em direção à linha de costa. Estas formas de relevo encontram-se dissecadas por uma rede de canais de baixa densidade de drenagem e padrão dendrítico, formando vales rasos e encaixados em “U” de, no máximo, 20 metros de desnivelamento. Em direção ao interior, estes tabuleiros apresentam-se fragmentados em meio às superfícies cristalinas da Depressão Sertaneja, devido à remoção parcial deste capeamento sedimentar. Este fato sugere uma abrangência original significativamente mais ampla e contínua da cobertura do Grupo Barreiras, que se estendeu por várias dezenas de quilômetros adentro do território cearense, podendo ter alcançado o sopé do maciço do Baturité, como exemplo. Este pacote sedimentar teria sido depositado ao longo do Neógeno (entre Mioceno e o Pleistoceno) como sequências de leques aluviais coalescentes, produzidos pela erosão/denução da superfície sertaneja e dos maciços elevados, e deposição em larga faixa (que pode exceder 80 km de largura) em um paleo-nível marinho mais baixo que o atual (PEULVAST et al., 2008).



**Figura 2.2.8** - Borda de tabuleiro do Grupo Barreiras em contato com a Depressão Sertaneja, estando em torno de 20 metros acima do piso da superfície aplainada. Ao fundo, terrenos montanhosos do maciço do Uruburetama. Cercanias da cidade de Itapipoca. Rodovia CE-168.



**Figura 2.2.9** - Falésia na praia de Canoa Quebrada (município de Aracati).

Com base em análises mineralógicas e sedimentológicas de remanescentes de tabuleiros situados nas cercanias do maciço de Baturité, BÉTARD et al. (2007) sugerem a geração de duas unidades sedimentares na formação do Grupo Barreiras: a mais antiga, depositada no Mioceno e Plioceno, apresenta origem fluvial gerando Argissolos Amarelos; e a mais recente, de idade pleistocênica, apresenta origem eólica, gerando Neossolos Quartzarênicos.

Assim como na Planície Costeira esta unidade apresenta um clima subúmido com precipitação média anual entre 1.000 e 1.400mm e estiagem expressiva, entre 4 e 6 meses. Predominam solos espessos, por vezes muito arenosos e areno-argilosos de baixa fertilidade natural, tais como os Neossolos Quartzarênicos órticos e Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos, subordinadamente, Latossolos Amarelos distróficos e Plintossolos Háplicos (IBGE-EMBRAPA,

2001). Estes solos são bem drenados e, frequentemente, apresentam boa capacidade de armazenamento de água, à exceção daqueles mais arenosos (Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Amarelos de textura média leve). Sendo assim, a vegetação de caatinga da Depressão Sertaneja circundante é substituída por uma vegetação similar ao cerrado no topo dos tabuleiros. Nestes terrenos, desenvolvem-se extensas áreas de cultivo de caju (Souza et al., 1979). Destacam-se nesta unidade, as cidades de Beberibe, Cascavel, Horizonte, Pacajus, Caucaia, Paraipaba, Itarema, Jijoca de Jericoacoara e Barroquinha.

### Chapada do Apodi

Configura-se num extenso baixo platô sustentado por rochas sedimentares litificadas da bacia Potiguar (**R2b1**), posicionado na porção oriental do território cearense, junto à divisa com o estado do Rio Grande do Norte. O topo da chapada está alçado em cotas que variam entre 80 e 160 metros. Trata-se de ampla forma de relevo dissimétrica com mergulho muito suave para NNE (SOUZA et al., 1979), apresentando uma face íngreme, francamente erodida sob forma de um abrupto rebordo erosivo, com 50 a 100 metros de desnivelamento (**R4e**), voltado para sul e sudoeste, em direção ao amplo vale do rio Jaguaribe (Figura 2.2.10). Este rebordo erosivo denuncia um episódio moderno de erosão regressiva, exumando uma antiga superfície de aplainamento (**R3a1** e **R4a1**) mais antiga que as rochas sedimentares sobrepostas sendo, portanto, de idade cretácica, supostamente, pré-Albiana (CLAUDINO SALES; PEULVAST, 2007; PEULVAST et al., 2008).

Esta unidade está delimitada, a sul e a oeste, pela Depressão Sertaneja e pelo vale do rio Jaguaribe e consiste numa superfície de topos planos e solos pouco profundos e de elevada fertilidade natural, desenvolvidos sobre rochas



**Figura 2.2.10** - Rebordo erosivo da chapada do Apodi, limitando-se com patamares situados topograficamente pouco acima da planície fluvial do rio Jaguaribe.

calcárias (Cambissolos Háplicos eutróficos). Trata-se de uma área com predomínio de processo de percolação e infiltração da água no solo em detrimento ao escoamento superficial, com baixa suscetibilidade à erosão. Assim sendo, a densidade de drenagem no topo da chapada é muito baixa, entretanto, apresenta um alto potencial hidrogeológico. Importantes projetos de fruticultura irrigada são implementados no Apodi com utilização de água subterrânea, em especial, em sua porção potiguar.

Os baixos platôs estão invariavelmente embasados por calcários, calcarenitos, folhelhos e calcilitos da Formação Jandaíra. Os rebordos erosivos e os pediplanos subjacentes, por sua vez, estão sendo escavados sob arenitos e siltitos da Formação Açu, unidade esta sotoposta à Formação Jandaíra. Predominam solos pouco espessos, de alta fertilidade natural e elevado potencial agrícola, devido ao amplo domínio de rochas carbonáticas, tais como os Cambissolos Háplicos eutróficos e, subordinadamente, Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Neossolos Litólicos eutróficos. Especificamente, nos terrenos mais acidentados dos rebordos erosivos, prevalecem os Vertissolos Háplicos e os Luvisolos Crômicos (IBGE-EMBRAPA, 2001). Esses solos desenvolvidos sob condições de elevada saturação por bases, normalmente desenvolvem estruturas em blocos ou em prismas, em função da presença de argilas mais ativas, que expandem e contraem-se dependendo da umidade no solo. Em alguns casos mais extremos, como os Vertissolos, permite-se verificar grandes fendas nos solos quando o estado de umidade é seco e até montículos de microrrelevo (*gilgai*) devido à expansão vertical quando úmido. Apesar de tais solos serem muito ricos e de elevada fertilidade natural, são solos de difícil manejo devido sua grande plasticidade e pegajosidade quando úmido e molhado, dificultando a mecanização. A grande movimentação das estruturas desses solos além de romper as raízes das plantas, pode comprometer seriamente as construções, os empreendimentos enterrados (tubos de fibras óticas, dutos) e as estradas. Quando úmidos, a taxa de infiltração é extremamente baixa (próximo de 2mm/hora) tornando-os bastante suscetíveis ao acúmulo de água em superfície.

O efeito orográfico é pouco expressivo na chapada do Apodi, devido suas baixas altitudes (SOUZA et al., 1979). Portanto prevalecem terrenos revestidos por caatingas, submetidos a um clima semiárido, de forma similar às superfícies aplainadas circunjacentes. Neste contexto a precipitação média anual registra índices entre 750 e 1.000mm e estiagem prolongada, entre 6 e 8 meses (RODRIGUEZ; SILVA, 2002).

Não existe qualquer núcleo urbano de expressão sobre a chapada do Apodi. No entanto, a partir de diversas cidades situadas no vale do Jaguaribe, tais como Quixeré, Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte, foram abertas estradas que possibilitaram o desenvolvimento agrícola do topo da chapada.

## Chapada do Araripe

Representa uma vasta superfície cimeira (**R2c**) alçada em cotas em torno de 800 e 950 metros, sendo abruptamente delimitada em todos os flancos por escarpas festonadas (**R4d**) em franco recuo erosivo com desnivelamentos totais que variam entre 250 metros (próximo à divisa com o Piauí, a oeste) a 500 metros (no contato com a Depressão do Cariri, a leste). Em termos gerais a escarpa do Araripe, que no estado do Ceará consiste em seu flanco norte, representa um imponente escarpamento dissecado em amplos arcos de cabeceiras de drenagem (particularmente notáveis junto à Depressão do Cariri) e esporadicamente, sulcados em vales encaixados, como os observados junto às localidades de Araripe e Santana do Cariri. No sopé do Araripe, em sua porção ocidental, foram depositadas extensas rampas coluvionares (**R1c**) que se espriam em meio aos terrenos mais baixos da Depressão Sertaneja II.

Esta unidade configura-se num planalto elevado constituído por rochas sedimentares da bacia Araripe, posicionado na porção meridional do território cearense, perfazendo limites com os estados de Pernambuco e Piauí. Trata-se de uma vasta mesa de formato alongado, cujo eixo maior de direção aproximada ENE-WSW apresenta 170-180 km de extensão. O eixo menor, por sua vez, de direção aproximada SSE-NNW apresenta entre 50 e 70 km de extensão (SOUZA et al., 1988). Os arenitos cretácicos da Formação Exu, muito resistentes à erosão, sustentam o topo plano da chapada formando, inclusive, cornijas no topo da escarpa (Figura 2.2.11).

Assim como na chapada do Apodi, o Araripe consiste numa vasta superfície tabular não dissecada, apresentando solos bastante intemperizados, muito profundos (>200cm) e permeáveis, com baixa suscetibilidade à erosão, desenvolvidos sobre rochas areníticas (Souza et al., 1979) e revestidos por um extenso reduto de vegetação de cerrado. Isso pode ser explicado pela topografia mais suave da chapada e a drenagem mais eficiente que



**Figura 2.2.11** - Escarpa dissecada da chapada do Araripe em seu flanco norte-nordeste, voltado para a Depressão do Cariri. Rodovia CE-494. Imediações da cidade de Crato.

favorecem a lixiviação da sílica, mesmo sendo o pH ácido, tendo grande contribuição do fator “tempo”. A maior solubilidade da sílica e a sua saída mais rápida do sistema favorece o enriquecimento do alumínio precipitando a gibbsita. Os solos assim formados apresentam baixa relação molecular  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (índice ki), com desenvolvimento de estruturas granulares (tipo pó de café), compreendendo a classe dos Latossolos. Entretanto, ao contrário do Apodi, a chapada do Araripe exibe, devido ao efeito orográfico, uma área de brejo úmido com alta densidade de drenagem em suas faces norte e nordeste (justamente as que estão voltadas para o Ceará) devido ao barramento da umidade proveniente do deslocamento da ZCIT para sul durante o verão e outono. Souza (1988) denomina esta área de “brejo de encosta”.

Este fato explica uma melhor condição de umidade numa região tradicionalmente denominada de Cariri, no sopé da escarpa norte do Araripe e na depressão periférica subjacente (“depressão do Cariri”), onde está situado o aglomerado urbano de Crato, Barbalha e Juazeiro do Norte. Esta região é, portanto, caracterizada por um clima subúmido com precipitação média anual entre 850 e 1.600mm e estiagem expressiva, entre 4 e 6 meses. (RODRIGUEZ; SILVA, 2002; MAGALHÃES et al., 2010).

Em associação à dinâmica climática supramencionada, deve-se ressaltar o fato de que as camadas de rochas sedimentares na chapada do Araripe sofreram um basculamento para norte, produzindo um movimento da água subterrânea nesta direção e o surgimento de um grande número de nascentes (“olhos d’água”) na borda norte do Araripe (ANDRADE, 1964). Trata-se do Cariri úmido, revestido por um reduto de mata atlântica. Em contraste, as vertentes sul e leste, voltadas para Pernambuco e a Paraíba, são muito mais áridas (DANTAS et al., 2008). Neste cenário, destaca-se outra região, denominada de Cariri seco onde está situado o emblemático núcleo urbano de Exu, já em território pernambucano. Esta localidade, assolada pelas dificuldades impostas pela semiaridez, consiste na terra natal do famoso compositor Luiz Gonzaga.

A superfície cimeira do Araripe está sustentada por arenitos e arenitos conglomeráticos, de idade cretácica, da formação Exu. Sobre esses sedimentos desenvolvem solos muito profundos, areno-argilosos, bastante permeáveis e porosos, friáveis e de baixa fertilidade natural. Apesar de haver limitações químicas, a mecanização fica favorecida em função do relevo suave, sendo apenas necessário o emprego de corretivos e fertilizantes para se ter uma boa produtividade agrícola. Nas escarpas erosivas da vertente norte da chapada, por sua vez, afloram sedimentos, também cretácicos, da formação Santana (calcários, folhelhos, margas e evaporitos) e, na base, arenitos de idade jurássica, da Formação Missão Velha. Os solos que ocorrem nessas escarpas são bem providos de nutrientes, cujas alternativas de uso são restritas devido, principalmente, ao relevo movimentado em que ocorrem. Além disso, são solos pouco

profundos a rasos, moderadamente drenados, com estruturas em blocos ou prismáticas, normalmente pedregosos e rochosos, necessitando-se de cuidados especiais com o manejo adequado dos processos erosivos e também com a salinização.

MAGALHÃES et al. (2010) apontam para os problemas decorrentes da expansão desordenada da malha urbana conurbada de Juazeiro do Norte - Crato - Barbalha em direção às vertentes do Araripe. Desmatamento generalizado, superexploração e poluição dos recursos hídricos e ocupação urbana junto às calhas dos cursos fluviais são os mais relevantes impactos ambientais impostos à região. Registros estratigráficos de corridas de massa de grandes proporções (quilométricas) no sopé da escarpa do Araripe denunciam o risco potencial do qual a população está submetida com o avanço da ocupação humana nessas áreas.

### Chapada da Ibiapaba

Representa uma superfície cimeira, em escala regional, delineando o rebordo oriental da bacia sedimentar do Parnaíba. Esta unidade, denominada pelo IBGE (1995) como Planalto da Ibiapaba compreende um conjunto de platôs (**R2c**), degraus litoestruturais (**R4e**) e planaltos mais rebaixados (**R2b3** e **R2b2**), sustentados por rochas sedimentares da bacia do Parnaíba, perfazendo todo o limite ocidental do território cearense, na divisa (em parte, litigiosa) com o estado do Piauí. A chapada da Ibiapaba consiste, portanto, num extenso planalto com disposição geral no sentido norte-sul e caimento gradativo para oeste. Esta unidade representa uma extensa área soerguida por epirogênese da borda leste da bacia sedimentar do Parnaíba. No topo, apresenta um relevo dissecado em colinas suaves e patamares, apresentando solos profundos. Todavia, para leste, a Ibiapaba apresenta uma majestosa escarpa festonada (**R4d**) (voltada para o estado do Ceará) desenvolvida pela erosão regressiva do rebordo da chapada, gerando um relevo abrupto, com ocorrência de cornijas e paredões rochosos subverticais. Trata-se, portanto, de um vasto relevo cuestiforme (SOUZA et al., 1979) com um *front* escarpado voltado para leste e um reverso planáltico ligeiramente adernado para oeste (Figura 2.2.12).

A chapada da Ibiapaba representa um conjunto de superfícies inclinadas com cotas decrescentes, de leste para oeste, que variam de 920 a 650 metros. Todavia, os desnivelamentos entre o topo da Ibiapaba e a Depressão Sertaneja adjacente são bastante elevados, invariavelmente, superiores a 350 metros, podendo atingir até 700 metros de desnivelamento em Ubajara. Assim sendo, o conjunto de planaltos da chapada da Ibiapaba apresenta superfícies suavemente basculadas para oeste, com um progressivo decréscimo de altitude até convergir com o piso das superfícies aplainadas da bacia do Parnaíba, no estado do Piauí.



**Figura 2.2.12** - Escarpa dissecada da chapada da Ibiapaba em sua borda leste, exibindo no topo cornijas de arenitos da Formação Serra Grande e na baixa encosta e piemonte, extensas rampas coluvionares. Parque Nacional de Ubajara.

A erosão regressiva da escarpa da Ibiapaba pode ser facilmente atestada pela ocorrência de pequenas serras vizinhas ao *front* da escarpa (serras de São Joaquim, Ubatuba e Umari), morros-testemunho sustentados por rochas sedimentares da bacia do Parnaíba e por extensas rampas coluvionares que se espriam a partir do sopé da escarpa, por amplas áreas da Depressão Sertaneja (**R1c**). Estes depósitos, gerados por movimentos de massa e fluxos de enxurrada, formam uma delgada cobertura pedimentar que capeia as superfícies aplainadas. No sopé das áreas escarpadas, estes depósitos são representados por depósitos de tálus (fácies proximal), podendo se estender por mais de uma dezena de quilômetros ao longo das superfícies aplainadas, formando um capeamento arenoso com seixos de arenitos (fácies distal) – Figura 2.2.13. Tais evidências morfoestratigráficas demonstram uma evolução geomorfológica recente de toda esta região, comandada por processos de recuo lateral das vertentes, geração de pedimentos e pediplanos (assemelhando-se ao modelo de evolução de relevo preconizado por King).

Os relevos planálticos do topo da Ibiapaba estão assentados em arenitos e conglomerados da Formação Serra Grande, de idade siluriana, que corresponde à base da bacia sedimentar do Parnaíba. O relevo escarpado, por sua vez, é sustentado por uma cornija de arenitos acentuadamente litificados. Abaixo dos paredões subverticais sustentados pelas cornijas areníticas afloram rochas do embasamento ígneo-metamórfico da Faixa de Dobramentos do Nordeste. Destacam-se, neste contexto, os ortognaisses, paragnaisses e migmatitos de idade paleoproterozoica dos complexos Granja e Ceará (Unidade Canindé); e os quartzitos, metacalcários e xistos de idade neoproterozoica das formações São Joaquim, Covão, Frecheirinha, Trapiá e Novo Oriente. A famosa gruta de Ubajara, local de grande interesse turístico, foi elaborada justamente sobre metacalcários da Formação Frecheirinha.



**Figura 2.2.13** - Visão em corte de estrada de possantes depósitos de encosta (rampas de colúvio e tálus) no sopé da escarpa da Ibiapaba, com matriz argilo-arenosa e repleta de blocos subangulosos de arenito, de tamanho centimétrico a decimétrico. Sítio urbano da cidade de Ipu.

Ocorre um predomínio, nos topos, de solos muito profundos, bem drenados, muito friáveis, porosos e com baixa fertilidade natural (Latosolos Vermelho-Amarelos distróficos) e com baixa coesão e adesão entre suas partículas e pequena capacidade de retenção de umidade e de nutrientes (Neossolos Quartzarênicos órticos). Nos terrenos escarpados, por sua vez, predominam solos rasos, com grande influência do material originário, moderadamente drenado, normalmente pedregoso ou cascalhentos (Neossolos Litólicos) e, subordinadamente, solos pouco profundos e profundos, areno-argilosos, com gradiente textural, bem a moderadamente drenados, que merecem cuidados especiais com o desenvolvimento de processos erosivos (Argissolos Vermelhos eutróficos) e Afloramentos de Rocha (IBGE-EMBRAPA, 2001). Nas áreas de borda é comum verificar a formação de petroplintitas ou concreções ferruginosas, principalmente devido à variação do material sedimentar que causa um diferencial de infiltração de água, que por sua vez provoca a oscilação entre microambientes de redução e oxidação favorecendo a formação dessas concreções. Essas concreções funcionam com um resistato na manutenção do relevo atual, tendo função parecida aos vergalhões utilizados para a estabilidade das colunas de concreto nas construções. Uma vez erodidas essas estruturas de ferro, o relevo sofre grandes alterações na paisagem (Jacomine, 1982).

De modo diverso ao verificado no Araripe, a chapada da Ibiapaba representa um brejo de altitude, devido ao efeito orográfico, principalmente em sua face leste, escarpada e nas superfícies cimeira do topo do planalto, adjacentes ao rebordo da escarpa, sendo toda esta área recoberta por mata atlântica. SOUZA (1988) denomina esta área de “brejo de cimeira”. Todavia, o padrão climático é similar.

Nesta muralha escarpada, que consiste o *front* oriental da chapada da Ibiapaba, ressalta-se um trecho erodido representado pelo boqueirão do Poti. O alto curso do rio

Poti, afluente do rio Parnaíba, drena um trecho do setor ocidental da Depressão Sertaneja no Ceará e inflete para oeste, escavando uma profunda garganta (*water-gap*), truncando todas as camadas sedimentares que sustentam a Ibiapaba, adentrando assim pelo estado do Piauí. A sul desta *percée*, a Ibiapaba apresenta um aspecto menos imponente e desnivelamentos entre 250 e 350 metros (Figura 2.2.14).



**Figura 2.2.14** - Garganta epigênica que atravessa, transversalmente, o *front* da chapada da Ibiapaba. Rodovia CE-187-403, entre Nova Russas e Crateús.

Devido às condições climáticas mais favoráveis - índices pluviométricos entre 1.200 e 1.800mm anuais - (Souza; Oliveira, 2006) e desenvolvimento de solos muito profundos, friáveis, mecanizáveis, apenas necessitando de corretivos e fertilizantes para o seu bom aproveitamento, os topos planos da chapada da Ibiapaba se tornaram uma área de ocupação intensiva de uma agricultura comercial (policultura, olericultura e fruticultura) destinada a abastecer os mercados consumidores no Ceará e no Piauí. Destacam-se, nesta unidade, as cidades de Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Croatá e Poranga. Em seu sopé, já na Depressão Sertaneja, destacam-se as cidades de Frecheirinha, Pacujá, Ipu, Ipueiras, Ararendá e Novo Oriente.

## Depressão Sertaneja

Neste estudo, optou-se por subdividir a unidade geomorfológica Depressão Sertaneja no estado do Ceará em duas subunidades: **Depressão Sertaneja I** e **Depressão Sertaneja II**. Tal proposta reflete a necessidade de distinguir dois padrões morfológicos distintos de superfícies aplainadas regionais e em patamares altimétricos diferenciados. Segundo a denominação proposta pelo IBGE (1995), as superfícies aplainadas do estado do Ceará foram subdivididas em Depressão Sertaneja e Planalto Sertanejo. Todavia, as duas unidades apresentam-se, topograficamente,

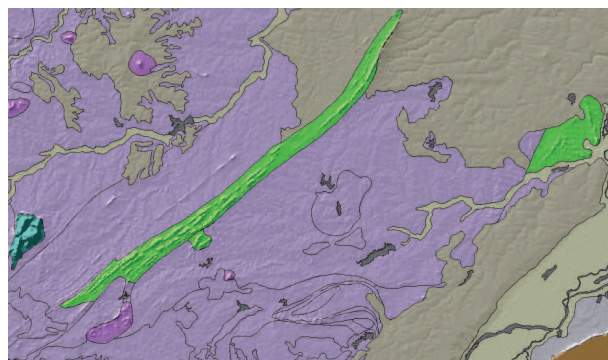
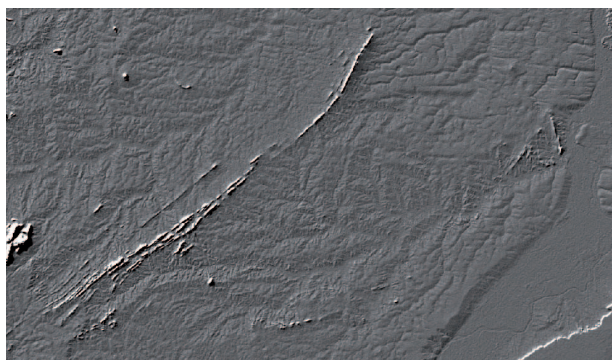
mais baixas do que os maciços cristalinos e chapadas circundantes, o que caracteriza toda a superfície sertaneja como uma vasta depressão interplanáltica. Deste modo, sugere-se a presente classificação.

A **Depressão Sertaneja I** corresponde aos pediplanos bem elaborados e pouco reafeiçoados (**R3a2**) que se sobressaem próximo ao litoral e que se estendem em direção ao interior até localidades como Novo Oriente, Independência, Senador Pompeu, Piquet Carneiro e Orós. Na porção oeste do estado, a partir da localidade de Quiterianópolis, ressalta-se um prolongado rebordo erosivo de aproximadamente 100 a 150 metros de desnivelamento total (**R4e**). Já na porção leste do estado, a partir da localidade de Deputado Irapuan Pinheiro, ressalta-se outro extenso rebordo erosivo (**R4e**) de aproximadamente 70 a 100 metros de desnivelamento, que ressalta o baixo platô de Acopiara (**R2b3**). A partir destes rebordos erosivos em direção ao interior, até o sopé do Araripe, individualiza-se a **Depressão Sertaneja II**. Neste setor, o relevo regional apresenta-se mais dissecado, sob forte condicionamento estrutural (em especial, por extensas zonas de cisalhamento Brasilianas), resultando num padrão predominante de colinas, morrotes e morros alinhados (**R4a1**, **R4a2** e **R4b**).

### Depressão Sertaneja I

Esta unidade se notabiliza por um conjunto de superfícies de aplainamento (**R3a2**), que truncam e obliteram um complexo e diversificado conjunto de rochas ígneo-metamórficas, invariavelmente recobertas por caatinga. Este domínio é constituído por vastos pediplanos incipientemente dissecados por uma rede de drenagem de baixa densidade e por extensos pedimentos posicionados no sopé de maciços montanhosos ou da borda de *cuestas* e escarpas de chapadas. Estes pediplanos encontram-se, frequentemente, pontilhados por *inselbergs* e agrupamentos de *inselbergs* (muitos dos quais, sustentados por rochas graníticas resistentes) que, invariavelmente, destacam-se na paisagem monótona das superfícies aplainadas (**R3b**). Em alguns casos, estes relevos residuais estão dispostos em longos alinhamentos de morrotes ou morros (**R4a2** e **R4b**) de centenas de quilômetros de extensão, controlados por rochas mais resistentes de antigas faixas miloníticas (em especial, os quartzitos do Grupo Orós), com destaque para uma espetacular sequência de morrotes alinhados de direção N-S que ocorre entre Orós e Banabuiú e depois inflete para NE até ser inumada pelos sedimentos do Grupo Barreiras, já próximo ao litoral (Figuras 2.2.15 e 2.2.16).

Em termos gerais, a Depressão Sertaneja, no estado do Ceará está delimitada, a oeste, pela chapada da Ibiapaba; a leste, pela chapada do Apodi e pelo maciço residual de Pereiro; e a sul, pela chapada do Araripe. Ressaltam-se ainda, a ocorrência de diversos maciços residuais cristalinos que se destacam topograficamente em meio às planuras semiáridas. As condições de denudação e esculturação do relevo sob clima semiárido ao longo do Cenozoico exibem um modelo



**Figuras 2.2.15 e 2.2.16** - Modelo Digital de Terreno com relevo sombreado salientando extenso alinhamento de cristas dissecadas em morrotes em meio à Depressão Sertaneja.

de evolução do relevo muito similar ao preconizado por KING (1953, 1956), onde se destacam processos de recuo lateral das vertentes, sendo estas demarcadas por escarpas erosivas e elaboração de pedimentos detriticos e pediplanos, além de feições residuais constituídas, invariavelmente, por rochas mais resistentes ao intemperismo e à erosão – os *inselbergs* – tais como os notáveis monólitos de Quixadá (Figura 2.2.17).

As Superfícies Aplainadas da Depressão Sertaneja I consistem em vastas superfícies arrasadas, invariavelmente em cotas baixas, cujo piso situa-se entre 40 e 350 metros. Inserem-se, também, no contexto das grandes depressões interplanálticas. Este domínio é o mais extenso do território do Ceará e está embasado por rochas do embasamento ígneo-metamórfico Pré-Cambriano da Faixa de Dobramentos do Nordeste. Ocorre um predomínio de um conjunto de solos rasos com fertilidade natural baixa a alta em um ambiente tropical semiárido, com predomínio de vegetação de caatinga hiperxerófila. Trata-se da típica paisagem do Sertão Nordestino (Figura 2.2.18).

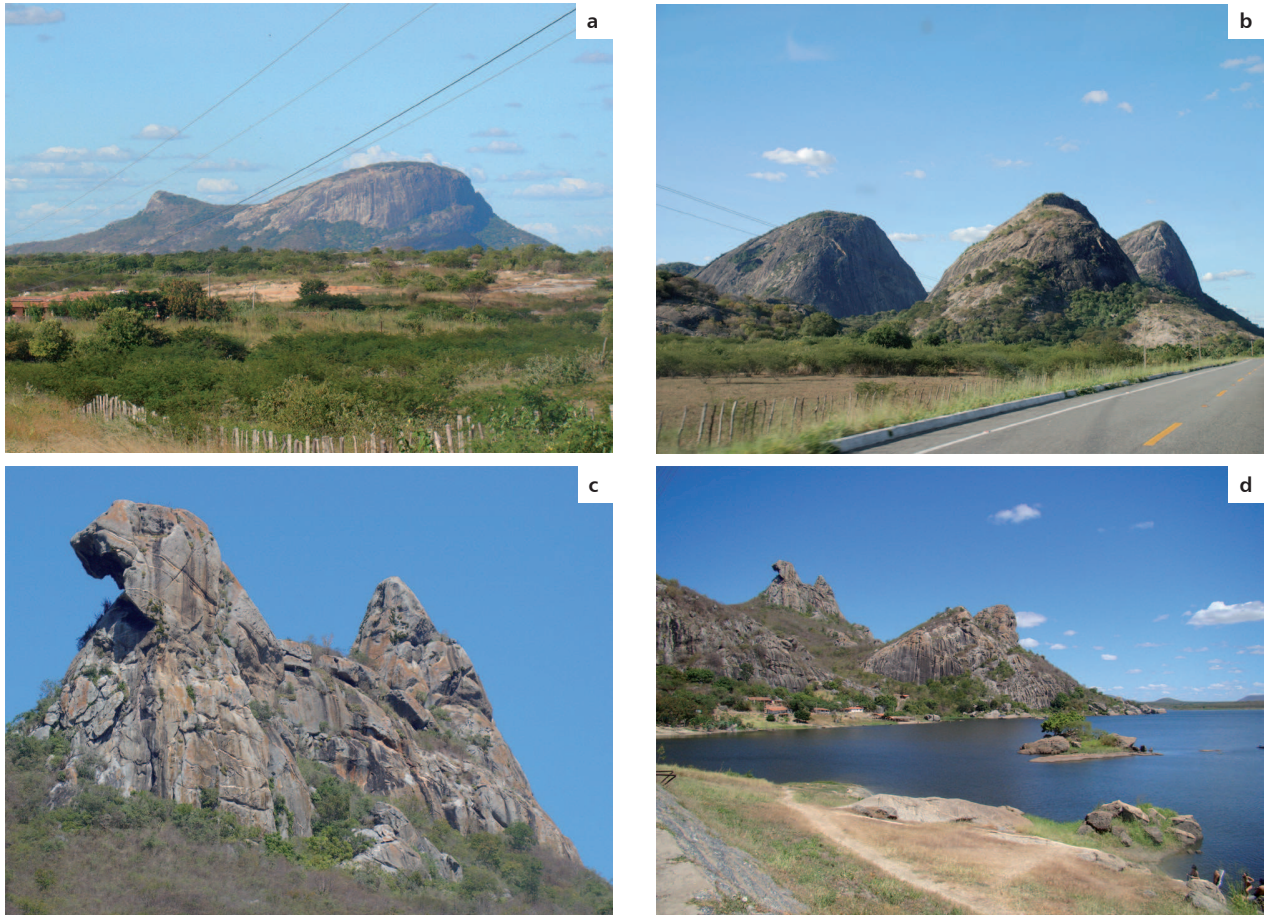
Predominam um conjunto de solos rasos a pouco profundos, com espessura de *solum* (horizonte A + horizonte B) próximo de 50cm, com argila de atividade alta, com propriedades de expansibilidade e com alta saturação por bases (>50%) (Luvisolos Crômicos). É comum nesses solos ocorrer o pavimento desértico (revestimento pedregoso) na superfície do solo ou dentro do horizonte A, normalmente fraco e de pequena espessura (<10cm). Podem apresentar horizonte superficial com cores claras e textura mais leve contrastando abruptamente com o horizonte B mais argiloso, adensado e pouco permeável, tendo cores de redução, acinzentado e com mosqueados em decorrência da deficiência de drenagem desses solos (Planossolos Háplicos solódicos). São solos que apresentam limitações moderada a forte ao uso agrícola devido a má condição física do solo e de teores médios de sódio trocável. Quando os índices de sódio tornam-se mais elevados, intensificam-se também os problemas com o desenvolvimento de estruturas colunares ou prismáticas em decorrência do íon  $\text{Na}^+$  dispersar as argilas expansivas tornando os solos muito mais adensados e impermeáveis. São solos normalmente desenvolvidos de granitos, gnaisses, migmatitos e granulitos e que estão associados à

vegetação de caatinga hipoxerófila e hiperxerófila (Planossolos Nátricos). Nos casos em que os solos tornam-se menos espessos, eleva-se a frequência de pedregosidades, rochocidades e aparecimento de lajedos, sendo a profundidade o caráter mais restritivo ao uso (Neossolos Litólicos). Apesar das restrições comentadas, esses solos prestam-se ao uso da pecuária, podendo encontrar pastagens boas nas áreas mais úmidas ou menos áridas. São indicadas para criação de bovinos (capim buffel), caprinos, culturas de algodão arbóreo, palma forrageira e em menor proporção, feijão e milho nas épocas mais úmidas. Trata-se da típica paisagem do Sertão Nordestino. (BRASIL, 1972; Jacomine, 1973, 1996).

Estas superfícies apresentam gradientes muito suaves que convergem para os eixos dos talvegues ou, quando próximos da Faixa Litorânea, para a linha de costa (Souza et al., 1979). Todavia, destaca-se uma notável variação morfo-pedológica no interior das superfícies aplainadas: em geral, os terrenos mais planos dos tesos interfluviais (ou “colinas rasas”, segundo Ab’ Saber, 1974) apresentam solos medianamente desenvolvidos e com textura mais fina, tais como Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e Luvisolos Crômicos recobertos por caatinga arbórea (Jacomine, 1973); enquanto que os terrenos localmente dissecados e os fundos de vales apresentam solos muito pouco desenvolvidos e pedregosos, tais como Neossolos Litólicos, recobertos por caatinga arbustiva aberta (Nascimento et al., 2008). Também ocorrem Planossolos Nátricos em zonas abaciadas da Depressão Sertaneja (os rasos, muitos deles colonizados por carnaubais). Técnicas de irrigação nestes solos são proibitivas devido ao risco de salinização e esterilização irreversível destes Planossolos com elevado teor de sais (especialmente, o sódio).

Na Depressão Sertaneja I ressalta-se o domínio absoluto do intemperismo físico, calcado em processos de erosão por escoamento superficial difuso e concentrado em fluxos de enxurrada (*flash-floods*) típicos de zona semiárida. Esta região é, portanto, caracterizada por um clima semiárido com precipitação média anual entre 500 e 800 mm e estiagem prolongada, entre 6 e 10 meses, com ocorrência restrita de áreas onde a semiaridez é muito severa, no oeste e sudoeste do Ceará. (RODRIGUEZ; SILVA, 2002).





**Figura 2.2.17** - *Inselbergs* em meio à Depressão Sertaneja. **(a)** *inselbergs* em Quixeramobim. Rodovia CE-060. **(b)** *inselbergs* em Quixadá. Rodovia BR-122. **(c)** pedra da Galinha Choca. **(d)** campo de *inselbergs* (granodiorito) da Galinha Choca, junto ao açude do Cedro, Quixadá.



**Figura 2.2.18** - Relevo aplainado a suave ondulado da Depressão Sertaneja | apresentando solos rasos e vegetação de caatinga. Rodovia CE-187-403, entre Ipueiras e Nova Russas.

Neste cenário predominam solos rasos e pedregosos (Neossolos Litólicos) associados aos Afloramentos de Rochas e alta erodibilidade natural. Nos casos mais críticos, com a intensificação da erosão, além dos processos erosivos promoverem um processo de remoção completa da capa de solo expondo, na superfície, a rocha alterada (horizonte C), ou mesmo, afloramentos de rocha (os famosos lajedões) – Figura 2.2.19. O solo pode perder grande parte do seu banco genético de sementes, dificultando-se a revegetação natural mesmo na época mais úmida. Caso prevaleça esse contexto com o passar dos anos pode-se alcançar um certo grau de desertificação. Trata-se, portanto, de uma região de ocupação relativamente rarefeita devido à baixa capacidade de suporte dos terrenos e crônico *déficit* hídrico. As atividades econômicas predominantes são a pecuária extensiva (caprinos, ovinos e bovinos), algodão e agricultura básica de subsistência (milho e feijão) nos melhores solos. Todavia, o desmatamento indiscriminado e sobrepastoreio têm acarretado a perda da biodiversidade da caatinga e a expansão das atividades agropecuárias, sem uso de técnicas de proteção dos solos e dos recursos hídricos, está tornando extensas áreas de Depressão Sertaneja vulneráveis à desertificação (Nascimento et al., 2008).



**Figura 2.2.19** - Superfícies rochosas, típicas de áreas pediplanadas, denominadas de lajedos ou lajedões. Observa-se, ao longo do afloramento, a formação de extensas depressões concêntricas ou alongadas, seguindo planos de fraturas (marmitas) originadas pelo acentuado intemperismo químico nessas cavidades, periodicamente imersas em água. O desenvolvimento dessas feições pode gerar cavidades profundas que, nesta área, consistiu numa armadilha natural para fauna pleistocênica. Sítio Paleontológico do Tanque da Lajinha. Rodovia BR-402, entre Itapipoca e Amontada.

Essas extensas zonas topograficamente rebaixadas abrangem em maior extensão as principais bacias hidrográficas do estado, como as bacias dos rios Coreaú, Acaraú, Poti, Acaratiçu, Curu, Choró, Banabuiú e Jaguaribe. Essa rede de canais percorrendo, em grande extensão, os terrenos aplainados com solos rasos de baixa capacidade de armazenamento de água e vegetação de caatinga em clima semiárido, explica o caráter intermitente de toda a rede de drenagem e a crônica escassez de água na maior parte do estado do Ceará. Isto também explica a profusão de canais, barragens e açudes em toda a região, a despeito do fato de que parte da água estocada se perde pela evaporação. Localizam-se nesta unidade barragens com imensos espelhos d'água, tais como os açudes Castanhão, Orós, Banabuiú, Araras, Tucunduba, Forquilha, Ayres de Souza, Pentecoste, General Sampaio, Choró, do Cedro Quixeramobim, dentre os principais (Figura 2.2.20).

Deste modo, destacam-se, em meio à Depressão Sertaneja, a despeito de sua área restrita, os extensos sistemas fluviais intermitentes (Figura 2.2.21), que compreendem amplas planícies aluviais (**R1a**), em especial nos vales dos rios Jaguaribe e Acaraú que a despeito da ausência de água em grande parte do ano, apresentam solos mais profundos e de melhor fertilidade (Neossolos Flúvicos) do que as superfícies aplainadas e pedregosas circunjacentes, além de uma melhor disponibilidade de acesso à água, via escavação de poços rasos no aquífero aluvial.

O substrato geológico da Depressão Sertaneja I é constituído por uma imensa diversidade litológica, com preponderância das rochas arqueanas e proterozoicas do embasamento gnáissico-migmatítico-granítico, e de

seqüências sedimentares e vulcanossedimentares, todas truncadas e obliteradas pelo aplainamento que elaborou a superfície sertaneja. No Mapa de Geodiversidade do Estado do Ceará, os terrenos da Depressão Sertaneja I compreendem os seguintes domínios: Complexos Gnáissico-Migmatíticos e Granulíticos (DCGMGL), Complexos Granitoides Deformados e Intensamente Deformados (DCGR2 e DCGR3) e Domínios das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Eopaleozoicas e Proterozoicas Diferentemente Dobradas e Metamorfizadas (DSVE, DSP1, DSP2 e DSVP2).

O grande número de *inselbergs* e cristas residuais que pontilham a Depressão Sertaneja, por sua vez estão sustentados, em sua maioria, por rochas graníticas, migmatíticas e quartzíticas.

Em resumo pode se dizer que sobre a Depressão Sertaneja II ocorrem solos rasos, de moderada a boa fertilidade natural (Neossolos Litólicos eutróficos), com gradiente textural, (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos), muitas vezes



**Figura 2.2.20** - Açude General Sampaio, localizado no município homônimo. O reservatório, construído no leito do rio Curu, tem capacidade para armazenar 322 milhões de m<sup>3</sup> de água.



**Figura 2.2.21** - Leito de rio seco, no município de Senador Pompeu (região central do Ceará).

abruptos, com argilas expansivas de alta atividade (Luvisolos Crômicos), normalmente associados a fragmentos de quartzo de diversos tamanhos (cascalho, calhaus e blocos) e aos frequentes "lajedões" (Afloramentos de Rocha) (Jacomine, 1973). De um modo geral, as principais atividades econômicas estão relacionadas à pecuária extensiva e à agricultura de subsistência de baixa produtividade. Destacam-se nesta unidade as cidades de Tauá, Arneiroz, Campos Sales, Jucás, Farias Brito, Várzea Alegre, Caririaçu, Aurora, Cedro e Lavras das Mangabeiras, dentre as principais.

## Depressão Sertaneja II

Esta unidade se caracteriza por um nível mais elevado e dissecado da Depressão Sertaneja, em sua porção mais interiorana, mas ainda assim insere-se no contexto das grandes depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste Brasileiro, posicionando-se em cotas que variam de 250 a 550 metros. Neste setor, as superfícies de aplainamento (**R3a2**) foram, em grande parte, desfeitas em conjunto de formas de relevo, tais como colinas, morrotes e morros (**R4a1**, **R4a2** e **R4b**), cuja dissecção obedece a extensos lineamentos estruturais e zonas de cisalhamento de direções preferenciais WSW-ENE e W-E sobre um complexo embasamento de rochas ígneo-metamórficas, invariavelmente recobertas por caatinga (Figura 2.2.22).

Este domínio é constituído por uma rede de drenagem de baixa a média densidade delimitada e embutida, a oeste, pela serra Grande (chapada da Ibiapaba); a sul, pela chapada do Araripe e a leste, pelo maciço montanhoso do Pereiro. A norte, esta unidade coalesce com a Depressão Sertaneja I e destaca-se, ainda, a ocorrência de maciços residuais e baixos platôs isolados (**R4b**, **R4c** e **R2b3**), as denominadas "serras secas", que emergem em meio aos baixos terrenos da Depressão Sertaneja II.



**Figura 2.2.22** - Depressão Sertaneja II, na região centro-sul do Ceará, apresentando padrão de relevo dissecado em forma de colinas rasas.

Na Depressão Sertaneja II, as condições climáticas são similares às verificadas na Depressão Sertaneja I, todavia os processos de denudação e esculturação do relevo sofrem um marcante controle lito-estrutural decorrente da denudação de antigo substrato rochoso, onde são salientadas estruturas herdadas do Ciclo Brasileiro, num relevo caracterizado por morrotes e cristas alinhadas e o encaixamento de bacias sedimentares cretácicas embutidas num nível altimétrico mais baixo.

Neste cenário, assim como na Depressão Sertaneja I, predominam solos pouco desenvolvidos, rasos, com horizonte A diretamente assentado sobre a rocha ou horizonte C de pequena espessura (Neossolos Litólicos). Via de regra, são pedregosos ou rochosos, sendo também usualmente cascalhentos, facilmente explicado pela frequente presença de veios de quartzo na matriz do material originário e pela sua maior resistência ao intemperismo e à erosão superficial. Encontram-se associados, por um lado, aos Afloramentos de Rochas, e por outro, aos solos um pouco mais desenvolvidos, com horizonte Bt de pouca espessura, argila de atividade alta, estruturas em blocos fortemente desenvolvidos, gradiente textural abrupto, eutróficos, baixos teores de alumínio trocável, suscetível tanto a erosão como a salinização (Luvisolos Crômicos) (Jacomine, 1973). O fato de esses solos ocorrerem em ambientes mais declivosos eleva-se a componente de suscetibilidade à erosão. Essas limitações são facilmente observadas pela ocupação rarefeita, realçando à sua baixa capacidade produtiva dos seus recursos naturais.

Estes terrenos são drenados pelo médio-alto curso da bacia do rio Jaguaribe abrangendo, além do coletor principal, os rios Salgado, Cariús, Trussu, dos Bastiões e os riachos São Miguel, da Conceição e Jucá, dentre os principais. Assim como na Depressão Sertaneja I, essa extensa rede de canais percorre vastas áreas de delgado manto de intemperismo com baixa capacidade de armazenamento de água e vegetação de caatinga em clima semiárido, resultando, desta forma, numa bacia de rios intermitentes e efêmeros e o crônico *déficit* de recursos hídricos superficiais. O grande açude de Orós localiza-se nesta unidade, assim como os açudes de Lima Campos e Várzea do Boi (próximo a Tauá), dentre os principais.

Apresentando menor expressão espacial do que na Depressão Sertaneja I, mas igualmente relevante para a agricultura regional, destacam-se as planícies aluviais do alto vale do rio Jaguaribe e de segmentos dos rios Salgado e dos Bastiões, devido aos solos mais profundos e de melhor fertilidade (Neossolos Flúvicos) e pelo acesso ao aquífero aluvial.

O substrato geológico, como na Depressão Sertaneja I, é constituído por uma grande diversidade litológica, compreendendo terrenos que no Mapa de Geodiversidade do Estado do Ceará estão delimitados pelos seguintes domínios: Complexos Gnáissico-Migmatíticos e Granulíticos (DCGMGL), Complexos Granitoides Deformados e Intensamente Deformados (DCGR2 e DCGR3), Domínio das Sequências Vulcanossedimentares tipo *Greenstone Belt* (DGB) e Domínios das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Eopaleozoicas e Proterozoicas Diferentemente Dobradas e Metamorfizadas (DSVE e DSVP2).

Predominam sobre a Depressão Sertaneja II solos rasos ou pouco espessos e de moderada a boa fertilidade natural, destacando-se os Neossolos Litólicos eutróficos e os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos. Também ocupam grande expressão espacial os Luvisolos Crômicos. Subordinadamente ocorrem Argissolos Vermelhos eutróficos e Afloramentos de Rocha (lajedos). De um modo geral, as principais atividades econômicas estão relacionadas à pecuária extensiva e à agricultura de subsistência de baixa produtividade. Destacam-se nesta unidade, as cidades de Tauá, Arneiroz, Campos Sales, Jucás, Farias Brito, Várzea Alegre, Caririçu, Aurora, Cedro e Lavras das Mangabeiras, dentre as principais.

### Depressões Sedimentares em Meio à Superfície Sertaneja

Esta unidade geomorfológica está representada pela esculturação de um conjunto de pequenas bacias sedimentares de idades jurássica a cretácica, implantadas sobre o embasamento pré-cambriano da Depressão Sertaneja II. A gênese dessas bacias sedimentares está diretamente relacionada com o processo de abertura do Oceano Atlântico Equatorial, acarretando a formação de um sistema de falhamentos transcorrentes e instalação de grábens em pequenos rifts abortados, inseridos numa extensa zona de fraqueza crustal de direção SW-NE, denominada de Faixa Cariri-Potiguar (BRITO NEVES et al., 2000; PEULVAST et al., 2008). Nesta faixa, que também abrange as bacias do Araripe e Potiguar, soerguidas nas atuais chapadas, estão localizadas as bacias de Iguatu, Icó e Antenor Navarro.

As depressões em bacias sedimentares de Iguatu, Icó e Antenor Navarro posicionam-se em cotas baixas, entre 150 e 300 metros e estão embasadas por arenitos, siltitos, folhelhos e margas de idade cretácica das formações Icó, Lima Campos, Malhada Vermelha e Antenor Navarro, em parte cobertas por sedimentos inconsolidados de composição areno-conglomerática de idade neógena da Formação Moura (Figura 2.2.23). Este pacote sedimentar está modelado em baixas superfícies tabulares (**R2a1**), embutidas entre 20 e 50 metros abaixo do relevo colinoso da Depressão Sertaneja II. Assim sendo, essas bacias sedimentares caracterizam-se por um conjunto de suaves tabuleiros seccionados por extensas planícies aluviais (**R1a**) do rio Jaguaribe (na bacia do Iguatu) e do rio Salgado (na bacia de Icó), invariavelmente revestido por vegetação de caatinga em clima semiárido, típico de Depressão Sertaneja. Entretanto, o potencial hidrogeológico dessas áreas é bastante expressivo e muito superior ao das superfícies aplainadas cristalinas circundantes.

Em geral, nas áreas colinosas dominam solos profundos e pouco profundos, de boa fertilidade natural, com gradiente textural (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos), por vezes abruptos, com argila de atividade alta (Luvisolos Crômicos), características estas que conferem sua expressiva suscetibilidade aos processos erosivos, mesmo sendo desenvolvidos sobre os relevos mais suavizados. São solos



Figura 2.2.23 - Exposição de arenito da Formação Lima Campos (bacia de Iguatu).

bastante utilizados com a exploração de bovinos, caprinos e palma forrageira. Na porção inferior, ao longo do leito e margens dos rios, ocorrem solos estratificados, com diversas camadas de argila intercaladas desordenadamente com areias ou siltes, sujeitas a inundações frequentes no período das chuvas, sendo normalmente utilizados com culturas de milho e feijão (Neossolos Flúvicos eutróficos). Nas áreas marginais e mais abaciadas ocorrem solos argilosos que se caracterizam por apresentar pronunciadas mudanças de volume resultantes da movimentação provocada pela alteração da umidade no solo, ora fendilhando quando seco, ora expandindo-se quando molhado. São muito plásticos e muito pegajosos em face de presença de argilas de altíssima atividade, facilmente detectados pelas superfícies de fricção (*slikensides*) ou de compressão, bem como de microrrelevos (*gilgai*) (Vertissolos Háplicos). Podem ser rasos (Cambissolos Vérticos), profundos até muito profundos, tendo infiltração muito rápida enquanto as fendas estão abertas, porém muito baixas quando elas estão fechadas. São solos com alta capacidade de troca catiônica, elevada saturação por bases, com altos teores de cálcio e magnésio, facilmente correlacionáveis aos ambientes de calcário, margas, argilitos, folhelhos, dentre outros. O uso agrícola desses solos tem fortes limitações decorrentes das suas propriedades físicas extremas, como condutividade hidráulica muito baixa, grande expansão e fendilhamento nos solos, que podem prejudicar o desenvolvimento radicular e também obras enterradas ou na superfície do solo. Em menor proporção, ocorrem solos arenosos, muito profundos, com baixa coesão entre suas partículas e pequena capacidade de retenção de umidade e nutrientes (Neossolos Quartzarênicos), relacionadas aos arenitos da Formação Mauriti. Estão associadas a solos também muito profundos, porém com um maior percentual de argilas na sua composição granulométrica, melhorando sensitivamente suas propriedades, principalmente em termos de retenção de umidade e nutrientes (Latosolos Amarelos). O potencial agrícola destas depressões em bacias sedimentares deve ser bem avaliado, levando em consideração o bom potencial hidrogeológico. As localidades mais importantes situadas nessas bacias sedimentares são Iguatu e Quixelô (na bacia de Iguatu); Icó (na bacia homônima) e Umari (na bacia de Antenor Navarro).

Por fim deve-se destacar a Depressão do Cariri, posicionada em cotas entre 330 e 450 metros, sendo bem mais extensa que as anteriores. Consiste numa depressão em amplo anfiteatro com relevo aplainado (**R3a2**), bordejada pelos flancos norte e leste da chapada do Araripe, como já mencionado anteriormente. Estes terrenos estão sustentados por arenitos, siltitos, argilitos e calcários de idade jurássica da bacia do Araripe, representada pelas formações Brejo Santo e Missão Velha. Esta depressão representa um brejo de encosta onde se situa o núcleo metropolitano de Crato, Barbalha e Juazeiro do Norte (Figura 2.2.24). Ocorre um predomínio de solos profundos e pouco profundos, de boa fertilidade natural, que apresentam gradientes texturais (Argissolos Vermelhos eutróficos) associados a solos com gradientes abruptos e de argila de atividade alta, sendo mais suscetíveis à erosão que o anterior (Luvissolos Crômicos) (IBGE-EMBRAPA, 2001). Outros núcleos urbanos de expressão localizados na Depressão do Cariri são Missão Velha, Milagres, Mauriti e Brejo Santo.

As atuais superfícies de topo representam remanescentes de uma antiga superfície de erosão cretácica que, outrora, teria ocupado áreas muito mais amplas no Ceará, possivelmente correlacionáveis com o topo da chapada da Ibiapaba. Predominam solos bem desenvolvidos, profundos, bem drenados, com gradientes texturais (Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos eutróficos) associados a solos menos profundos, pouco desenvolvidos e caracterizados por apresentar o horizonte superficial A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C de pequena espessura (Neossolos Litólicos). Os Argissolos podem ocupar a mesma posição no relevo que os Neossolos Litólicos, isto é, nas vertentes, sendo, nesses casos, menos espessos que aqueles de topo, consequentemente, são também muito mais suscetíveis aos processos erosivos.

Dependendo de sua situação geográfica, estes maciços montanhosos podem apresentar duas condições geoecológicas contrastantes, conforme já salientado por SOUZA et al. (1979):



**Figura 2.2.24** - Relevo aplainado da Depressão do Cariri ao sopé da chapada do Araripe onde está situada a cidade de Juazeiro do Norte. Rodovia CE-060-122, no outeiro do monumento ao Padre Cícero.

### Maciços Residuais Cristalinos

Representam um conjunto de maciços montanhosos sobrelevados em meio ao piso regional de cotas baixas, determinado pelas superfícies de aplainamento que compõem a Depressão Sertaneja. Configuram-se por imponentes relevos residuais de grandes dimensões, que atingem cotas elevadas (apresentando altitudes variadas, entre 600 e 1.100 metros) sendo que, geralmente, estas formações montanhosas, geradas por processos de erosão diferencial estão sustentadas por rochas graníticas e quartzíticas, via de regra, mais resistentes ao intemperismo e à erosão, em relação ao embasamento cristalino circundante nas superfícies aplainadas.

Em diversos casos, esses maciços residuais apresentam topos ou cimeiras de relevo colinoso (tais como os maciços de Baturité e da Meruoca) o que sugere a pré-existência de antigas superfícies planálticas mais vastas que as atuais.

a) constituir brejos de altitude, como verificado nos maciços posicionados mais próximos à linha de costa, em especial, nas vertentes a barlavento (faces norte e leste) das serras de Maranguape, Pacatuba, Baturité, Uruburetama e Meruoca. Neste caso, destaca-se a prevalência de processos de intemperismo químico e geração de solos profundos areno-argilosos ou argilo-arenosos, bem drenados, revestidos por redutos de mata atlântica subperenifólia.

b) constituir “serras secas”, como verificado nos maciços mais interioranos, tais como as serras do Machado, das Matas e do Pereiro. Neste contexto, deve-se incluir também as vertentes a sotavento (faces sul e oeste) das serras úmidas supracitadas. Neste caso, destaca-se a prevalência de processos de intemperismo físico e geração de solos pouco profundos ou rasos, arenosos ou cascalhentos (Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos), com ocorrência de muitos blocos rochosos nas vertentes íngremes dos maciços residuais, estando revestidos

por mata atlântica subcaducifólia, floresta estacional decídua (caducifólia) ou por caatinga arbórea (PEREIRA; SILVA, 2005).

Os brejos de altitude constituem ilhas de umidade, apresentando um maior adensamento populacional, em relação às superfícies semiáridas adjacentes, com uma economia calcada numa policultura de subsistência ou comercial intensiva, num sistema fundiário baseado em pequenas propriedades e minifúndios (com destaque para os cultivos de frutas – em especial banana, e olerícolas). Estes ambientes, de peculiar constituição geocológica, foram sugestivamente denominados com a alcunha de “jardins suspensos do sertão” (CAVALCANTE, 2005). Todavia, práticas agrícolas inadequadas, em terrenos movimentados, têm produzido sérios problemas socioambientais nestas exíguas e valiosas áreas (SOUZA et al., 1979), acarretando processos de erosão dos solos, exaustão dos recursos hídricos e no desaparecimento da floresta original.

### Serras Úmidas

Segue, abaixo, a análise dos principais maciços residuais cristalinos que consistem (pelo menos, em grande parte) em brejos de altitude, com clima úmido e vegetação florestal, destacando-se, neste contexto, as serras de Baturité, da Meruoca, de Uruburetama e os pequenos maciços de Maranguape e Pacatuba.

A serra de Baturité, posicionada ao sul da cidade de Fortaleza, consiste num imponente maciço montanhoso (**R4c** e **R4b**) de formato alongado com direção aproximada SSW-NNE que dista aproximadamente 50 quilômetros da linha de costa (Souza, 1988). Este maciço apresenta vertentes escarpadas tanto no flanco leste (encosta úmida, a barlavento), quanto no flanco oeste (encosta seca, a sotavento). A superfície de topo encontra-se delimitada por afloramentos de quartzitos muito resistentes (Bétard et al., 2007), estando dissecada em colinas e morros (Figura 2.2.25). Esta cimeira encontra-se alçada em cotas em torno de 750 a 950 metros, além de elevações esporádicas, como o Pico Alto (1.112



**Figura 2.2.25** - Relevo dissecado em morros florestados do topo planáltico do maciço do Baturité. Pico Alto – ponto culminante do maciço, sustentado por quartzitos.

metros), também sustentados por quartzitos. Nesta superfície cimeira do Baturité, assim como na vertente oriental, prevalece um clima úmido de brejo de altitude, revestido por mata atlântica e influenciado por chuvas orográficas. Neste cenário, desenvolvem-se solos bem desenvolvidos, profundos e bem drenados, em terrenos dissecados por uma rede de drenagem de alta densidade, sendo que a superfície encontra-se inclinada para norte, tendo em vista um decréscimo gradual de altitude entre as localidades de Guaramiranga e Palmácia. O topo do maciço do Baturité registra, inclusive, um clima úmido com precipitação média anual entre 1.400 e 1.800mm e estiagem curta, entre 2 e 4 meses. (Rodriguez; Silva, 2002; Souza; Oliveira, 2006).

Bétard et al. (2007) produziu um engenhoso *transect* geocológico E-W da região da serra de Baturité, no qual estão associados parâmetros de relevo, solos, clima e vegetação. Em síntese, seus resultados definiram uma notável divisão morfopedoclimática com quatro unidades distintas: a vertente oriental de relevo escarpado, subúmida e recoberta por floresta subcaducifólia apresenta solos pouco profundos (Cambissolos Háplicos), com gradiente textural (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos), decorrentes de um moderado intemperismo químico (Figura 2.2.26); a cimeira de relevo colinoso, úmida e recoberta por floresta subperenifólia, apresenta solos muito profundos, porosos, permeáveis e friáveis (Latosolos Vermelho-Amarelos) decorrentes de um forte intemperismo químico; a vertente ocidental de relevo escarpado (abaixo da cota de 700 metros), semiárida e recoberta por caatinga, apresenta solos rasos, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou um horizonte C reduzido (Neossolos Litólicos), normalmente associados à presença de cascalho, calhaus e matações de quartzo remanescentes dos veios do material originário, decorrentes da atuação predominante do intemperismo predominantemente físico; e as superfícies aplainadas, posicionadas em cotas muito baixas (100 a 200 metros) que, exceto as condições de relevo, apresentam situação geocológica similar a da vertente ocidental da serra de Baturité.



**Figura 2.2.26** - Sopé de relevo escarpado na borda leste do maciço do Baturité, mais úmida e recoberta por vegetação florestal. Rodovia CE-356, entre Aracoia e Baturité.

Destacam-se, neste maciço montanhoso, o embasamento de idade paleoproterozoica do Complexo Ceará, representado por paragneisses, migmatitos, anfibolitos e quartzitos (Unidade Canindé) e por xistos, quartzitos e metacalcários (Unidade Independência). De forma subordinada, afloram granitoides intrusivos de idade neoproterozoica. Ocorre um predomínio, nos topos, de solos bem desenvolvidos, de cores amareladas a bruno-avermelhadas no horizonte B e cores mais escuras no horizonte A, devido a maior preservação da matéria orgânica, sendo de textura mais leve que o horizonte subjacente, caracterizando um gradiente textural (Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos). Nos terrenos escarpados a barlavento, por sua vez, predominam solos idênticos ao anteriormente descrito, diferindo-se deles por serem menos espessos (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos, pouco profundos), além de estarem constantemente associados à presença de cascalhos e calhaus de quartzo. Já nos terrenos escarpados a sotavento predominam solos rasos, com horizonte A sobreposto diretamente sobre a rocha, dificultando a fixação das raízes das plantas nesses terrenos (Neossolos Litólicos) (Bétard et al., 2007). Dentre as localidades principais destacam-se, no topo do Baturité, as cidades de Aratuba, Mulungu, Guaramiranga, Pacoti e Palmácia; e em seu piemonte oriental mais úmido, as cidades de Capistrano, Baturité, Aracoiaba e Redenção.

A serra da Meruoca, posicionada a oeste do baixo vale do rio Acaraú, próximo da cidade de Sobral, alcança cotas entre 700 e 930 metros e consiste num maciço montanhoso (**R4c**) com formato de um losango, delimitado por antigos *rifts* de idade eopaleozoica. Origina-se de um plúton granítico no qual este maciço foi modelado, constituindo-se num brejo de cimeira, conforme SOUZA (1988). Este maciço apresenta vertentes muito íngremes em todas as direções e um topo dissecado em colinas, representando uma superfície cimeira de clima úmido (Figura 2.2.27). Tanto a cimeira, revestida por mata atlântica, quanto as vertentes voltadas para norte e leste são beneficiadas por chuvas orográficas. A localidade de Meruoca, situada no topo deste maciço, registra um índice pluviométrico de 1.480 mm/ano, com base numa série histórica de vinte anos, entre 1984 e 2005 (FALCÃO SOBRINHO, 2006).

Este maciço montanhoso é constituído por granodioritos e monzodioritos de idade cambriana, da suíte intrusiva Meruoca. Ocorre um predomínio, nos topos, de solos profundos, bem a moderadamente drenados, com estruturas em blocos fortemente desenvolvidas no horizonte B, expressando um gradiente textural com o horizonte superficial, com boa fertilidade natural, sendo suscetível aos processos erosivos, principalmente quando se eleva as declividades desses solos (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos). Subordinadamente ocorrem solos semelhantes, porém mais suscetíveis à erosão, em face da presença de argila de atividade alta, confirmada pela fendas de contração no perfil do solo (Luvisolos Pálicos) (IBGE / EMBRAPA, 2001). Nos terrenos escarpados circundantes predominam



Figura 2.2.27 - Vista da serra da Meruoca. Estrada Sobral-Massapê.

solos rasos, pedregosos e com grande influência da rocha matriz em face da sua pequena espessura (Neossolos Litólicos). Dentre as localidades principais destacam-se, no topo, as cidades de Meruoca e Alcântaras.

A serra de Uruburetama, posicionada a aproximadamente 100 km a oeste de Fortaleza, consiste num maciço montanhoso (**R4c**) de formato circular, sendo um pouco alongado na direção E-W. Assim como o maciço de Meruoca, está geneticamente associado a um plúton granítico. Todavia, o maciço de Uruburetama encontra-se profundamente dissecado em um conjunto de cristas, patamares e profundos vales encaixados em "V" sob forte controle estrutural (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). As cristas mais elevadas atingem 800 a 900 metros de altitude. Por vezes, estes vales estreitos são alargados em amplos alvéolos recobertos por rampas de colúvio e planícies aluviais recentes. Neste caso, não é reconhecida uma superfície cimeira (Figuras 2.2.28 e 2.2.29).



Figura 2.2.28 - Relevo acidentado em paredões rochosos, cristas e pináculos da vertente sul do maciço de Uruburetama. Imediações da cidade de Itapagé.



**Figura 2.2.29** - Extensa planície fluvial em alvéolo intramontano no interior do maciço de Uruburetama, francamente dissecado sob forte controle estrutural. Imediações da cidade de Uruburetama, na rodovia CE-243.

Seguindo regra geral as vertentes norte e leste são mais úmidas, como pode ser percebido junto às localidades de Uruburetama e Itapipoca - índices pluviométricos entre 1.100 e 1.300mm anuais - (SOUZA; OLIVEIRA, 2006), enquanto que as vertentes sul e oeste são mais secas, como visto junto às localidades de Itapagé e Irauçuba, sob domínio da caatinga. Esta última localidade, situada na Depressão Sertaneja junto à zona de sombra da serra de Uruburetama registra, inclusive, um dos mais baixos índices pluviométricos do estado do Ceará (entre 400 e 500mm/ano), sendo cenário de um estágio avançado de desertificação (BRANDÃO, 2003).

Este maciço montanhoso é constituído por granitos e granodioritos de idade neoproterozoica. Ocorre um predomínio de solos bem estruturados, com gradiente textural entre os horizontes A e Bt, com boa fertilidade natural, muitas vezes associados a cascalhos e calhaus de quartzo (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos). Nas áreas de borda ocorrem solos menos profundos, com horizonte A assente sobre a rocha ou sobre um horizonte C de pouca espessura, compreendendo solos muito suscetíveis aos processos erosivos (Neossolos Litólicos eutróficos) e Afloramentos de Rocha. Dentre as localidades principais destacam-se as cidades de Itapipoca, Uruburetama e Itapagé.

Os pequenos maciços montanhosos de Maranguape e Pacatuba (**R4c**), alçados entre 600 e 800 metros, além de outros menores, todos situados nas cercanias de Fortaleza, são classificados como "maciços pré-litorâneos" por SOUZA (1998) e consistem em elevados alinhamentos serranos de direção SW-NE e assim como os demais maciços já descritos, apresentam um clima úmido, favorecido por chuvas orográficas.

### Serras Secas

Segue, abaixo, a análise dos principais maciços residuais cristalinos que apresentam clima semiárido e vegetação

de caatinga, destacando-se, neste contexto, as serras do Machado, das Matas, da Pedra Branca e do Pereiro.

As serras do Machado, das Matas e da Pedra Branca representam um conjunto de alinhamentos serranos e maciços montanhosos com disposição geral N-S que foram genericamente denominados de Maciços Centrais e Ocidentais do Ceará (PEULVAST et al., 2004). Nesta vasta zona acidentada predominam rochas graníticas correlatas à orogênese Brasileira, sendo mais resistentes do que o embasamento ígneo-metamórfico da Depressão Sertaneja. Esta macrounidade de relevo configura-se, portanto, num extenso relevo residual que se sobressalta frente às planuras das superfícies de aplainamento que circundam os relevos serranos.

A análise geossistêmica efetuada por RODRIGUEZ e SILVA (2002) aponta, inclusive, que as paisagens mais vulneráveis e os núcleos de desertificação estão associados aos terrenos íngremes dessas "serras secas" revestidas por caatinga.

A serra do Machado localiza-se a sudoeste da serra de Baturité e perfaz um extenso divisor entre as bacias dos rios Acaraú e Curu e consiste de um amplo conjunto de alinhamentos serranos (**R4b** e **R4c**) dispostos numa direção preferencial N-S, cujas altitudes atingem entre 550 e 1.000 metros e restrita zona planáltica alçada a cotas em torno de 600 a 700 metros (**R2b3**), onde está situada a localidade de Itatira. Ressaltam-se, nessa paisagem acidentada, vales aprofundados e vertentes íngremes e dissecadas que se sobressaem entre 200 e 400 metros acima do piso regional, representado pela Depressão Sertaneja.

Estes terrenos montanhosos são constituídos por xistos, quartzitos e metacalcários do Complexo Ceará (Unidade Independência) de idade paleoproterozoica. Predominam solos rasos, de textura arenosa e média, associados à presença frequente de pedregosidade (cascalho e calhaus de quartzo) em superfície, sendo de alta suscetibilidade à erosão (Neossolos Litólicos). Além dos solos rasos e pouco desenvolvidos é comum a ocorrência de Afloramentos de Rocha disseminados nesta paisagem acidentada (lajedões). Em menor parte ocorrem solos mais estruturados, profundos, bem drenados, de boa fertilidade natural, mas que apresentam gradientes texturais, sendo portanto suscetíveis aos processos erosivos (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos).

A serra das Matas localiza-se a sul da serra do Machado e perfaz o divisor entre as bacias dos rios Acaraú e Quixeramobim (afluente do rio Jaguaribe) e consiste num maciço montanhoso (**R4c** e **R4b**), cujas altitudes atingem entre 700 e 1.100 metros e uma vasta zona planáltica alçada a cotas em torno de 650 a 750 metros (**R2b3**), onde está situada a localidade de Monsenhor Tabosa. Este maciço montanhoso destaca-se na paisagem regional aplainada da Depressão Sertaneja por um relevo imponente de vertentes



muito declivosas que alcançam entre 300 e 600 metros de desnivelamento total, principalmente em sua vertente oeste, voltada para a localidade de Tamboril (Figura 2.2.30).

Todavia, observa-se na serra das Matas a ocorrência de restritos brejos de altitude em seus topos. A localidade de Monsenhor Tabosa, situada no alto curso do rio Acaraú, registra um nível pluviométrico de 670 mm/ano, com base numa série histórica de vinte anos, entre 1984 e 2005 (FALCÃO SOBRINHO, 2006). Este índice de chuvas é similar ao que ocorre nas superfícies aplainadas circunjacentes.

Este maciço montanhoso é constituído por rochas ígneas de idade neoproterozoica (granitos e granodioritos) representadas pelo plúton Tamboril. Predominam solos de boa fertilidade natural, de alta suscetibilidade à erosão, com gradiente textural (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos), gradiente abrupto e argila de atividade alta (Luvisolos Crômicos) e rasos (Neossolos Litólicos eutróficos), sendo todos associados à ocorrência de cascalhos, calhaus e matações de quartzo, muito devido aos frequentes veios de quartzo da rocha matriz (IBGE-EMBRAPA, 2001).

A serra da Pedra Branca localiza-se a sul da serra das Matas e representa uma extensa área interfluvial no sudoeste do estado Ceará: em suas vertentes voltadas para oeste situam-se as cabeceiras dos rios Poti, Carrapateira e Jaguaribe; já em suas vertentes voltadas para leste situam-se as cabeceiras dos rios Banabuiú e Trussu (afluentas do rio Jaguaribe). Esta unidade abrange, na realidade, um amplo conjunto de serras baixas (**R4b**), cujas altitudes atingem entre 600 e 800 metros e planaltos isolados (**R2b3**), alçados a cotas em torno de 500 a 650 metros, onde estão situadas as localidades de Pedra Branca e Catarina. Estes terrenos de relevo movimentado exibem um forte condicionamento



**Figura 2.2.30** - Relevo monótono das superfícies aplainadas da Depressão Sertaneja I. Ao fundo terrenos montanhosos da serra das Matas em sua vertente leste, voltada para a localidade de Tamboril. Rodovia CE-187-403, entre Nova Russas e Crateús.

litoestrutural, devido à ocorrência de zona de cisalhamento de direção preferencial SW-NE e ressaltam-se em meio à paisagem aplainada ou colinosa da Depressão Sertaneja por elevações entre 100 e 300 metros acima do nível de base regional (Figura 2.2.31).

O substrato geológico deste conjunto de terrenos é bastante diversificado, mas apresenta um nítido domínio do embasamento de idade arqueano-paleoproterozoica, representado por rochas do Complexo Cruzeta (ortognaisses, metagranitos e migmatitos das unidades Pedra Branca e Mombaça, e rochas metamáficas e metaultramáficas da Unidade Troia). Este embasamento está intrudido, por sua vez, por granitos da suíte intrusiva Cedro. Mais ao sul afloram quartzitos, paragnaisses, xistos e migmatitos dos



**Figura 2.2.31** - terrenos elevados de relevo amorreado do denominado "maciços centro-ocidentais do Ceará". Cabeceira de bacia de drenagem controlada por extenso lineamento estrutural (Zona de Cisalhamento Senador Pompeu, de direção SW-NE). Ao fundo, superfícies aplainadas da Depressão Sertaneja I. Observa-se uma vegetação mais exuberante na calha da drenagem em decorrência da maior disponibilidade hídrica. Rodovia CE-363, entre Tauá e Mombaça.

complexos Ceará (Unidade Arneiroz) e Acopiara, cortados por granitos, granodioritos e dioritos neoproterozoicos da suíte intrusiva Itaporanga.

Predominam solos muito pouco desenvolvidos, rasos, de alta suscetibilidade à erosão (Neossolos Litólicos eutróficos) e solos pouco profundos, de elevada fertilidade natural, com argilas expansivas (Luvisolos Crômicos órticos), além de Afloramentos de Rocha. Subordinadamente ocorrem solos bem estruturados, com gradiente textural, boa fertilidade natural (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos), com horizonte A bastante escuro em decorrência do teor de matéria orgânica (Chernossolos Argilúvicos), provavelmente associados ao intemperismo das rochas ultramáficas.

Destacam-se, nesta unidade, sobre os planaltos alçados ou em seu entorno imediato, as localidades de Pedra Branca, Mombaça, Catarina, Acopiara, Arneiroz e Saboeiro.

Por fim a serra do Pereiro, que se localiza no extremo leste do estado do Ceará, na divisa com os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Consiste num imponente alinhamento serrano de direção SSW-NNE (**R4c**) encimado por um extenso platô (**R2c**), bruscamente delimitado por uma escarpa voltada para o vale do rio Jaguaribe (**R4d**). A superfície cimeira do platô Pereiro atinge cotas que variam entre 550 e 800 metros, sendo gradativamente elevadas em direção ao interior sugerindo que, outrora, existisse uma conexão física com o Planalto da Borborema. Ressalta-se, portanto, um imponente maciço montanhoso com topos aplainados e vertentes escarpadas que se sobressaem entre 300 e 500 metros acima do piso regional, representado pela Depressão Sertaneja (Figura 2.2.32).



**Figura 2.2.32** - Vista parcial do maciço do Pereiro. Cidade de Ererê.

Estes terrenos sobrelevados são sustentados por rochas ígneas de idade neoproterozoica (granitos, granodioritos e dioritos) representadas pela suíte intrusiva Itaporanga (plúton Pereiro). Subordinadamente afloram granitos e granodioritos de idade paleoproterozoica da suíte intrusiva Serra do Deserto (principalmente na escarpa erosiva e nos alinhamentos serranos mais dissecados, ao norte). Curiosamente, salienta-se uma depressão fechada no meio do platô, embasada por rochas máficas (dioritos, gabros e gabronoritos) da suíte intrusiva Itaporanga. Devido a menor resistência ao intemperismo conferida a essas rochas observa-se, localmente, um relevo mais rebaixado. Predominam solos com estruturas em blocos fortemente desenvolvidas no horizonte B, de coloração avermelhada a bruno-avermelhada, com gradiente textural e boa fertilidade natural (Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos), por vezes podendo apresentar gradientes abruptos e argila de atividade alta, sendo desprovidos de alumínio (Luvisolos Crômicos órticos). Nas áreas de maiores declives ocorrem solos pouco desenvolvidos, com horizonte A de pequena espessura, que apresenta poucas alternativas de uso por se tratar não somente de solos rasos como também serem usualmente pedregosos ou rochosos (Neossolos Litólicos eutróficos) (IBGE-EMBRAPA, 2001).

Destacam-se, no maciço do Pereiro, sobre o platô, a localidade de Pereiro e em seu entorno imediato as localidades de Ererê, Iracema, Jaguaribe, Icó e Umari.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 43, p. 1-39, 1974.

\_\_\_\_\_. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969.

\_\_\_\_\_. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil Intertropical. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 53, p. 1-19, 1977.

ANDRADE, M.C. O Cariri cearense. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p.549-592, 1964.

BETARD, F.; PEULVAST, J.P.; SALES, V. Claudino. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Mercator**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 107-126, jul./dez. 2007.

BIGARELLA, J.J.; ANDRADE, G.O. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos de Pernambuco (Grupo Barreiras). **Arquivos Instituto Ciências da Terra**, Recife, v. 2. p. 2-14, 1964.

BRANDÃO, R.de L. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 1995. 105p. Sistema de informação para gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza: projeto SINFOR. (Ordenamento Territorial, 1).

\_\_\_\_\_. et al. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba, CE**: texto explicativo: carta geoambiental. Fortaleza: CPRM, 2003. 63p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Estudo expedito de solos no estado do Ceará para fins de classificação, correlação e verificação de mapeamento**. Recife, 46p. (DNPEA, Boletim Técnico, 23; SUDENE, Série Pedologia, 11).

NEVES B.B. BRITO; SANTOS E.J.; VAN SCHMUS W. R. Tectonic history of the Borborema province. In: CORDANI, U.G. (Ed.) et al. Tectonic evolution of the **South America**. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p. 151-182.

CAVALCANTE, A. Jardins suspensos no sertão. **Scientific American Brasil**, v. 32, p. 69-73, 2005.

CASTRO, C. Morfogênese e sedimentação: evolução do relevo do nordeste e seus depósitos correlativos. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 19, n. 37-38, p.3-27, 1979.

SALES, V. Claudino; PEULVAST, J.P. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 7, n.20, p. 1-27, 2007.

CONTI, J.B. A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 7-14, 2005.

DANTAS, M.E.; ARMESTO, R.C.G; ADAMY, A. A origem das paisagens. In: SILVA, C.R. (Ed.) **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. cap. 3, p. 33-56.

FALCÃO SOBRINHO, J. A compartimentação geomorfológica do vale do Acaraú: distribuição das águas e pequeno agricultor. **Mercator**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p. 91-110, jul./dez. 2006.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **A Zona costeira do estado do Ceará**: compartimentação geoambiental e antropismo. Fortaleza: FUNCEME, 2009. 67 p. il. Anexos de memória fotográfica e compartimentação geoambiental do estado do Ceará.

IBGE; EMBRAPA SOLOS. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. 1 mapa color., 107 cm x 100 cm. Escala 1:5.000.000.

\_\_\_\_\_. **Mapa geomorfológico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1995. 1 mapa. Escala 1:5.000.000.

JACOMINE, P.K.T. et al. Proposição tentativa de conceituação de plintossolo pétrico e critérios distintivos. In: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Conceituação sumária de algumas classes de solos recém-reconhecidas nos levantamentos e estudos de correlação de solos do SNLCS**. Rio de Janeiro, 1982. p-1-6 (Circular Técnica I).

\_\_\_\_\_. et al. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife: Ministério da Agricultura; SUDENE, 1973. v. 1, 301p. (Boletim Técnico, 28). (Série Pedologia, 16.). Convênio de mapeamento de solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN. Convênio MA/CONTAP/USAID/ETA.

\_\_\_\_\_. et al. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado do Piauí. Rio de Janeiro: EMBRAPA; SUDENE, 1986. 2 v. Acompanha 1 mapa em bolso.

\_\_\_\_\_. Solos sob Caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V.H.; FONTES, L.E.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS; UFV, 1996. P. 95-133.

SÁ, E.F. Jardim de et al. Epirogenia cenozóica na província Borborema: síntese e discussão sobre os modelos de deformação associados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS NEOTECTÔNICOS, 7., 12-15 maio 1999, Lençóis, BA. **Anais...** Salvador: SBG Núcleo Bahia/Sergipe, 1999. p. 58-61.

KING, L.C. Canons of landscape evolution. **Bulletin of the Geological Society of America**, New York, v. 64, n. 7, p. 721-732, 1953.

\_\_\_\_\_. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

MABESOONE, J. M.; CASTRO, C. Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. **Boletim do Núcleo do Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia**, Recife, n. 3, p.5-37, 1975.

\_\_\_\_\_. Panorama geomorfológico do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 56, 1978.

MAGALHÃES, A.O.; PEULVAST, J.P.; BÉTARD, F. Geodinâmica, perigos e riscos ambientais nas margens úmidas de planaltos tropicais: levantamento preliminar na região do Cariri oriental (Ceará, Brasil). In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., 2010, Coimbra. **[Trabalhos apresentados]**. Coimbra: CEGOT, 2010. p. 1-15.

MATOS, R.M.D. The northeastern Brazilian rift system. **Tectonics**, Florida, v. 11, n. 4, p. 766-791, 1992.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; SALES, V. Claudino. Geomorfologia do nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamento nordestinas. **Revista de Geografia**, Recife, n. 1, p. 6-19, 2010. Volume Especial.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MONTEIRO, C.A.F. On the desertification in the northeast Brazil and man's role in the process. **Journal of Latin American Studies**, Cambridge, v. 9, 1988.

\_\_\_\_\_. Desertificação ameaça o nordeste brasileiro. **Revista Ecologia e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 15, p. 15-19, 1985.

MORAES, J.O. et al. Ceará. In: MUEHE, D. (Org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p.131-154.

MUEHE, D. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 7, p. 97-110, 2005.

NASCIMENTO, F. R et al. Diagnóstico geoambiental da bacia hidrográfica semi-árida do Rio Acaraú: subsídios aos estudos sobre desertificação. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 28, n. 1, p. 41-62, 2008.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 448p.

\_\_\_\_\_. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, 1988.

PEREIRA, R.C.M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Org.) **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

PEULVAST, J.P.; SALES, V. Claudino. Stepped surfaces and paleolandforms in the northeastern Brazilian constraints on models of morphotectonic evolution. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 62, p. 89-122, 2004.

\_\_\_\_\_. et al. Low post-Cenomanian denudation depths across the Brazilian northeast: implications for long-term landscape evolution at a transform continental margin. **Global and Planetary Change**, Amsterdam, v. 62, n. 1-2, p. 39-60, 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, v. 1, p. 95-112, 2002.

ROSS, J. L.S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: \_\_\_\_\_. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1997. p. 13-65.

\_\_\_\_\_. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 4, p. 25-39, 1985.

SAADI, A.; TORQUATO, J. R. Contribuição à neotectônica do estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 5, p. 5-38, 1992.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: \_\_\_\_\_. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará: parte 1**. Fortaleza: UECE, Funceme, 2000. p. 13-98.

\_\_\_\_\_; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, p. 9, p. 85-102, 2006.

\_\_\_\_\_; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 9, n. 1-2, p.77-86, 1979.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 1, p. 73-91, 1988.